



# BALANCEAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE LINHA DE MONTAGEM DE EQUIPAMENTO PARA TRANSPORTE PRÉ-HOSPITALAR

**VASCO JOSÉ MOTA CORREIA**

novembro de 2018

# **BALANCEAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE LINHA DE MONTAGEM DE EQUIPAMENTO PARA TRANSPORTE PRÉ-HOSPITALAR**

Vasco José Mota Correia  
1090808

**2018**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO  
DO PORTO

isep

# **BALANCEAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE LINHA DE MONTAGEM DE EQUIPAMENTO PARA TRANSPORTE PRÉ-HOSPITALAR**

Vasco José Mota Correia  
1090808

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação de Doutor Francisco José Gomes Silva, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP.

**2018**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO  
DO PORTO

isep

# JÚRI

## **Presidente**

Doutor Luís Carlos Ramos Pinto Ferreira

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Orientador**

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Arguente**

Doutor Radu Godina

Investigador Pós-Doc, Universidade da Beira Interior



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer aos meus pais pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida, principalmente ao longo da minha caminhada académica. Sempre acreditaram em mim e nas minhas capacidades, nunca permitindo que eu desistisse.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente contribuíram de forma positiva para o meu sucesso.

Um grande obrigado ao Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva, pelo apoio bibliográfico e pelos conhecimentos transmitidos durante a realização desta dissertação.

Aos meus colegas de curso, pelo companheirismo, aprendizagem e entajuda demonstrada em todos os momentos.

Um agradecimento à Auto Ribeiro pela oportunidade e aos meus colegas, por todos os ensinamentos e disponibilidade.

Por fim, e de forma especial, aos meus amigos. Pela amizade, apoio, motivação e por terem sempre acreditado que eu chegaria ao fim.



## PALAVRAS CHAVE

*Lean, Balanceamento, Kaizen, Standard Work, Kanban*

## RESUMO

A presente dissertação incide sobre o balanceamento da linha de montagem de equipamento de transporte pré-hospitalar e implementação de *Standard Work* nos diversos postos de trabalho, com o objetivo de conseguir um aumento de produção.

Aplicou-se a filosofia *Lean* e diversas ferramentas relacionadas com a melhoria contínua. A eliminação de desperdícios e o aumento da eficiência dos recursos produtivos, contribuirão para a melhoria do desempenho e da competitividade da AR Equipment.

Com a implementação das melhorias na linha de montagem e no respetivo bordo de linha, será possível reduzir o número de tarefas, permitindo o equilíbrio da carga horária entre os operadores e a otimização do processo produtivo. Foi elaborado um estudo dos tempos e métodos nos vários processos de montagem, e nos respetivos postos de trabalho, para cada família de produtos.

Posteriormente, foi realizada uma comparação dos dados com base no estado inicial da empresa e nos resultados obtidos neste projeto. Analisaram-se as mudanças implementadas e o impacto que as mesmas tiveram em todo o processo produtivo.



**KEYWORDS**

*Lean, Balancing, Kaizen, Standard Work, Kanban*

**ABSTRACT**

*This dissertation intends to improve the balancing of the assembly line of prehospital transport equipment and the implementation of Standard Work in various workstations with the goal of get an increase of production.*

*It was applied Lean philosophy and several tools related to continuous improvement. Elimination of waste and the increase efficiency of productive resources will contribute to improve the performance and competitiveness of AR Equipment.*

*With the implementation of the improvements in the assembly line and its respective board of line, it will be possible to reduce the number of tasks, allowing the balance of the workload between the operators and the optimization of the production process. A study of the times and methods was elaborated in the various assembly processes and the respective workstations for each family of products.*

*Subsequently, a comparison of the data was made based on the initial state of the company and results obtained in this project. It was analyzed the changes implemented and their impact in the whole production process.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

5S's	Cinco palavras japonesas: <i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsum, Shitsuke</i>
AR	Auto Ribeiro
ARE	AR Equipment
BOL	Bordo de linha
JIT	<i>Just In Time</i>
KD	<i>Kaizen</i> Diário
ME	Macas Equivalentes
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PT	Posto de trabalho
SUMA	Supermercado
SW	<i>Standard Work</i>
TC	Tempo de Ciclo
TPS	<i>Toyota Production System</i>
Vs	Versus (contra)
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work In Progress</i>

### Lista de Unidades

cm	Centímetro
h	Hora
kg	Kilograma
l	Litro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
min	Minuto
mm	Milímetro
s	Segundo

### Lista de Símbolos

∅	Diâmetro
nº	Número
%	Percentagem

---

## GLOSSÁRIO DE TERMOS

---

<i>Buffer</i>	Stock de segurança para garantir resposta a encomendas imprevistas.
<i>Kaizen</i>	Resulta da junção de duas palavras japonesas e significa melhoria contínua.
<i>Layout</i>	Esquema que representa a organização do setor de produção de uma empresa e a localização das diversas áreas.
<i>Lean</i>	Significa maximizar o valor do produto final, ou seja, produzir com o mínimo desperdício possível.
<i>Mockup</i>	É um protótipo/modelo onde se analisa a funcionalidade de um sistema, permitindo testar um novo projeto.
PDCA	Ferramenta <i>Lean</i> para a melhoria contínua. Significa <i>Plan-Do-Check-Act</i>
<i>Poka Yoke</i>	Ferramenta anti erro que visa detetar o aparecimento dos erros mais usuais, que dão origem às não-conformidades.
<i>Shop Floor</i>	Chão de fábrica

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - EXEMPLO 3MU [10]	26
FIGURA 2 - SIGNIFICADO KAIZEN [14]	29
FIGURA 3 - SEQUÊNCIA DA METODOLOGIA 5S'S [10]	30
FIGURA 4 - CICLO PDCA [13]	33
FIGURA 5 - IMPACTO DAS PERDAS NO TEMPO TOTAL DE TRABALHO [13]	36
FIGURA 6 - LOGO AUTO RIBEIRO, LDA.	41
FIGURA 7 - PRESENÇA DA AUTO RIBEIRO NO MUNDO	42
FIGURA 8 - LOGO AR EQUIPMENT	42
FIGURA 9 - FLUXOGRAMA COM PRINCIPAIS ETAPAS DA METODOLOGIA PARA O BALANCEAMENTO	46
FIGURA 10 - FLUXOGRAMA COM METODOLOGIA DO PROJETO	47
FIGURA 11 - LAYOUT LINHA DE MONTAGEM	48
FIGURA 12 - MACA M860	49
FIGURA 13 - CARRINHO M860	49
FIGURA 14 - CARRINHO/MACA M860	49
FIGURA 15 - MONOBLOCO M760 (1)	49
FIGURA 16 - MONOBLOCO M760 (2)	49
FIGURA 17 - EXEMPLO DO GRÁFICO DE PROCESSO	51
FIGURA 18 - NÚMERO DE POSTOS DE TRABALHO	56
FIGURA 19 - ANÁLISE ESTADO INICIAL VS OBJETIVO PROJETO	59
FIGURA 20 - CARTÃO KANBAN BOL	61
FIGURA 21 - EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO CARTÃO KANBAN BOL	61
FIGURA 22 - IDENTIFICAÇÃO DAS ESTANTES BOL	61
FIGURA 23 - IDENTIFICAÇÃO DAS POSIÇÕES NAS ESTANTES BOL	61
FIGURA 24 - REPRESENTAÇÃO DA ESTANTE COM OS DIFERENTES TIPOS DE CAIXAS	62
FIGURA 25 - BOL PERNAS (CARRINHOS/MONOBLOCOS)	63
FIGURA 26 - BOL ESTRUTURAS BASE (CHARRIOTS/ESTRADOS)	63
FIGURA 27 - BOL LINHA CARRINHOS/MONOBLOCOS/MACAS	63
FIGURA 28 - NOVA BANCA DE TRABALHO (1)	64
FIGURA 29 - NOVA BANCA DE TRABALHO (2)	64
FIGURA 30 - CARTÃO KANBAN SUPERMERCADO	64
FIGURA 31 - EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO CARTÃO KANBAN SUPERMERCADO	64
FIGURA 32 - SUPERMERCADO (1)	65
FIGURA 33 - SUPERMERCADO (2)	65
FIGURA 34 - SUPERMERCADO (3)	66
FIGURA 35 - VISTA GLOBAL DO SUPERMERCADO	67
FIGURA 36 - EXEMPLO DO DOCUMENTO STANDARD WORK	68

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - PROBLEMAS IDENTIFICADOS NOS PT'S .....	44
TABELA 2 - RESUMO DE TEMPOS DOS PRODUTOS AR EQUIPMENT EM LINHA DE PRODUÇÃO .....	50
TABELA 3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS – CARRINHO/MACA M860 .....	52
TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO TEMPOS PELOS PT'S - MACA M860.....	52
TABELA 5 - DISTRIBUIÇÃO TEMPOS PELOS PT'S - CARRINHO M860 .....	53
TABELA 6 - CONSIDERAÇÕES GERAIS – MONOBLOCO M760 .....	54
TABELA 7 - DISTRIBUIÇÃO TEMPOS PELOS PT'S – MONOBLOCO M760.....	55
TABELA 8 - TEMPO DE PRODUÇÃO E MACAS EQUIVALENTES .....	56
TABELA 9 - Nº TOTAL DE MACAS EQUIVALENTES NAS SEMANAS 12 A 17 DE 2018.....	59
TABELA 10 - OEE MACA M860.....	60
TABELA 11 - OEE CARRINHO M860 .....	60
TABELA 12 - OEE MONOBLOCO M760 .....	60

# ÍNDICE

<b>RESUMO</b> .....	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XI</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS</b> .....	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XIX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>21</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	21
1.2 OBJETIVOS.....	21
1.3 METODOLOGIA.....	21
1.4 ESTRUTURA.....	22
1.5 EMPRESA.....	22
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>25</b>
2.1 CONCEITO LEAN.....	25
2.1.1 <i>Princípios básicos Lean</i> .....	25
2.1.2 <i>Tipos de desperdício</i> .....	26
2.2 FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO .....	28
2.2.1 <i>Just-In-Time (JIT)</i> .....	28
2.2.2 <i>Kanban</i> .....	28
2.2.3 <i>Standard Work (SW)</i> .....	28
2.2.4 <i>Kaizen</i> .....	29
2.2.5 <i>5S's</i> .....	29
2.2.6 <i>Heijunka</i> .....	31
2.2.7 <i>Jidoka</i> .....	31
2.2.8 <i>Gestão Visual</i> .....	31
2.2.9 <i>Poka Yoke</i> .....	32
2.2.10 <i>Ciclo PDCA</i> .....	33
2.2.11 <i>VSM</i> .....	34
2.2.11.1 Métricas associadas ao VSM .....	34
2.2.11.1.1 Lead Time.....	34
2.2.11.1.2 Takt Time .....	34
2.2.11.1.3 Tempo de Ciclo .....	34
2.2.12 <i>OEE (Overall Equipment Effectiveness)</i> .....	35
2.3 BALANCEAMENTO DE LINHAS DE MONTAGEM .....	36
2.3.1 <i>Estudo de métodos e tempos</i> .....	37
2.4 PRODUÇÃO EM MASSA VS PRODUÇÃO POR ENCOMENDA .....	37
<b>3 DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>41</b>
3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA .....	41

3.1.1	<i>Auto Ribeiro, Lda</i> .....	41
3.1.2	<i>AR Equipment</i> .....	42
3.2	DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL.....	43
3.3	METAS A ATINGIR.....	45
3.4	METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO .....	46
3.5	IMPLEMENTAÇÃO DA LINHA DE MONTAGEM .....	48
3.6	BALANCEAMENTO .....	49
3.6.1	<i>Produtos</i> .....	49
3.6.2	<i>Apresentação da solução</i> .....	50
3.6.2.1	Carrinho/maca M860 .....	52
3.6.2.2	Monobloco M760.....	54
3.7	INDICADOR DE PRODUTIVIDADE.....	56
3.8	CÁLCULO DO OEE .....	59
3.9	ABASTECIMENTO.....	60
3.9.1	<i>Bordo de Linha</i> .....	61
3.9.2	<i>Supermercado</i> .....	64
3.10	STANDARD WORK .....	67
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>73</b>
4.1	CONCLUSÕES.....	73
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS .....	73
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....</b>	<b>77</b>
<b>6</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>83</b>
6.1	ANEXO A – GRÁFICO DE PROCESSO – MACA M860 .....	83
6.2	ANEXO B – GRÁFICO DE PROCESSO – CARRINHO M860.....	87
6.3	ANEXO C – GRÁFICO DE PROCESSO – MONOBLOCO M760 .....	92
6.4	ANEXO D – DOCUMENTO <i>STANDARD WORK</i> – APOIOS DE BRAÇO.....	98
6.5	ANEXO E – DOCUMENTO <i>STANDARD WORK</i> – PERNA GIRATÓRIA .....	105
6.6	ANEXO F – REGISTO DE PRODUÇÃO DIÁRIA.....	113

# INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.2 OBJETIVOS

1.3 METODOLOGIA

1.4 ESTRUTURA

1.5 EMPRESA



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Esta dissertação surge no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica, do ramo de Gestão Industrial, do Instituto Superior de Engenharia Mecânica (ISEP) e resulta de um projeto realizado na produção da AR Equipment (ARE), marca pertencente à empresa.

Este trabalho refere-se ao "Balanceamento e Implementação de Linha de Montagem de Equipamento para Transporte Pré-hospitalar" na secção da ARE, responsável pela produção dos equipamentos de emergência médica.

Atualmente, para conseguir ter sucesso no mercado, é fundamental que as empresas consigam ser competitivas e eficientes ao nível da produção. Desta forma, é imprescindível produzir com qualidade os produtos necessários para satisfazer os clientes, reduzindo custos de produção e eliminando processos que não acrescentam valor ao produto final.

O balanceamento das linhas de montagem e a aplicação dos princípios *Lean* na ARE irão proporcionar um aumento da produção, com menos esforço, menos espaço e, deste modo, reduzir os desperdícios.

## 1.2 Objetivos

Atualmente, para uma empresa conseguir produzir produtos diferenciados e com qualidade para responder à procura e à exigência do mercado, é necessária uma produção rápida e sem falhas.

Assim sendo, o principal objetivo desta dissertação é a implementação de uma linha de montagem, efetuando o seu balanceamento e, desta forma, melhorar o fluxo produtivo.

Neste seguimento, será elaborado um *layout* funcional e um desenho do bordo de linha, assim como a implementação de um sistema de abastecimento eficiente, com a finalidade de melhorar a logística interna da empresa. Uma organização fabril clara e simples, permitirão aproveitar melhor os recursos de que a ARE dispõe.

A aplicação das ferramentas de melhoria contínua, como *Standard Work*, *Kaizen* e *Lean Manufacturing*, permitirão organizar e uniformizar todas as tarefas pertencentes ao sistema produtivo.

## 1.3 Metodologia

Para atingir os objetivos previamente estabelecidos, começou-se por efetuar a pesquisa bibliográfica, assente essencialmente, nas ferramentas *Lean*.

No que diz respeito à análise da produção atual da ARE, iniciou-se um processo de levantamento da situação inicial no *shop floor* e identificação dos respetivos pontos críticos.

Para o balanceamento das linhas, foi e é imprescindível a cronometragem dos tempos de todas as operações. Realizou-se o desenho do novo *layout* e o dimensionamento de toda a cadeia de abastecimento e armazenamento da ARE.

Será realizada uma abordagem genérica relativa à implementação da linha de montagem global, dando especial ênfase ao setor responsável pela produção de monoblocos, carrinhos e macas.

Por fim, serão analisados os resultados obtidos e elaboradas sugestões de melhoria, com vista à otimização do processo produtivo.

## 1.4 Estrutura

Esta dissertação está estruturada em quatro capítulos: Introdução, Revisão Bibliográfica, Desenvolvimento e Conclusão.

No primeiro capítulo, foi realizada uma contextualização sobre o tema abordado neste trabalho.

No capítulo 2 efetuou-se uma revisão da literatura relacionada com os temas abordados no trabalho prático.

No capítulo do Desenvolvimento desta dissertação, descreve-se o trabalho realizado em torno dos objetivos propostos.

No último, são elaboradas as principais conclusões e analisados os resultados obtidos, em função do descrito no capítulo anterior.

## 1.5 Empresa

O presente trabalho foi desenvolvido na AR Equipment, marca pertencente à Auto Ribeiro, a qual foi criada em 2014 e atualmente conta com cerca de 30 funcionários.

A AR Equipment produz uma grande variedade de equipamentos de transporte de emergência médica pré-hospitalar, fornece produtos para as viaturas transformadas pela Auto Ribeiro, mas também produz equipamentos para o mundo inteiro.

A empresa mãe AR, foi fundada em 1976, em Vila Nova de Gaia, é líder nacional na transformação de carroçarias, produzindo uma vasta gama de veículos profissionais e personalizados.

No capítulo 3, será realizada uma apresentação mais detalhada da Auto Ribeiro.

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCEITO LEAN

2.2 FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

2.3 BALANCEAMENTO DE LINHAS DE MONTAGEM

2.4 PRODUÇÃO EM MASSA VS PRODUÇÃO POR ENCOMENDA



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Conceito Lean

*Lean Thinking* que em português significa pensamento magro, é um conceito baseado no sistema TPS (*Toyota Production System*), cujo principal objetivo assenta na produção sem desperdício [1]. Inicialmente, foi introduzido no sector automóvel, mas atualmente está implementado em diversas áreas da indústria [2].

O conceito foi criado por James Womack e Daniel Jones no livro “*The Machine That Changed the World*”, surgiu como uma maneira eficiente de reduzir os custos de uma organização, utilizando o mínimo de recursos como o tempo, espaço, máquinas, equipamento e energia para produzir um produto ou para fornecer um serviço [3].

O *Lean Manufacturing* é uma metodologia usada para reduzir o desperdício no processo de produção, conseqüentemente, eliminar atividades que não acrescentam valor ao produto final. Com a sua implementação é possível obter uma diminuição dos *stocks* e uma redução do *lead time* [4].

Existe um conjunto de ferramentas/técnicas específicas *Lean*, a maioria com origem no sistema TPS, que ajudam na identificação de problemas, assim como na otimização de recursos e no controlo de processos [5].

#### 2.1.1 Princípios básicos Lean

É essencial ter em conta alguns princípios base da filosofia *Lean* [3], tais como:

- Valor (*value*);
- Fluxo de valor (*value stream*);
- Fluxo (*flow*);
- Produção puxada (*pull*);
- Perfeição (*perfection*).

A identificação do **valor** e a sua definição na perspetiva dos clientes é o ponto de partida. Sem um entendimento suficiente do que o cliente valoriza, poderão vir a surgir problemas económicos para a empresa [6].

O desafio para o fabricante é desenvolver uma vasta gama de produtos com base nas definições de valor estabelecidas. Por exemplo: ao comprar uma máquina de lavar roupa, alguns consumidores valorizam a capacidade do equipamento, no entanto, para outros, o valor pode estar relacionado com o custo ou as características a nível de *design* ou até mesmo a cor do equipamento [6].

O **fluxo**, provavelmente, é o conceito mais difícil de implementar. Para se perceber o conceito de fluxo, torna-se necessário perceber o conceito de **fluxo de valor**, fluxo este formado por um conjunto de atividades que acrescentam valor ao produto final. A ausência de fluxo nos processos de fabrico causa a existência de *stocks* excessivos [6].

A **produção puxada** opera de forma a que a produção seja programada com base nas encomendas, proporcionando um aumento da eficiência nos produtos produzidos. Deste modo, haverá uma diminuição de *Work-In-Progress* (WIP) e de *stock* de produtos acabados. O sistema *pull* está interligado com a ferramenta *Just-In-Time* (JIT) [7].

A **perfeição** é alcançada, apenas, se existir uma conscientização geral por parte de toda a organização, tendo esta que ser sustentada pela gestão de topo [8]. Para que seja possível, torna-se fundamental que sejam implementados processos de melhoria contínua [9].

### 2.1.2 Tipos de desperdício

A criação de padrões operacionais, definindo os potenciais riscos do processo e a implementação de soluções pré-definidas para o trabalhador, tem o papel de minimizar as três principais áreas de fraquezas, sendo estas designadas como [10]:

- **Muda**: desperdício;
- **Mura**: desequilíbrios;
- **Muri**: sobrecarga.

A figura 1 é representativa dos três conceitos.

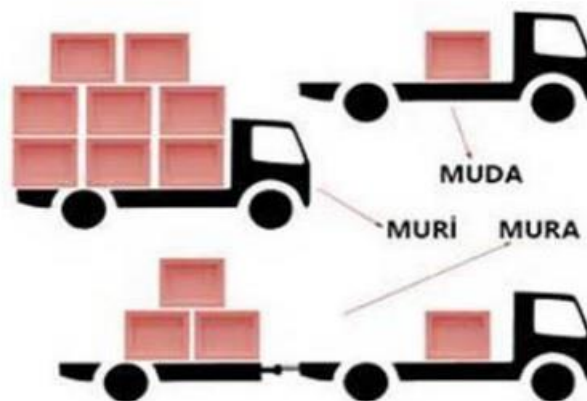


Figura 1 - Exemplo 3MU [10]

A palavra japonesa “*Muda*” significa desperdício, sendo este definido como qualquer atividade humana que absorva recursos, sem criar valor algum para o produto final [11].

De seguida, serão apresentados os oito tipos de desperdício, também conhecidos como os oito *muda* [11]:

1. **Excesso de produção:** significa produzir mais que o solicitado, ou produzir antes do tempo. Por isso, é fundamental produzir apenas quando chega uma encomenda. É considerado o desperdício mais importante de todos, sendo a principal fonte de problemas e de criação de outro tipo de desperdícios.
2. **Tempo de espera:** está diretamente ligado com o fluxo produtivo e é considerado o segundo desperdício mais importante a ter em conta. Ocorre quando o tempo não está a ser usado de forma eficaz. Significa que o produto final não está em movimento. Resulta num aumento do *lead time*, afetando a competitividade da empresa e, igualmente, a satisfação do cliente.
3. **Transporte:** o movimento desnecessário de materiais ou do WIP, origina a criação de desperdícios, afetando a produtividade e a qualidade dos produtos.
4. **Processo:** surge devido à existência de etapas no processo produtivo que não acrescentam valor ao produto final, acabando por resultar no aparecimento de defeitos. Requer a criação de métodos de uniformização, *layout* adequado e, desta forma, reduzir o transporte excessivo e melhorar a comunicação.
5. **Trabalhos desnecessários:** é o conjunto de todos os movimentos desnecessários ao longo do processo produtivo, causados pela existência de um *layout* deficiente, mas também pela ausência de ergonomia para os operadores, no que diz respeito a todas as atividades que exigem o seu deslocamento (exemplo: esticar, pegar ou inclinar). Está diretamente relacionado com o aparecimento de problemas de saúde e segurança no trabalho.
6. **Inventário:** a matéria prima, o WIP e os produtos finais, são os três tipos de inventário que, existindo em excesso, tendem a aumentar o *lead time*. Contribui negativamente para a identificação rápida de problemas e ocupa desnecessariamente os locais de armazenamento.
7. **Defeitos:** os defeitos internos resultam em sucata, retrabalho e atrasos. Resulta igualmente em custos elevados e em problemas externos desnecessários, tais como: garantias, reparações e apoio ao cliente.
8. **Recursos humanos subutilizados:** acontece, por exemplo, quando estão envolvidas num trabalho mais pessoas do que o necessário. Este tipo de desperdício está diretamente ligado com o não aproveitamento do potencial de um trabalhador, a não atribuição da tarefa correta, e com problemas relacionados com a distribuição desigual do trabalho. A ausência de balanceamento de carga origina perdas de tempo, ideias, melhorias e oportunidades de aprendizagem.

## 2.2 Ferramentas para avaliação e otimização da produção

### 2.2.1 Just-In-Time (JIT)

*Just-In-Time* é uma das ferramentas do *Lean Manufacturing*, está diretamente relacionada com o inventário e o seu principal objetivo é minimizar o armazenamento desnecessário de peças, *WIP* e produtos acabados. Segundo o JIT, a produção deverá ser realizada apenas quando o produto é solicitado, não antes. Quando a Hewlett-Packard (HP) implementou o JIT na *Fort Collins Systems Division*, obteve reduções de *WIP* de 75% [12].

Com a redução dos níveis de *stock*, será muito mais fácil identificar problemas de qualidade, podendo estes ser identificados e corrigidos previamente. Para que seja possível implementar esta filosofia, é necessário que exista colaboração e responsabilidade ao longo de todo o processo produtivo, deste o fornecedor até ao operador responsável pelo controlo de qualidade. O abastecimento em *kanban* e o agendamento das encomendas contribuirão para a existência de um sistema *pull*, ou seja, um sistema puxado pelas necessidades em que só se produz na quantidade e na hora certa [12].

### 2.2.2 Kanban

*Kanban* é uma das ferramentas do *Lean Manufacturing* que proporciona inúmeras vantagens na gestão das operações e negócios numa organização. A utilização do sistema *Kanban* é uma decisão operacional estratégica para aplicar em linhas de produção. Contribui para o aumento da produtividade da empresa e, em simultâneo, para a diminuição de desperdícios [1].

*Kanban* significa cartão. Normalmente, é um impresso que contém informações específicas com a identificação da peça e a sua quantidade. Esta metodologia é um dos pilares do conceito JIT, permite reabastecer os componentes à medida que estes são consumidos e, deste modo, reduz o nível de *stock* e o espaço reservado ao armazenamento das peças. A sua aplicação ajuda a manter um fluxo organizado das mercadorias, materiais e informações ao longo do processo produtivo [13].

### 2.2.3 Standard Work (SW)

*Standard Work* (SW) é uma metodologia chave do *Lean Manufacturing*, sendo igualmente importante para a garantia da melhoria contínua de processos numa empresa. *SW* é uma ferramenta em que as empresas investem com o fim de reduzir tempo e custo de produção, sendo fundamental para que seja possível garantir um ambiente de trabalho claro e seguro. Com esta abordagem de uniformização de processos, consegue evitar-se defeitos na produção [10].

Esta padronização de processos e tarefas ao longo do processo produtivo define as melhores práticas a ter em conta pelos operadores numa linha de montagem. O objetivo é conseguir que o trabalho seja efetuado de forma correta, com o menor número de erros possível. Para esta implementação, torna-se imprescindível aplicar as metodologias 5S's e Gestão Visual [10].

#### 2.2.4 Kaizen

*Kaizen* (figura 2) é uma palavra japonesa que resulta da junção de *Kai*, que significa mudança, com *Zen*, que significa para melhor, ou seja, consiste na prática da melhoria contínua. Esta metodologia foi difundida por Masaaki Imai, em 1986, com o seu livro “*Kaizen: The key to Japan’s competitive success*” e, atualmente, é reconhecida mundialmente como uma estratégia extremamente importante para a competitividade das empresas [14].



Figura 2 - Significado Kaizen [14]

Consiste na implementação de pequenas mudanças para conseguir atingir um objetivo a longo prazo, e assim garantir a contínua melhoria da organização, de forma gradual e permanente. A principal meta desta metodologia é aumentar a eficiência da empresa, reduzindo custos e melhorando a qualidade do serviço realizado [13].

Para garantir a estabilidade dos processos, é necessário colocar em prática algumas ferramentas *Kaizen* para determinar as causas dos problemas, e de seguida aplicar medidas para reduzir as ineficiências do sistema organizacional [15].

#### 2.2.5 5S's

O *Lean Manufacturing* engloba um conjunto de metodologias que, quando se colocam em prática de forma adequada, levam ao melhoramento do desempenho do sistema. A metodologia 5S's é uma dessas. 5S's é uma ferramenta japonesa que ajuda a reduzir os tempos que nada acrescentam ao produto final, garante o aumento da produção e melhora a sua qualidade [16].

Os cinco “S” correspondem às cinco etapas que definem esta metodologia, estando estas integradas com o ciclo PDCA [16] (figura 3).

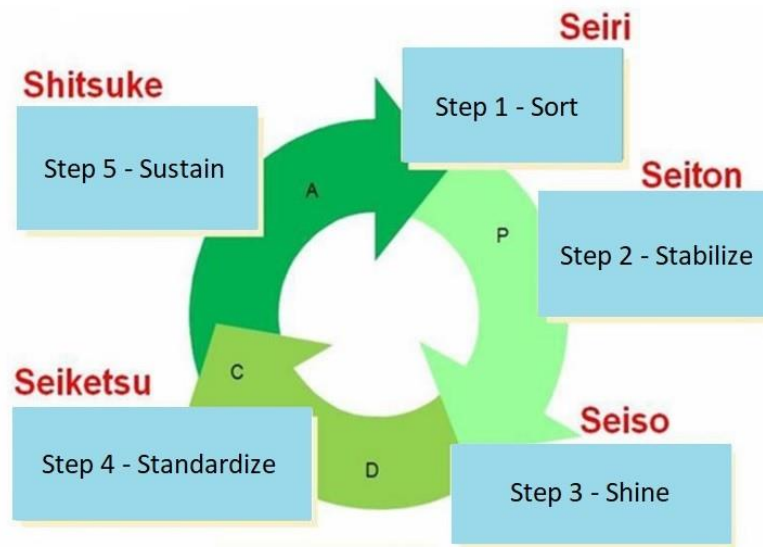


Figura 3 - Sequência da metodologia 5S's [10]

1. **Seiri (ordenar)** – A primeira etapa consiste na organização do que realmente é importante, na qual deve ser removido o que não interessa, ficando apenas o necessário para o local de trabalho.
2. **Seiton (organizar)** – A segunda etapa está relacionada com a identificação, de forma clara, onde as coisas devem estar, e assim eliminar os movimentos desnecessários.
3. **Seiso (limpar)** – A terceira etapa passa por manter sempre o ambiente de trabalho limpo, eliminando as fontes de sujidade.
4. **Seiketsu (padronizar)** – Na quarta etapa devem ser implementadas normas para a uniformização dos processos. Estes devem ser documentados, para tornar os 5S's parte da cultura da empresa.
5. **Shitsuke (disciplinar)** – Na quinta etapa é essencial a construção da autodisciplina, pondo em prática os procedimentos *standard* e, desta forma, formar um hábito de melhoria contínua.

Depois de implementada esta ferramenta, é possível que o local de trabalho esteja agora organizado e claro. Recentemente, foi incluído mais um “S”, relacionado com a segurança, em que o principal objetivo é reduzir ao máximo o número de acidentes de trabalho e, desta forma, consciencializar todas as pessoas a respeitar os princípios de segurança da empresa [10].

### 2.2.6 Heijunka

*Heijunka* é um conceito relacionado com a coordenação de todo o processo de produção, de modo a que seja possível conseguir produzir com uma taxa constante, para dar resposta às encomendas dos clientes. Para a implementação desta metodologia, será necessário reestruturar a arquitetura do processo, nivelar as tarefas e distribuir a carga de trabalho durante o período de tempo disponível [17].

A função do *Heijunka* é controlar a variabilidade de encomendas de trabalho, para permitir o aumento da capacidade produtiva e evitar picos no cronograma de produção. Sem nivelamento, as capacidades e recursos da empresa são subutilizadas, o que leva ao desperdício de mão-de-obra, problemas de qualidade e defeitos nos produtos [15].

A carga de trabalho devidamente nivelada na produção é alcançada através da criação de um padrão repetitivo e de curto período para conciliar o volume de produção e o *mix* de produtos existentes. Cada produto é fabricado obedecendo ao seu *takt time* e, para que seja possível nivelar o abastecimento, é fundamental criar uma técnica de armazenamento, sendo esta realizada com base nos tipos de famílias de peças [15].

### 2.2.7 Jidoka

*Jidoka* significa *automation* e é uma ferramenta de deteção de erros. Deverá ser projetada para funcionar de forma autónoma, com o principal objetivo de melhorar a qualidade do processo e dos produtos [18].

O conceito, na linguagem Toyota define-se como “automação com toque humano”, sendo que a sua ideia principal se baseia na criação um sistema capaz de parar a linha de produção, sempre que algum erro for detetado. Atualmente, a tecnologia necessária para a implementação desta metodologia está perfeitamente desenvolvida e disponível no mercado. Está diretamente relacionado com a utilização de dispositivos *Poka Yoke* [19].

Para a prática desta metodologia, o ideal é que a empresa possua um sistema *pull*, onde apenas são produzidas as peças estritamente necessárias (*JIT*). *Jidoka* exige que as inspeções de qualidade sejam realizadas em todas as etapas de produção e no exato momento do seu fabrico, evitando, desta forma, que a peça defeituosa continue ao longo do processo de produção [19].

### 2.2.8 Gestão Visual

A gestão visual é um conceito que visa a criação de informações visuais de forma coerente, oportuna e regular, com o objetivo de conseguir melhorar os processos de produção e igualmente otimizar todas as tarefas diárias básicas [20].

De seguida, serão apresentados os benefícios da aplicação desta ferramenta [20]:

- Controlar o estado da produção;
- Melhorar a comunicação entre setores;
- Aumentar a capacidade de resposta a anormalidades;
- Consciencializar as pessoas sobre os desperdícios;
- Mudar a cultura da empresa.

Com a prática destas metodologias será possível aumentar a segurança e limpeza no trabalho, melhorar a produtividade e reduzir os defeitos de produção. O posicionamento de informações deverá ser em locais de grande visibilidade, de forma simples e clara, e deverá ter informações relativas ao desempenho produtivo e metas a atingir [20].

### 2.2.9 Poka Yoke

*Poka Yoke* é um termo que foi desenvolvido no Japão por Shingo, na década de 1960, e é uma importante ferramenta para a deteção de erros, assegurando as condições adequadas para que um processo avance na linha de produção [21].

Deverá ser implementado, prevenindo ou detetando o defeito. No entanto, deverá ser aplicado durante o desenvolvimento de metodologias de processo, para maximizar as oportunidades de deteção de defeitos. Se for colocado em prática depois de selecionado o tipo de processo, as verificações de erro são mais limitadas, exigindo neste caso uma modificação do processo, aumentando assim os custos inerentes à sua implementação [21].

É uma das ferramentas *Lean* com mais relevância no que diz respeito à garantia da qualidade dos produtos produzidos. No geral, esta ferramenta destina-se, principalmente, aos trabalhadores da produção, visto que é no *shop floor* que os problemas produtivos podem ser observados [21].

Este conceito envolve a criação de controlos de produto e de processo para prevenir a ocorrência de erros e requer uma inspeção simples e económica, devendo ser realizado no final de cada operação, sendo mais fácil descobrir e corrigir os defeitos na origem [22].

A sua implementação requer a utilização de técnicas que combinem as diferentes etapas, de forma a otimizar o processo produtivo. Por exemplo, utilização de codificações por cores para facilitar o controlo visual, marcação ou rotulagem das peças para otimizar o processo de montagem. Ou então, por exemplo, a criação de uma zona que permita armazenar as peças necessárias, individualmente para cada tarefa e, assim, garantir que todas as peças foram montadas [22].

### 2.2.10 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (figura 4) é uma ferramenta constituída por quatro fases: *Plan* (planear), *Do* (executar), *Check* (verificar) e *Act* (atuar), sendo também conhecido como ciclo de Deming [23].

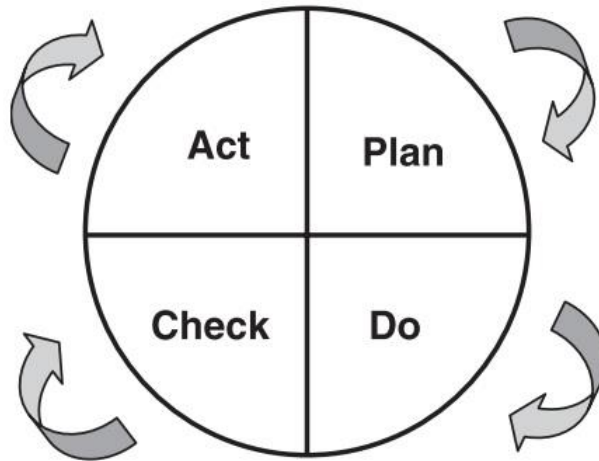


Figura 4 - Ciclo PDCA [13]

É um plano de ação que traz vários benefícios para o processo produtivo da empresa, sendo assim possível obter futuras melhorias e, simultaneamente, contribuir para a eliminação de desperdícios [3].

De seguida, são apresentadas as descrições das diferentes fases [13]:

1. **P (Plan):** O ciclo inicia-se com a formulação de um plano de ação baseado numa análise de dados recolhidos.
2. **D (Do):** O próximo passo está relacionado com o processo de execução.
3. **C (Check):** Depois de concluída a fase anterior, os resultados são verificados e o desempenho é avaliado.
4. **A (Act):** Se o projeto foi bem-sucedido, o resultado é consolidado e padronizado.

O ciclo PDCA é um conceito de processos de melhoria contínua presentes na cultura da organização. A fase mais importante é o *Act*, visto que só depois de concluída se possa concluir um projeto, recomeçando o ciclo novamente para outras hipóteses de melhoria [13].

### 2.2.11 VSM

*Value Stream Mapping* (VSM) significa Mapeamento do Fluxo de Valor e é um método usado na abordagem aos processos de produção, criando assim um fluxo de valor desde o fornecedor até ao cliente [24].

O objetivo é que exista um fluxograma para cada tipo de famílias de produtos, com informações referentes ao seu processo e aos seus fluxos de materiais e informação [25].

#### 2.2.11.1 Métricas associadas ao VSM

Para além do *Lead Time*, que é o principal indicador do *Value Stream Mapping*, serão abordadas outras métricas que estão associadas ao VSM.

##### 2.2.11.1.1 Lead Time

O *Lead Time* refere-se ao tempo que um produto demora para percorrer todo o processo produtivo do início ao fim, ou seja, o tempo despendido para percorrer todo o fluxo de valor [9]. Quanto maior o lote, maior a quantidade de WIP em cada posto de trabalho e, conseqüentemente, ter-se-á um *lead time* mais elevado [26].

##### 2.2.11.1.2 Takt Time

O *takt-time* é calculado a partir da quantidade de encomendas do cliente por dia, e do tempo de trabalho disponível por dia. A função é indicar a frequência de produção de cada produto dentro dos prazos pré-definidos [27].

A fórmula de cálculo é a seguinte [26]:

$$takt\ time = \frac{\text{tempo disponível}}{\text{procura}} \quad (1)$$

##### 2.2.11.1.3 Tempo de Ciclo

O tempo de ciclo diz respeito ao tempo total que uma peça demora a ser produzida. Este valor é definido pela operação mais lenta, ou pelo tempo mais lento de todos os postos de trabalho (*bottleneck*). Ou seja, pode dizer-se que o tempo de ciclo é o tempo decorrido entre a conclusão de uma peça, até à conclusão da seguinte [28].

### 2.2.12 OEE (Overall Equipment Effectiveness)

*Overall Equipment Effectiveness* é um índice de medição do desempenho de um equipamento, que significa Eficácia Geral do Equipamento [29]. O OEE especifica seis fontes de perdas com impacto na eficácia do equipamento [30]:

1. Falhas/avarias de máquina;
2. Mudanças/ajustes/afinações;
3. Paragens/Interrupções súbitas;
4. Velocidade reduzida;
5. Defeitos/retrabalho;
6. Perdas no arranque.

A fórmula para o cálculo do OEE é a seguinte [31]:

$$\text{OEE} = (\text{A}) \text{ Disponibilidade} \times (\text{P}) \text{ Desempenho} \times (\text{Q}) \text{ Qualidade} \quad (2)$$

Em que [32]:

$$(\text{A}) \text{ Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de Operação} - \text{Paragens}}{\text{Tempo Planeado}} \times 100 \quad (3)$$

$$(\text{P}) \text{ Desempenho} = \frac{\text{Total de Peças} / \text{Tempo de Produção}}{\text{Peças por Ciclo}} \times 100 \quad (4)$$

$$(\text{Q}) \text{ Qualidade} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Peças Boas}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Peças Produzidas}} \times 100 \quad (5)$$

Para se conseguir entender a utilidade do OEE, é importante realizar uma Análise do Tempo do Equipamento (*Equipment Time Analysis*), e ter em conta o impacto das perdas no tempo total de produção, conforme apresentado na figura 5 [13].

As perdas estão representadas pelas linhas a tracejado e podem estar relacionadas com perdas por paragens programadas e não programadas, perdas de disponibilidade, perdas de velocidade ou perdas de qualidade [13].

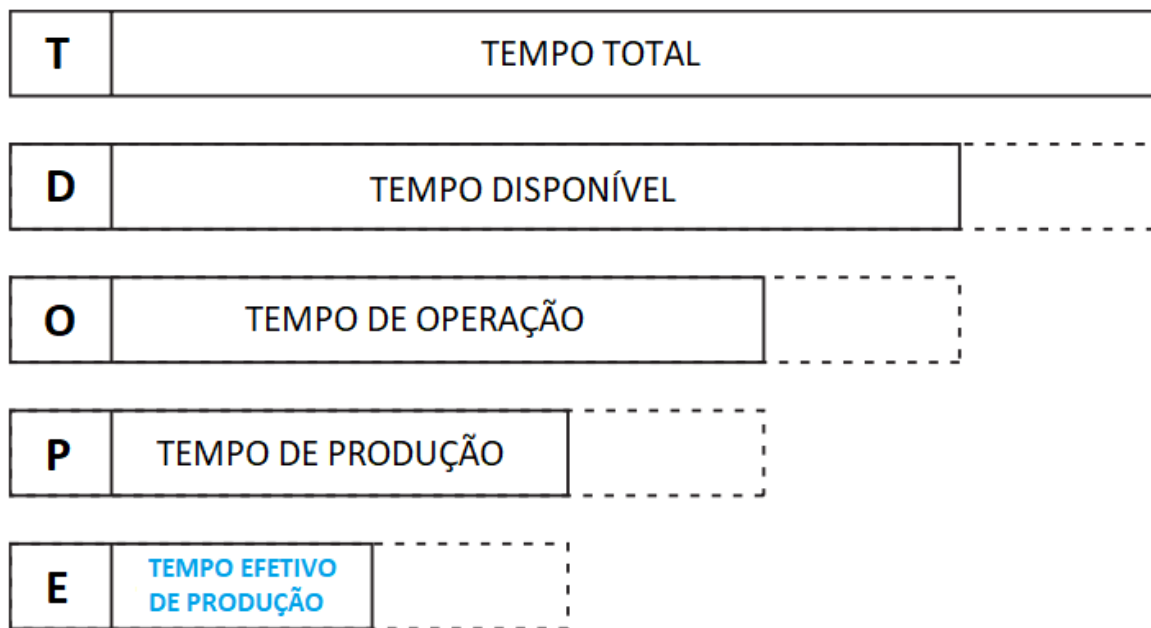


Figura 5 - Impacto das perdas no tempo total de trabalho [13]

### 2.3 Balanceamento de Linhas de Montagem

Existem algumas fontes de instabilidade da linha que podem ser controladas minimizando os movimentos desnecessários do operador que, juntamente com a variação do tempo de ciclo, contribuem negativamente para o desequilíbrio da linha de produção [15].

Com base na procura, o número de operadores necessários para executar o produto final pode variar, aumentando ou diminuindo com o objetivo de atingir a produção necessária [15].

O balanceamento de uma linha de montagem consiste em fazer uma atribuição de tarefas de montagem pelos diversos postos, obedecendo à sequência de operações. Minimizando o número de postos para um dado tempo de ciclo, levará ao aumento da eficiência da linha [33].

A realização do balanceamento em linhas onde existe uma grande variedade de produtos, exige a elaboração preliminar de um *layout* da linha, para se garantir o cumprimento do tempo de ciclo desejado. Neste caso, não existem linhas individuais para cada modelo, ou seja, numa linha poderão ser produzidos diferentes modelos [33].

No balanceamento de uma linha de modelos mistos, as diferentes características do processo de montagem e os diferentes modelos causam problemas, como o desvio do tempo de ciclo ou o sequenciamento das tarefas, problemas estes que não surgem quando se está perante uma linha simples, que só produz um modelo único [33].

### 2.3.1 Estudo de métodos e tempos

O estudo do trabalho é um conceito que normalmente é usado para descrever um grupo de ferramentas de análise, aplicadas quando se inicia o processo de estudo do trabalho feito pelo operador [34].

Esse conceito decompõe-se no estudo dos métodos e na medida do trabalho (estudo dos tempos), estando estas duas técnicas diretamente ligadas entre si. Trabalham em simultâneo, visto que, se é realizado o estudo da viabilidade de introdução de métodos novos, é fundamental qualificá-los em tempo ganho. Com a medição do trabalho, é possível identificar tempos que não acrescentam valor ao produto final, podendo estes ser eliminados com a implementação de novos métodos [35].

O estudo dos métodos tem por base o estudo e análise crítica dos métodos existentes para a realização de uma determinada tarefa. O aperfeiçoamento desses mesmos métodos e a implementação de outros mais eficazes e com custos mais reduzidos, contribuirão para melhorar o fluxo produtivo [36].

O estudo dos tempos das tarefas previstas consiste num diverso número de procedimentos a implementar, para obter um tempo total necessário para a realização de uma determinada tarefa. O resultado final é determinado sob condições de medição normalizadas e pode designar-se por tempo padrão [34].

Para estudar os tempos, poderão ser aplicados alguns métodos de medição, sendo que, a cronometragem será o método abordado, visto ser a técnica mais correta para a medição de tarefas com um curto tempo de ciclo [37].

Para além da utilização de um cronómetro e de um documento de registo dos tempos, pode ainda recorrer-se à filmagem das operações. A carga de trabalho deverá garantir uma produção constante do produto, para que o trabalho seja realizado num modo contínuo e para que o ritmo do operador não varie significativamente [38].

## 2.4 Produção em massa vs Produção por encomenda

A produção em massa está relacionada com a produção de grandes quantidades do mesmo tipo de produto por um período longo. Geralmente, a unidade de produção está simplesmente dedicada à produção de um único tipo de produto e dos seus possíveis modelos associados (por exemplo: produção de um modelo automóvel de duas ou quatro portas na mesma fábrica) [22].

Não é influenciada por variações diárias nas vendas, visto ter associada uma elevada taxa de encomendas do produto. A produção de televisores, computadores e automóveis são exemplos típicos deste tipo de produção [22].

Já a produção por encomenda, está diretamente interligada com a filosofia *Just-in-Time*. É possível ter uma produção capaz de produzir um *mix* de produtos, podendo, cada um deles, conter um diverso número de configurações [39].

O objetivo é que o processo de produção possa ser ajustado face às encomendas, evitando que se gerem *stocks* excessivos [40].

# DESENVOLVIMENTO

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.2 DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL

3.3 METAS A ATINGIR

3.4 METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO

3.5 IMPLEMENTAÇÃO DA LINHA DE MONTAGEM

3.6 BALANCEAMENTO

3.7 INDICADOR DE PRODUTIVIDADE

3.8 CÁLCULO DO OEE

3.9 ABASTECIMENTO

3.10 *STANDARD WORK*



## 3 DESENVOLVIMENTO

### 3.1 Apresentação da Empresa

#### 3.1.1 Auto Ribeiro, Lda.

A Auto Ribeiro, Lda. (figura 6) é uma empresa portuguesa, fundada por António Ribeiro a 28 de Janeiro de 1976, em Canelas (Vila Nova de Gaia). Iniciou a sua atividade com cinco funcionários, numa oficina com apenas 300 m<sup>2</sup> e dedicava-se à transformação de carros fúnebres.



Figura 6 - Logo Auto Ribeiro, Lda.

Em 1986, fruto de uma análise de mercado e das suas necessidades, o seu fundador decide alterar o seu ramo de negócio, começando com a transformação de ambulâncias.

Hoje, possui uma área fabril com mais de 30000 m<sup>2</sup>, aproximadamente trezentos funcionários, e dedica-se à transformação de diversos veículos, estando estes relacionados com a saúde, comércio e negócio, segurança pública e privada, apoio a pessoas com mobilidade reduzida, entre outras.

A AR encontra-se estruturada da seguinte forma:

- AR Ambulance: Ambulâncias dos Tipos A, B, C, INEM e outros modelos internacionais;
- AR Equipment: Equipamento médico de emergência não hospitalar;
- AR Security: Viaturas blindadas de transporte de valores;
- AR Mobility: Veículos para transporte de pessoas com mobilidade reduzida;
- AR Service: Serviço Pós-venda.

A crescente aposta na inovação, desenvolvimento, segurança e qualidade, aliadas à implementação de políticas de sustentabilidade ambiental e social, fazem com que a AR seja uma marca de excelência, quer nacional quer internacional.

Em Portugal tem duas unidades de serviço pós-venda, em Canelas (Vila Nova de Gaia) e em Vialonga (Vila Franca de Xira), atuando em três continentes: Europa, Ásia e África (figura 7).



Figura 7 - Presença da Auto Ribeiro no mundo

As suas principais filiais são:

- AR France (Lyon) - desde Setembro de 2013;
- AR Hispania (Vigo) - desde Novembro de 2011;
- AVMAE (Dubai) - desde Abril de 2014;
- ARCD Africa SA (Senegal) - desde Abril de 2014.

Como é possível observar na figura 7, para além destas filiais, a AR tem presença em outros diversos países, tendo distribuidores dos seus veículos e equipamentos em: Lituânia, Polónia, Grécia, Tunísia, Marrocos, Egipto e Israel [41].

### 3.1.2 AR Equipment

A marca AR Equipment (figura 8) foi criada em 2014, mas o seu trajeto iniciou-se antes, depois da fundação da empresa mãe. Assim que a AR decide entrar num novo mercado e começa a produzir ambulâncias, tornou-se imprescindível ter um bom equipamento no seu interior.

Dedica-se à produção de equipamentos de emergência médica para transporte pré-hospitalar e para doentes com dificuldades de locomoção.



Figura 8 - Logo AR Equipment

Em 2010, começou a produzir os modelos F2 Monobloco e Carrinho/maca para a Ferno, empresa americana que é uma das maiores a nível mundial no setor.

A AR Equipment possui uma equipa de engenharia no seu departamento de estudos e projetos, que todos os anos lança novos produtos no mercado, estando simultaneamente em constante melhoria dos equipamentos já existentes.

Os seus modelos estão inseridos nestes principais grupos [42]:

- Monoblocos;
- Carrinhos/maca;
- *Charriots*;
- Estrados;
- Cadeiras Ortopédicas;
- Rampas;
- Estribos;
- Mesas.

### 3.2 Descrição da situação inicial

São muitos os fatores responsáveis por atrasar a conclusão atempada dos produtos na linha de montagem, e que prejudicam o desenvolvimento sequenciado do trabalho ao longo do processo produtivo.

Ao longo do processo de montagem, observaram-se as tarefas e processos utilizados que não acrescentam valor ao produto, que influenciam diretamente de forma negativa o fluxo de produção e toda a sequência de tarefas necessárias.

Os problemas foram previamente identificados, para que fosse possível estabelecer objetivos e, desta forma, conseguir atingir as melhorias esperadas.

A ARE possuía uma unidade de produção onde os seus produtos eram produzidos com base em *stock* de peças pré-montadas, existindo um excessivo número de WIP. O processo final de montagem atual agrega muito poucas operações, visto que a maior parte dos componentes a ser montados já se encontram em *stock*.

A produção encontra-se dividida em dois pisos distintos, sendo mais difícil controlar todos os processos produtivos e gerir a produção dos diversos produtos.

Os principais problemas identificados nos postos de trabalho ao longo do processo de montagem estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Problemas identificados nos PT's

TIPO DE PROBLEMA	CONSEQUÊNCIA
<b>Material</b>	Fraco controlo do abastecimento
	Deslocações desnecessárias dos operadores
<b>Espaço</b>	Falta de organização nos postos
	Espaço mal gerido
<b>Não conformidades</b>	Retrabalho
	Tarefas desnecessárias
	Aumento do <i>lead time</i>
<b>Normalização</b>	Variabilidade de processos
	Controlo de qualidade

O problema que ocorre com mais frequência é a falta de componentes nos postos, que origina desperdício de tempo do operador, tendo este movimentações em excesso sem valor acrescentado, dentro e fora da linha.

O operador abandona o seu posto de trabalho frequentemente para procurar componentes, ou então começa a realizar outra operação para não ficar parado. A falha na logística interna e a ausência de organização na cadeia de abastecimento, contribui para a redução da eficiência na linha. A sequência de operações é muitas vezes alterada, e desta forma, a execução das tarefas não segue a sequência normal. A grande quantidade de WIP, causado pelas ruturas constantes de *stock*, tem impacto direto de forma negativa na produção.

Outro problema relaciona-se com a disposição dos componentes necessários na linha de montagem, ou seja, o abastecimento dos postos não é realizado de forma correta e o espaço disponível não é otimizado, estando os componentes para montagem em áreas não destinadas para o efeito.

As não conformidades frequentes durante o processo de produção, originam retrabalho e desperdício de tempo na montagem. Todas estas tarefas inesperadas provocam um atraso na conclusão do produto final.

A falta de normalização na montagem, provoca uma elevada variabilidade dos processos, provocando desperdícios e, conseqüentemente, dificulta o controlo de qualidade, pela não existência de um modelo único de fabrico, sendo também bastante complicado garantir a melhoria contínua do processo.

Todos estes problemas causam dificuldades na gestão diária da produtividade e contribuem para atrasar o fluxo produtivo.

### 3.3 Metas a atingir

A meta principal deste projeto é a implementação de melhorias numa linha de montagem na AR Equipment e espera-se que isso se reflita num aumento da produtividade da linha e numa redução do WIP.

Para que tal seja possível, é imprescindível cumprir estes pontos:

- Melhoria da logística interna (armazenamento e abastecimento)
- Organização dos postos
- Balanceamento da linha
- Uniformização dos processos
- Garantia da melhoria contínua
- Desenho dos *layouts* de bordo de linha e supermercado

Outra meta a atingir é a redução dos desperdícios, operações que não acrescentam quaisquer vantagens ao produto final e que aumentam o tempo de conclusão dos equipamentos. A aplicação dos princípios *Lean Manufacturing* serão fundamentais para obter sucesso neste projeto.

Para atingir os objetivos propostos, realizar-se-á um tipo de abastecimento em *kanban* para o bordo de linha e supermercado, em que os componentes estarão organizados em caixas, previamente dimensionadas em função da sua capacidade e do seu consumo.

Uma das principais metas deste projeto é a eliminação de todas as referências de peças pré-montadas, e a centralização da produção num único piso, ficando outro reservado apenas para o supermercado.

### 3.4 Metodologia de implementação

O objetivo principal do presente projeto baseia-se no balanceamento da linha de produção, visando melhorar o desempenho de um conjunto de linhas de montagem da ARE.

Após o levantamento inicial por cronometragem, será fundamental analisar os pontos críticos, quais as suas causas e quais os seus efeitos na produção final de cada produto. Obter uma produção de forma contínua e nivelada, de modo a reduzir os *stocks* intermédios e a aplicação de ferramentas *Lean* e de melhoria contínua para otimizar o processo produtivo.

Na figura 9, apresenta-se as etapas principais do projeto, no que diz respeito ao balanceamento:

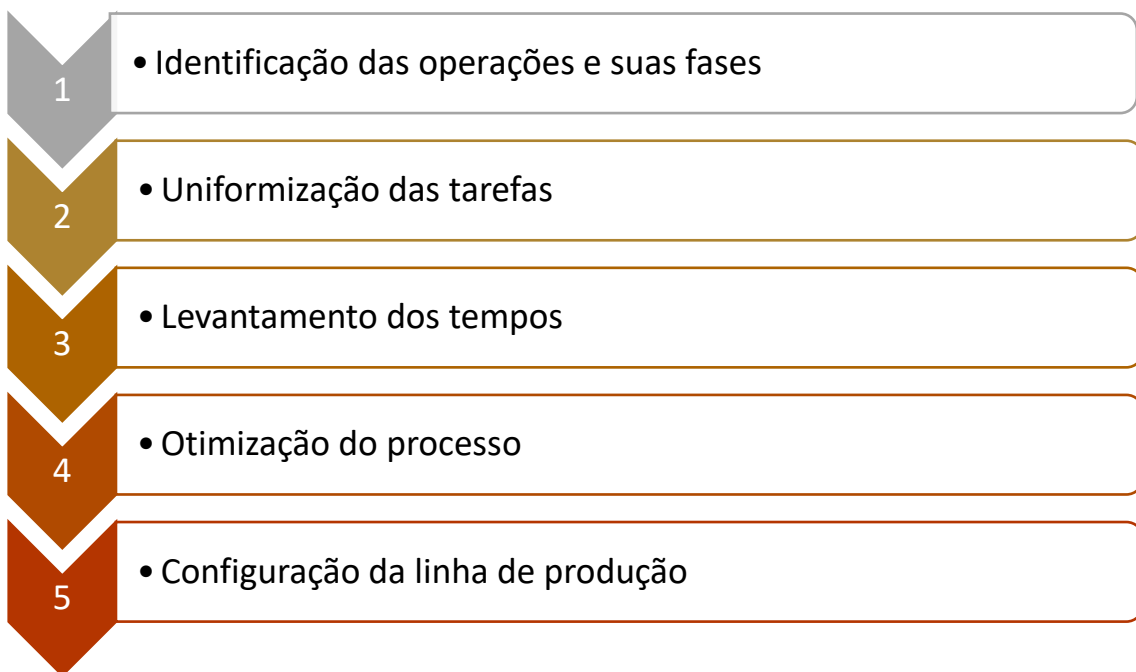


Figura 9 - Fluxograma com principais etapas da metodologia para o balanceamento

Todas as operações necessárias à produção do produto serão atribuídas aos postos de trabalho da forma mais adequada, visando obter melhores indicadores de produção em relação à situação inicial.

A metodologia aplicada tem por base a racionalização industrial, ou seja, em cada fase do processo produtivo será definido o método mais eficaz de realizar o trabalho, de forma a otimizar os recursos humanos existentes e melhorar o fluxo de produção.

A configuração da linha de produção consiste em todo o processo de dimensionamento do bordo de linha e supermercado, com criação de novos *layouts* para ambos, organizando assim os materiais nos locais mais apropriados, e identificando todas as estantes e estruturas que servirão de armazenamento ao material necessário para o processo de montagem dos equipamentos.

De seguida, serão apresentados na figura 10 os vários passos da metodologia implementada neste projeto.

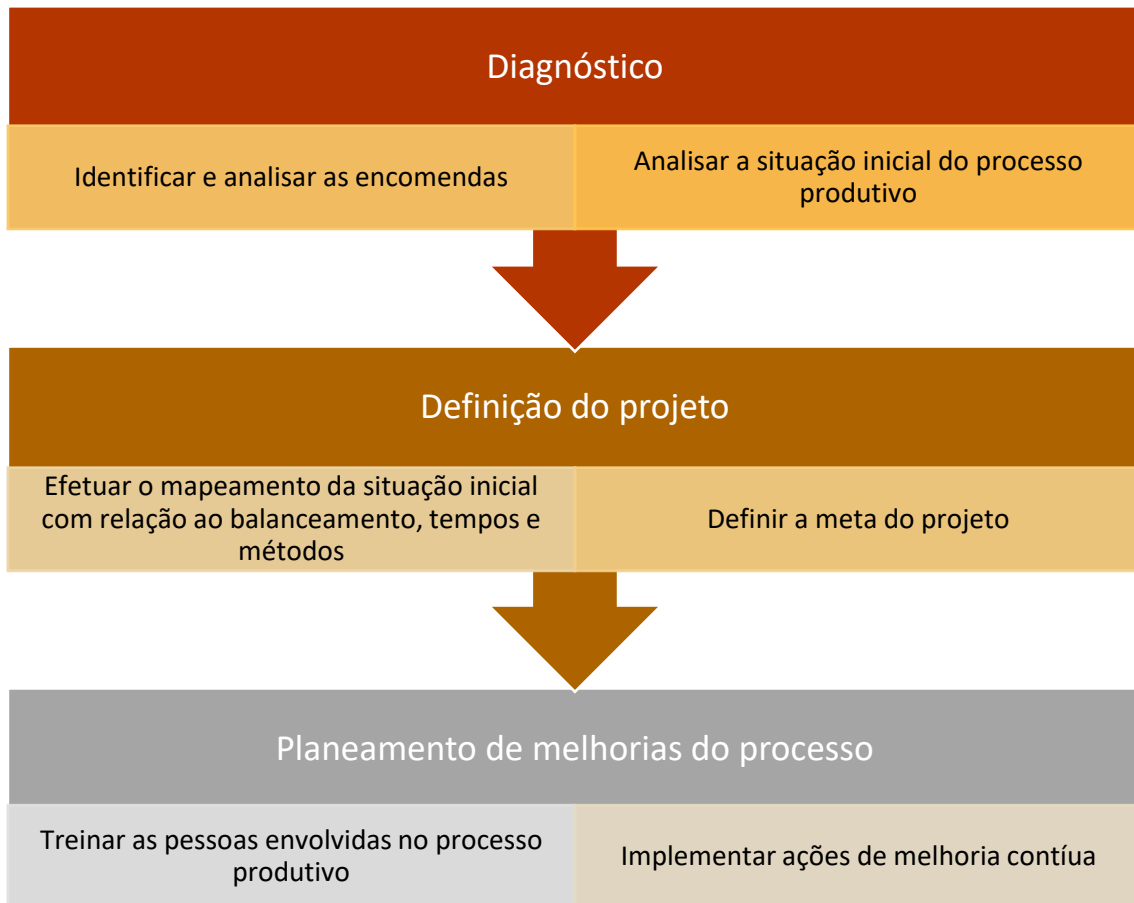


Figura 10 - Fluxograma com metodologia do projeto

Em relação à implementação da filosofia *kaizen*, e com base na necessidade de aumentar a eficiência do processo produtivo, serão promovidos eventos *Kaizen* Diário (KD) que consistem em reuniões diárias, realizadas todas as manhãs para abordar os problemas em termos de qualidade, tendo em vista a eliminação das causas associadas. Serão criados controlos para gestão visual para cada área específica de trabalho, onde será também aplicada a metodologia PDCA.

### 3.5 Implementação da Linha de Montagem

A linha de produção irá ser constituída por vários postos de trabalho, cuja posição é fixa e cuja sequência é imposta pela lógica das sucessivas operações a efetuar, com base nas suas respetivas gamas operatórias.

A carga das várias operações será uniformemente distribuída pelos vários postos, tendo em conta a sequência de tarefas necessárias executar para produzir cada produto.

Cada posto irá apresentar sempre algum tempo ocioso, visto que na prática não é possível atingir uma eficiência de 100%. A produção da ARE será subdividida em quatro linhas de produção, adaptadas às necessidades de cada produto:

- Linha 1 (Carrinhos, Monoblocos e Macas);
- Linha 2 (Cadeiras);
- Linha 3 (Mesas, Rampas e Estribos);
- Linha 4 (Estrados e *Charriots*).

Na figura 11 é possível observar as diferentes áreas de produção:

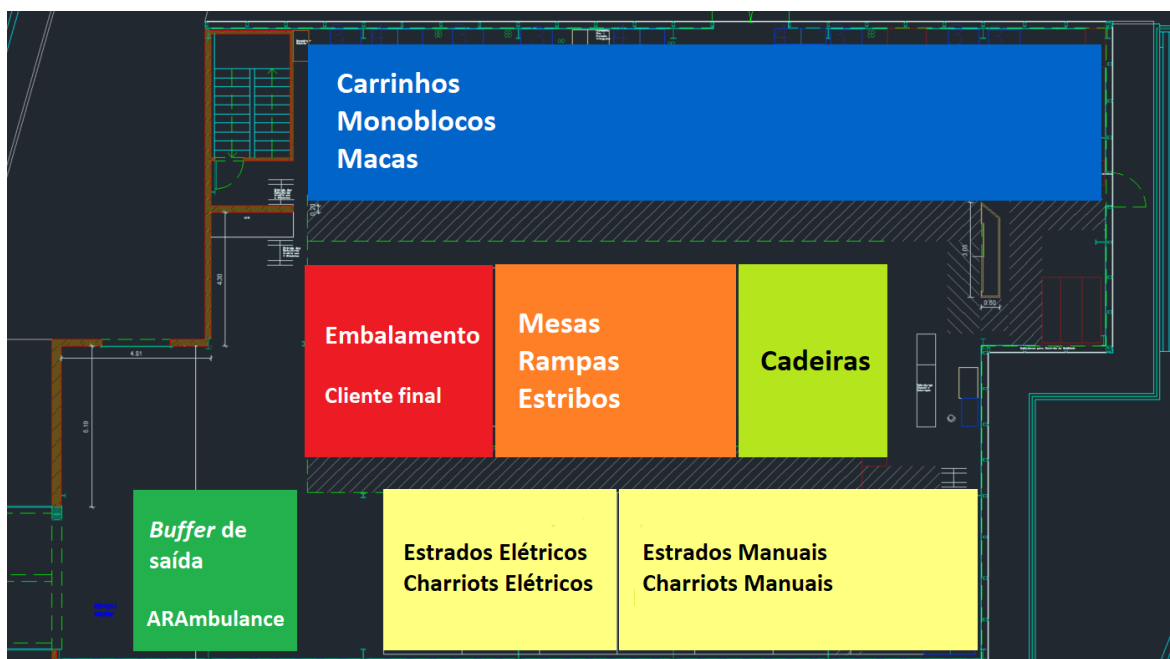


Figura 11 - Layout Linha de Montagem

Com esta implementação, serão eliminadas todas as pré-montagens existentes, e todos os postos passarão a ter operações específicas e normalizadas. Como se pode ver na figura anterior, a produção passará a ficar centralizada num único piso.

## 3.6 Balanceamento

### 3.6.1 Produtos

O conjunto carrinho/maca M860 é uma maca amovível de acionamento manual (figura 12, 13 e 14).

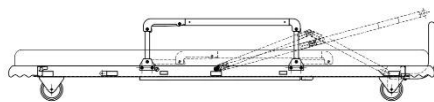


Figura 12 - Maca M860

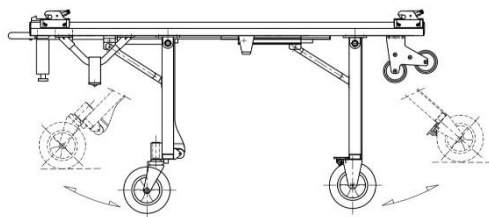


Figura 13 - Carrinho M860



Figura 14 - Carrinho/Maca M860

O monobloco M760 é um modelo equivalente ao carrinho/maca M860, mas com maca fixa (figura 15 e 16).

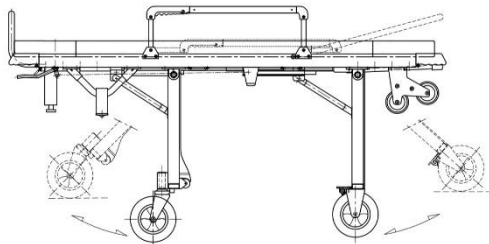


Figura 15 - Monobloco M760 (1)



Figura 16 - Monobloco M760 (2)

Os equipamentos apresentados têm como principal objetivo o transporte de doentes com dificuldades de locomoção e pós-operatório. Destacam-se pela sua estrutura em alumínio e pelo facto de possuírem duas rodas fixas e duas giratórias. Ambos os modelos suportam uma carga máxima de 250 kg.

### 3.6.2 Apresentação da solução

De modo a aumentar a produtividade da AR Equipment e, em simultâneo, diminuir o tempo de fluxo produtivo dos seus equipamentos, efetuou-se o balanceamento das linhas de montagem.

Numa fase inicial, apenas foram abordados os equipamentos mais produzidos e com maior procura do mercado. Para identificá-los, foi realizado um estudo relacionado com o histórico de produção em anos anteriores.

Tabela 2 - Resumo de tempos dos produtos AR Equipment em linha de produção

<b>Tipo Produto</b>	<b>Modelo</b>	<b>Tempo Total de Produção</b>
<i>Charriot</i> Elétrico	A200	08:20:00
<i>Charriot</i> Manual	A150	02:49:32
Estrado Elétrico	E400	08:32:34
Estrado Manual	E250	00:48:35
Estrado Manual	E250 H	00:48:35
Cadeira	C600	01:19:08
Cadeira	C610	01:16:02
Cadeira	C510	01:19:15
Cadeira	C550	01:07:54
Cadeira	C551	01:07:52
Mesa	Aparelhos Médicos Nº8	00:26:05
Estrado Elétrico	D250	00:45:50
Rampa	P300	01:28:44
Rampa	P310	01:28:44
Rampa	P320	01:28:44
<b>Maca</b>	<b>M860</b>	<b>02:16:17</b>
<b>Monobloco</b>	<b>M760</b>	<b>04:05:27</b>
Monobloco	M764	04:41:26
Monobloco	M764 VF	04:42:41
Monobloco	M764 S	04:35:44
<b>Carrinho</b>	<b>M860</b>	<b>03:12:12</b>

Concluiu-se que os produtos em estudo nesta dissertação seriam:

- **Maca M860;**
- **Carrinho M860;**
- **Monobloco M760.**

Esta escolha justifica-se pelo facto de ser demasiado morosa a realização do balanceamento de todos os produtos, devido à grande diversidade de modelos existentes e também pelo facto das linhas serem bastante semelhantes entre si.

De seguida, foram elaborados estudos sobre todas as tarefas de montagem em cada posto de trabalho, com o objetivo de balancear as linhas de forma correta, tendo em conta as necessidades da produção.

Foi realizada uma *Mockup* para cada equipamento, onde foram cronometradas todas as tarefas necessárias à produção de cada equipamento, chegando a um tempo total de produção denominado de *Mockup Acc.* (tempo acumulado). Em simultâneo, foram efetuados filmes de todos os postos de trabalho, para uma posterior análise das várias tarefas, tendo em atenção todos os movimentos feitos pelos operadores. Desta forma, foi possível detetar tarefas que não acrescentam valor ao produto.

O gráfico de processo contém informações relevantes como a designação da operação, referências das peças necessárias para cada tarefa e as ferramentas a utilizar. Cada operação tem um tempo atribuído e na coluna à direita pode ver-se a atualização relativa ao tempo acumulado após cada tarefa executada (figura 17).

Linha de Montagem - Carrinho M860						
Operação	Posto	Tempo da Tarefa	Tempo Acc.	Operação	Referências	Ferramentas
1	1	00:00:52	00:00:52	Colocar sabonetes	1 P002001014PRT 2 M004030007PRT 1 M004027001PRT	Martelo de nylon; Molde
2	1	00:00:37	00:01:29	Colocar topos na estrutura	3 M004030004PRT	Martelo de nylon
3	1	00:01:00	00:02:29	Marcar posições dos furos para bloqueadores		Molde; Lápis
4	1	00:00:36	00:03:05	Furar sabonetes		Aparafusadora
5	1	00:01:28	00:04:33	Aparafusar chapas de suporte engate Nº1/Nº2	2 P002007021PRT 1 P002007022PRT 15 M001039109	Aparafusadora
6	1	00:02:55	00:07:28	Montar 2 fechos	2 M004029008PRT 2 M001048005 2 P002007014PRT 2 M001020018 2 M001043111 2 M001027015	X-ato; Martelo

Figura 17 - Exemplo do Gráfico de Processo

Na linha de montagem, poderão existir duas ou mais equipas, de acordo com a necessidade de produção. Cada equipa será composta com operadores de três áreas distintas: mecânica, eletricidade e controlo de qualidade. Nesta última, os equipamentos são testados e é feita a sua decoração.

Existem alguns postos destinados a operações específicas e com operadores especializados nestas áreas:

- Posto CQ – Controlo Qualidade;
- Posto E – Eletricidade.

### 3.6.2.1 Carrinho/maca M860

De seguida, são apresentadas as condições gerais para este equipamento na tabela 3, e o cálculo do *takt-time* e do número mínimo de postos de trabalho.

Tabela 3 - Considerações gerais – Carrinho/maca M860

<b>Diário</b>	
Tempo Total	480 min
Reunião KD	5 min
Limpeza PT	5 min
Pausa Manhã	10 min
Tempo Disponível	460 min
Procura	22 unidades

Foram distribuídos os tempos totais de processamento pelos vários postos, para o conjunto carrinho/maca M860. Nos anexos A e B apresentam-se os gráficos de processo com todas as tarefas e com a divisão por postos de trabalho. Nas tabelas 4 e 5 estão apresentados os tempos de ciclo (TC), tempo este que é definido como o mais lento de todos os postos apresentados.

Tabela 4 - Distribuição tempos pelos PT's - Maca M860

<b>Postos</b>	<b>Tempo (hh:mm:ss)</b>
1	00:13:55
2	00:13:59
3	00:13:45
4	00:13:20
5	00:13:40
6	00:14:00
7	00:14:00
8	00:14:30 <b>TC</b>
9	00:13:10
10	00:11:58
<b>TOTAL</b>	<b>02:16:17 = 136,28 min</b>

Tabela 5 - Distribuição tempos pelos PT's - Carrinho M860

Postos	Tempo (hh:mm:ss)
1	00:20:21 TC
2	00:19:46
3	00:18:04
4	00:18:17
5	00:18:57
6	00:19:47
7	00:19:36
8	00:18:56
9	00:18:23
10	00:20:05
<b>TOTAL</b>	<b>03:12:12 = 180,2 min</b>

O valor relativo à procura foi definido inicialmente como sendo de 22 unidades diárias, com base nas encomendas de 2017 e, essencialmente, com o objetivo de aumentar a produção. Ao tempo total foram deduzidos todos os tempos de paragem.

Cálculo do *takt time*:

$$takt\ time = \frac{460}{22}$$

$$takt\ time = 20,91\ min$$

Cálculo do número de postos de trabalho necessários para a maca M860, N:

$$N = \frac{\text{tempo de processamento}}{\text{procura}} \quad (6)$$

$$N = \frac{136,28}{22}$$

$$N = 6,19 \approx 7\ \text{postos}$$

Cálculo do número de postos de trabalho necessários para o carrinho M860, N:

$$N = \frac{180,2}{22}$$

$$N = 8,19 \approx 9 \text{ postos}$$

Posteriormente, foi efetuada uma comparação de valores entre os diferentes tempos de processamento e o valor do *takt time* calculado anteriormente (**00:20:55**). Em ambos os casos, o valor do TC é inferior ao *takt time*.

### 3.6.2.2 Monobloco M760

De seguida, são apresentadas as condições gerais para este equipamento na tabela 6, e o cálculo do *takt-time* e do número mínimo de postos de trabalho.

Tabela 6 - Considerações gerais – Monobloco M760

Diário	
Tempo Total	480 min
Reunião KD	5 min
Limpeza PT	5 min
Pausa Manhã	10 min
Tempo Disponível	460 min
Procura	18 unidades

À semelhança do caso anterior, no anexo C está apresentado o gráfico de processo para este equipamento. Na tabela 7 estão as distribuições dos tempos de processamento pelos diversos postos de trabalho.

No anexo C apresenta-se o gráfico de processo com todas as tarefas e com a divisão por postos de trabalho.

Tal como no carrinho/maca M860, o valor relativo à procura foi definido inicialmente como sendo de 18 unidades diárias, mantendo o critério do equipamento anterior. Ao tempo total foram deduzidos todos os tempos de paragem da linha.

Tabela 7 - Distribuição tempos pelos PT's – Monobloco M760

Postos	Tempo (hh:mm:ss)
1	00:25:10
2	00:25:13
3	00:25:03
4	00:24:41
5	00:22:38
6	00:24:40
7	00:25:20 <b>TC</b>
8	00:25:14
9	00:25:05
10	00:22:23
<b>TOTAL</b>	<b>4:05:27 = 245,45 min</b>

Cálculo do *takt time*:

$$takt\ time = \frac{460}{18}$$

$$takt\ time = 25,56\ min$$

Cálculo do número de postos de trabalho necessários para o monobloco M760, N:

$$N = \frac{245,45}{18}$$

$$N = 13,64 \approx 14\ postos$$

Efetuada a comparação de valores entre os diferentes tempos de processamento e o valor do *takt time* calculado anteriormente (**00:25:34**), verifica-se que o valor do TC é inferior ao *takt time*.

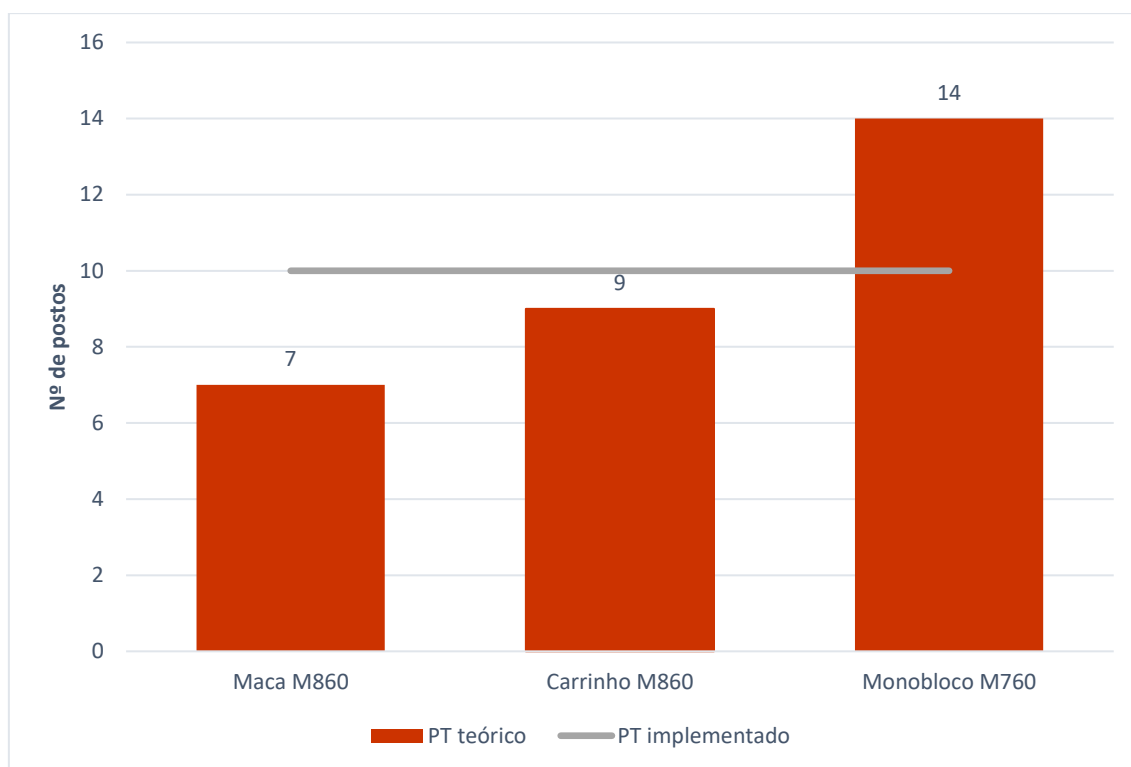


Figura 18 - Número de postos de trabalho

Foi definido o valor de 10 postos de trabalho, tendo em conta que os valores teóricos são diferentes nos três equipamentos. Os operadores poderão compensar no processo produtivo do monobloco e a maior parte dos postos de trabalho da linha poderão ter dois operadores em simultâneo, ajudando a equilibrar o tempo de ciclo do produto.

### 3.7 Indicador de produtividade

Para a análise do indicador de produtividade, utilizou-se o método das unidades equivalentes.

Tabela 8 - Tempo de produção e macas equivalentes

Equipamento	Tempo de Produção (min)	Macas Equivalentes (macas eq.)
Carrinho M860	180,2	1,32
Maca M860	136,28	1
Monobloco M760	245,45	1,8

A seguir, são apresentados os cálculos necessários para obter os valores relativos às macas equivalentes, sendo que foi definido a maca como o equipamento padrão da linha de montagem.

**Carrinho M860:**

$$ME = \frac{\text{Tempo produção Carrinho M860}}{\text{Tempo produção Maca M860}} \quad (7)$$

$$ME = \frac{180,2}{136,28}$$

$$ME = 1,32 \text{ macas eq.}$$

**Monobloco M760:**

$$ME = \frac{\text{Tempo produção Monobloco M760}}{\text{Tempo produção Maca M860}} \quad (8)$$

$$ME = \frac{245,45}{136,28}$$

$$ME = 1,8 \text{ macas eq.}$$

Nesta fase, é apresentado o método de cálculo do indicador de produtividade diário, com base na procura diária.

Nº de produtos produzidos:

- Carrinhos – 22 unidades
- Macas - 22 unidades
- Monoblocos – 18 unidades

Nº de elementos na linha - 10 pessoas

**Cálculo do número de ME diário:**

$$N^{\circ} ME = \frac{n^{\circ} carrinhos \text{ prod.}}{ME \text{ carrinhos}} + \frac{n^{\circ} macas \text{ prod.}}{ME \text{ macas}} + \frac{n^{\circ} monoblocos \text{ prod.}}{ME \text{ monoblocos}} \quad (9)$$

$$N^{\circ} ME = \frac{22}{1,32} + \frac{22}{1} + \frac{18}{1,8}$$

$$N^{\circ} ME = 48,67 \text{ macas eq.}$$

**Cálculo do número de ME diário por trabalhador:**

$$N^{\circ} ME / \text{trab.} = \frac{N^{\circ} ME}{n^{\circ} \text{ trab.}} \quad (10)$$

$$N^{\circ} ME / \text{trab.} = \frac{48,67}{10}$$

$$N^{\circ} ME / \text{trab.} = 4,87 \text{ macas eq./trabalhador}$$

Foi criado um documento para o registo da produção diária que pode encontrar-se no Anexo F.

O cálculo das unidades equivalentes foi efetuado para todos os equipamentos que estão na linha de montagem, apresentados anteriormente. Com base nos dados atuais relativos à produção média mensal em macas equivalentes na linha 1 e nas restantes, foi possível chegar a um valor para o estado inicial do projeto.

Tabela 9 - Nº total de Macas Equivalentes nas semanas 12 a 17 de 2018

Semana 2018	Dias disponíveis	Nº trabalhadores	Nº ME/dia/trabalhador
12	5	14	3,55
13	4	14	3,54
14	4	14	4,43
15	5	14	4,34
16	5	14	3,78
17	4	14	3,68

O valor do objetivo do projeto foi obtido, assumindo um aumento da produção de 33%. Na figura 19 pode verificar-se que em ambas as semanas foi atingido o valor objetivo e que a produção foi sempre superior ao valor definido como meta do projeto.

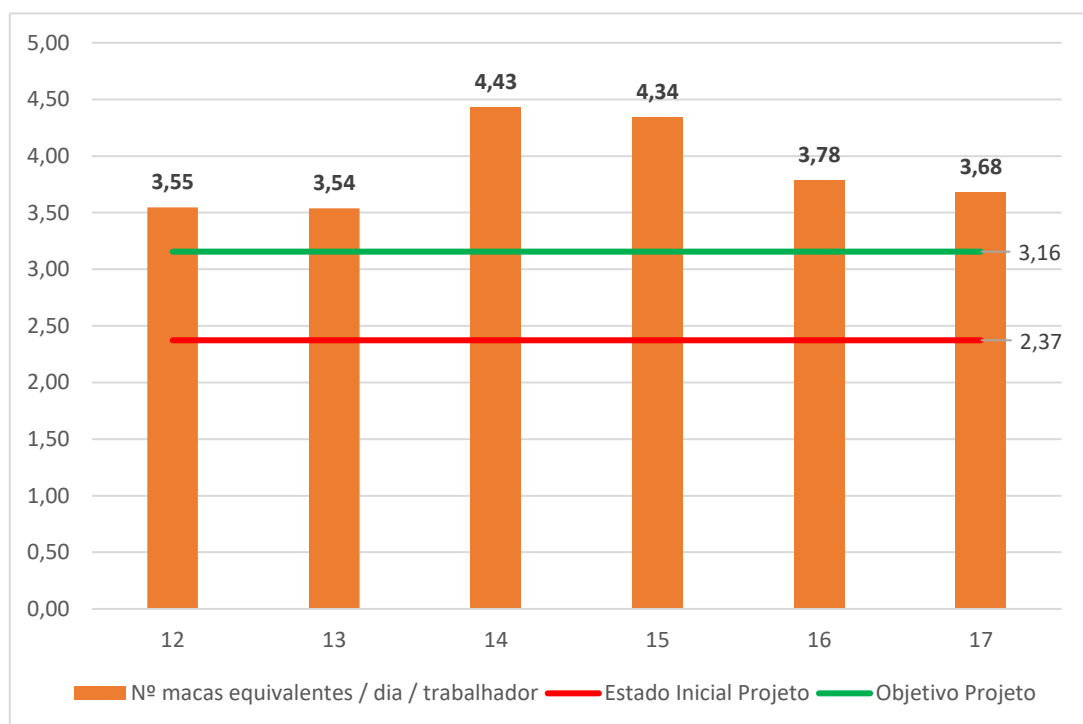


Figura 19 - Análise Estado Inicial vs Objetivo Projeto

### 3.8 Cálculo do OEE

Como referido anteriormente, para o cálculo do OEE é necessário multiplicar a Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. Desta forma, é possível obter o valor para a eficiência de um equipamento. Foram calculados os valores do OEE para os três equipamentos em estudo nesta dissertação com a finalidade de monitorizar o desempenho do processo produtivo.

Para que tal fosse possível, foi necessário analisar todos os registos de produção e as suas paragens. De seguida, foram aplicadas as fórmulas (1), (2), (3) e (4), e obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 10, 11 e 12.

Tabela 10 - OEE Maca M860

<b>Maca M860</b>	
Disponibilidade	91%
Desempenho	85%
Qualidade	97%
<b>OEE</b>	<b>75%</b>

Tabela 11 - OEE Carrinho M860

<b>Carrinho M860</b>	
Disponibilidade	89%
Desempenho	90%
Qualidade	95%
<b>OEE</b>	<b>76%</b>

Tabela 12 - OEE Monobloco M760

<b>Monobloco M760</b>	
Disponibilidade	75%
Desempenho	80%
Qualidade	95%
<b>OEE</b>	<b>57%</b>

Após calculados os valores, pode verificar-se que o equipamento Monobloco M760 terá que ser melhorado futuramente. Visto ser o equipamento com um maior número de operações, o número de paragens é mais frequente, e isso reflete-se num número mais baixo no que diz respeito à Disponibilidade e Desempenho.

### 3.9 Abastecimento

Concluído o processo de balanceamento da linha, aplicou-se a ferramenta *kanban* em toda a cadeia de abastecimento. Os componentes são armazenados em caixas com dimensões normalizadas, sendo apenas as peças de grandes dimensões armazenadas em estruturas próprias, projetadas na ARE. Todos os componentes estão devidamente identificados, com código de artigo e quantidade fixa por caixa.

O abastecimento passou, assim, a ser gerido pela gestão visual de cada caixa vazia que é retirada do bordo de linha e transportada para o supermercado, voltando a ser reposta com a quantidade definida no cartão *kanban* (figura 20 e 21).

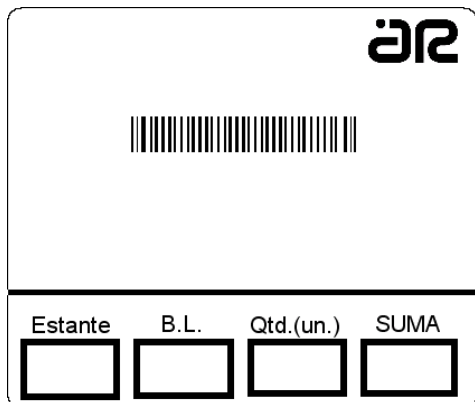


Figura 20 - Cartão Kanban BOL



Figura 21 - Exemplo de aplicação do Cartão Kanban BOL

Tão importante como minimizar as deslocações que não acrescentam valor ao produto final, foi diminuir os movimentos dos operadores responsáveis pelo abastecimento da linha de produção. Desta forma, a quantidade de cada componente a abastecer passou a ser fixa e imediata.

### 3.9.1 Bordo de Linha

Para definir os bordos de linha, realizou-se um estudo aprofundado de todos os postos de trabalho necessários, após concluído o balanceamento das linhas de montagem. Para tal, definiu-se o *layout* dos diversos bordos de linha, com base nas fontes de desperdício identificadas anteriormente, tendo em vista a eliminação dos movimentos desnecessários no abastecimento às linhas que não acrescentam valor ao produto final. As identificações (figura 22 e 23) contêm informações relativas à posição da caixa em cada estante do bordo de linha, o número de peças com que cada caixa tem que ser abastecida e a sua localização no supermercado.



Figura 22 - Identificação das estantes BOL



Figura 23 - Identificação das posições nas estantes BOL

Como se pode ver nas figuras anteriores, as estantes estão devidamente identificadas com um código, assim como todas as caixas que a constituem.

As caixas de cada bordo de linha e de cada posto possuem apenas as peças necessárias para as tarefas aí executadas e subdividem-se em quatro tipos normalizados, com base no tamanho e volume dos componentes (figura 24):

- Caixa tipo A (200x150x120 mm<sup>3</sup>);
- Caixa tipo B (300x200x120 mm<sup>3</sup>);
- Caixa tipo C (400x300x120 mm<sup>3</sup>);
- Caixa tipo D (600x400x120 mm<sup>3</sup>).

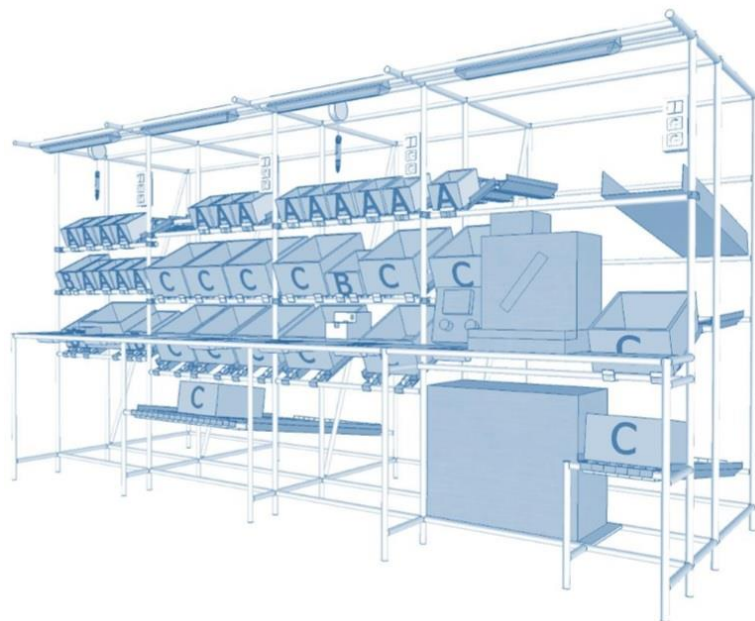


Figura 24 - Representação da estante com os diferentes tipos de caixas

Definiram-se quantidades fixas para cada caixa, sendo estas pequenas de forma a minimizar o *stock* existente nas linhas. Optou-se por colocar os bordos de linha dos dois lados das linhas e, desta forma, minimizar os movimentos do operador e de quem as abastece. Existem peças com grandes dimensões que estarão fora das prateleiras, ou seja, estarão situadas em estruturas projetadas para o efeito, como poderemos ver nas figuras 25 e 26.

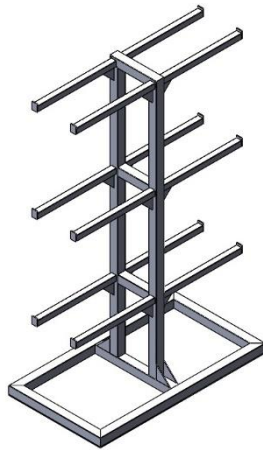


Figura 25 - BOL Pernas  
(carrinhos/monoblocos)

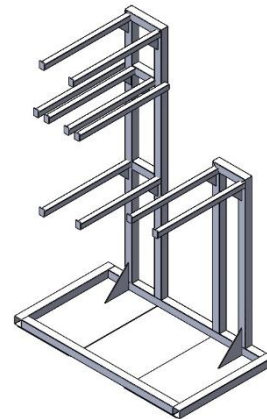


Figura 26 - BOL Estruturas Base  
(charriots/estrados)



Figura 27 - BOL Linha Carrinhos/Monoblocos/Macas

A posição de cada caixa no bordo de linha foi influenciada pelo seu peso e quantidade solicitada, obedecendo à sequência de operações existente.

Foram projetadas e construídas novas bancas de trabalho, tendo estas uma área com calhas de deslizamento reservada ao retorno das caixas vazias do bordo de linha.

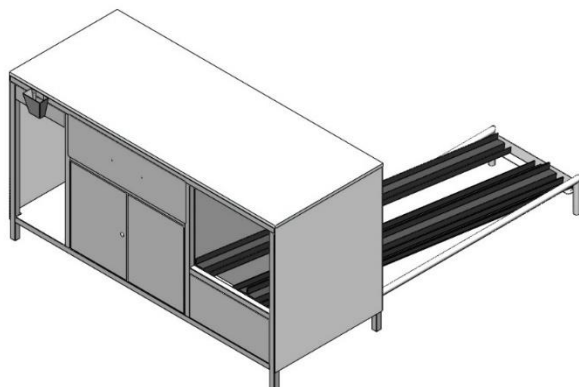


Figura 28 - Nova banca de trabalho (1)

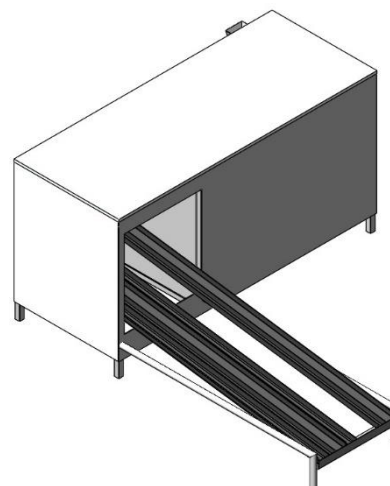


Figura 29 - Nova banca de trabalho (2)

### 3.9.2 Supermercado

Após a criação dos bordos de linha, e a definição das caixas a utilizar, tornou-se imprescindível criar uma área de armazenamento que facilitasse o trabalho do operador responsável pelo abastecimento das linhas.

Surgiu o conceito de supermercado, para que o abastecedor consiga fazer a reposição dos componentes de forma muito mais rápida e fácil, estando estes devidamente identificados. E, à semelhança do efetuado nos bordos de linha, todas as prateleiras e caixas estão identificadas com um código, apresentado na figura 30 e 31.

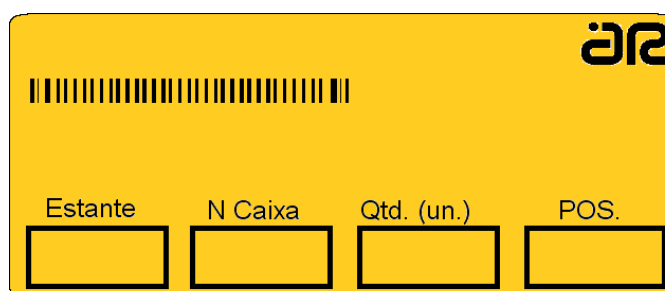


Figura 30 - Cartão Kanban Supermercado



Figura 31 - Exemplo de aplicação do Cartão Kanban Supermercado

À semelhança do que foi desenvolvido no bordo de linha, as identificações contêm informações relativas à posição da caixa em cada estante, o número de peças com que cada caixa tem que ser reposta no bordo de linha e a sua localização no supermercado. Desta forma, o abastecedor deixará de perder tempo na procura dos artigos em armazém, visto que cada tipo de componente tem uma localização fixa para cada caixa. Com esta implementação, é possível garantir que o FIFO (*First-in First-out*) é cumprido no abastecimento e o operador tem uma ótima gestão visual de todas as caixas existentes.



Figura 32 - Supermercado (1)



Figura 33 - Supermercado (2)

A ARE possuía um armazém central com grande capacidade de armazenamento e movimentação de grandes lotes. Este armazém foi substituído pelo supermercado, conseguindo-se um armazenamento dinâmico, capaz de responder de forma rápida a todos os bordos de linha.

O conceito de supermercado (figura 34) aparece para eliminar desperdícios na cadeia de abastecimento, com a função de melhorar o fluxo de logística interna em toda a linha de montagem.

Para que tal fosse possível, foi necessário garantir a entrega de material com mais frequência por parte dos fornecedores, sendo este rececionado e devidamente encaminhado para o bordo de linha de forma muito mais simples e, assim, conseguiu-se reduzir as existências em *stock*.



Figura 34 - Supermercado (3)

Como apresentado na figura 35, a zona identificada de A1 a E9 destina-se ao armazenamento de peças com pequenas/médias dimensões, sendo na sua maioria peças de fornecimento exterior.

A zona restante serve para a localização de peças com maiores dimensões, estando estas maioritariamente em estruturas semelhantes às apresentadas no bordo de linha.

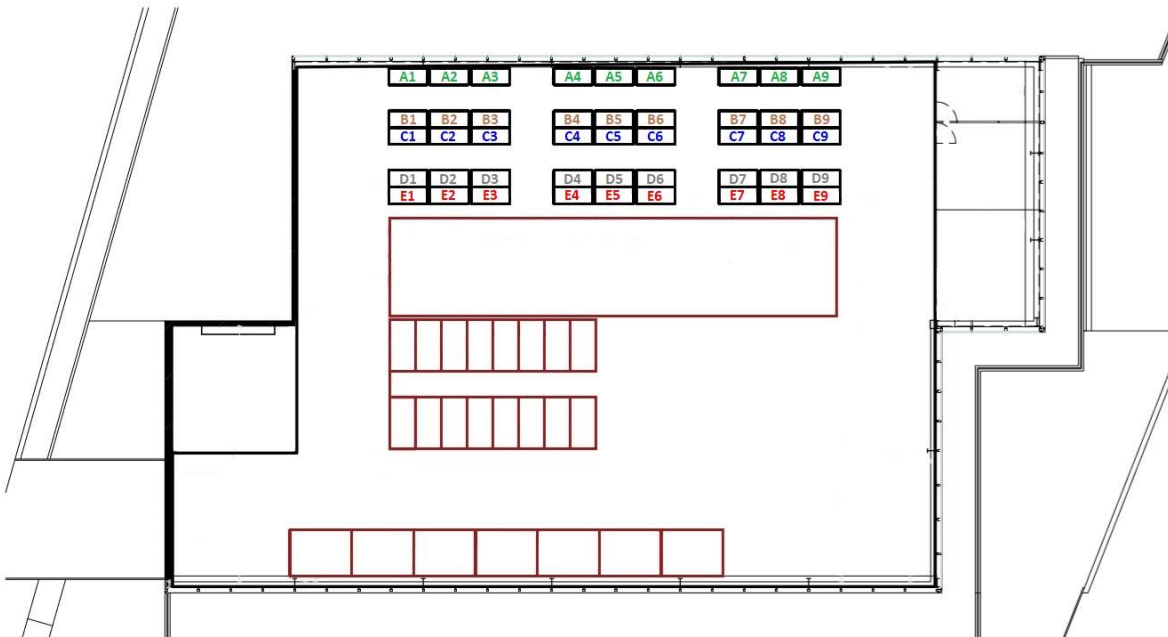


Figura 35 - Vista global do Supermercado

### 3.10 Standard Work

Para dar início à criação de operações *standard*, definiu-se uma sequência normalizada das operações necessárias para produzir cada artigo. Essas operações serão realizadas da melhor forma possível e mais segura, com o objetivo de eliminar os desperdícios ao executar a produção dos mais variados equipamentos no chão de fábrica.

A grande variedade de operações de fabrico e o facto de não existir uma sequência detalhada dos procedimentos de trabalho, fazem com que não seja possível melhorar a eficiência da linha.

Desta forma, e em conjunto com os operadores, foram elaborados documentos com imagens representativas das instruções de trabalho para as várias fases de montagem, tendo também presente as referências dos componentes necessários para cada operação. Nos anexos D e E encontram-se dois documentos representativos da implementação de *standard work* na linha de produção da ARE.

Esta implementação permitirá analisar se as tarefas estão a ser executadas corretamente e dentro das condições ergonómicas esperadas. Será uma ferramenta essencial para conseguir alcançar os objetivos deste projeto.

Na figura 36 pode ver-se um exemplo das instruções de trabalho:

**Standard Work**  
Montagem de apoios de braço



1. Montagem dos tubos quadrados


1.1. Colocar um topo quadrado em cada um dos dois tubos quadrados existentes

Referências a utilizar:

- 2 M004032017PRT (topo quadrado)
- 1 P005005001ACT (tubo quadrado L=165 mm)
- 1 P005005002ACT (tubo quadrado L=175 mm)



1.2. Furar topos quadrados inseridos nos tubos (furo de 8 mm em cada um dos tubos)



1.3. Efetuar marcação de 4 cm no tubo maior e 4 cm no tubo menor para proceder à sua furação (furo de 3 mm)



Figura 36 - Exemplo do documento *Standard Work*

O desenvolvimento destes documentos de *standard work*, com instruções de trabalho, têm como objetivo simplificar a compreensão de todas as tarefas ao longo do processo produtivo e, deste modo, ajudar os operadores na execução de todas as tarefas, dando principal ênfase à colocação de informações visuais (fotografias). Para que fosse possível, tornou-se fundamental aplicar dispositivos *Poka Yoke* para a deteção de erros no momento exato da operação em desenvolvimento.





# CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS



## 4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

### 4.1 CONCLUSÕES

Nesta dissertação foi realizada uma abordagem *Lean* mediante o balanceamento da linha de montagem e a organização e distribuição de tarefas. Foram identificadas oportunidades de melhoria para a eliminação de desperdícios e para a redução de *stocks*.

A padronização de processos e a aposta no treino dos operadores revelaram-se fundamentais para o melhoramento da capacidade de produção da ARE. Neste trabalho, foram utilizadas diversas ferramentas e técnicas de avaliação e otimização dos processos, as quais ajudaram na análise da situação inicial.

O balanceamento da linha 1, assim como das restantes, ajudou a reduzir o tempo de ciclo total do processo e aumentar os níveis de produção dos operadores. A ferramenta *kanban* ajudou a criar um fluxo contínuo de trabalho da linha de montagem e melhorar a logística interna da empresa, tornando o processo mais eficiente e eficaz.

O projeto encontra-se numa fase inicial e, no que diz respeito aos custos de implementação e seu retorno financeiro, ainda não será possível analisar e retirar conclusões assertivas. Podendo revelar-se interessante para um possível estudo futuro a realizar na ARE.

A solução apresentada para a não existência de balanceamento na linha de produção global e a execução de melhorias contínuas no seu processo, proporcionaram uma melhor gestão visual nas várias áreas da linha.

A realização desta dissertação permitiu adquirir mais-valias a nível pessoal, o aprofundamento de vários conceitos teóricos e a capacidade em gerir o tempo irão revelar-se bastante benéficas no futuro.

Em suma, conclui-se que os objetivos desta dissertação foram atingidos e, deste modo, as modificações implementadas foram bem-sucedidas e as ferramentas aplicadas revelaram-se bastante benéficas para a otimização de todo o processo produtivo. O aumento do volume de produção de 33% é visível através da análise do indicador de produtividade, tendo sido ultrapassado o valor predefinido como objetivo do projeto.

### 4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

No futuro, deverá dar-se continuidade a novas melhorias da linha, continuando a aplicar ferramentas *Lean* e, também, as metodologias de melhoria contínua conforme as necessidades da empresa. Futuros projetos deverão incidir na abordagem da aplicação da filosofia *Lean* em outras áreas da empresa.

Sendo esta uma metodologia de racionalização do trabalho, os aspetos humanos de gestão da mudança deverão continuar a ser bem conduzidos para que as vantagens se revelem significativas para organização.

Assim como referido anteriormente, futuramente deverá realizar-se um estudo em relação ao impacto económico do projeto, estudo este ainda não desenvolvido pelo facto do projeto se encontrar numa fase inicial.

# **BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO**



## 5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7(Icebr), 174–180. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00232-3)
- [2] Salonitis, K., & Tsinopoulos, C. (2016). Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector. *Procedia CIRP*, 57, 189–194. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.033>
- [3] Tyagi, S., Choudhary, A., Cai, X., & Yang, K. (2015). Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. *International Journal of Production Economics*, 160, 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.002>
- [4] Garre, P., Nikhil Bharadwaj, V. V. S., Shiva Shashank, P., Harish, M., & Sai Dheeraj, M. (2017). Applying lean in aerospace manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 4(8), 8439–8446. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.07.189>
- [5] Sullivan, W. G., McDonald, T. N., & Van Aken, E. M. (2002). Equipment replacement decisions and lean manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 18(3–4), 255–265. [https://doi.org/10.1016/S0736-5845\(02\)00016-9](https://doi.org/10.1016/S0736-5845(02)00016-9)
- [6] Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- [7] Masataka Yoshimura. (2010). *System Design Optimization for Product Manufacturing (2010)*. Springer (Vol. 1). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [8] Toivonen, T., & Siitonen, J. (2016). Value Stream Analysis for Complex Processes and Systems. *Procedia CIRP*, 39, 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.035>
- [9] Venkataraman, K., Ramnath, B. V., Kumar, V. M., & Elanchezhian, C. (2014). Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. *Procedia Materials Science*, 6(Icmpc), 1187–1196. <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.192>
- [10] Ml'kva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization-one of the tools of continuous improvement. *Procedia Engineering*, 149(June), 329–332. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.674>
- [11] Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, 11(Iceei), 1292–1298. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.327>

- [12] Priest, W., & Sanchez, M. (2013). *Product development and design for manufacturing*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [13] Basu, R. (2008). *Implementing Six Sigma and Lean: A practical guide to tools and techniques*. *Vasa*. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-520-3.00019-5>
- [14] Kaizen Institute [Online]. Available: <https://pt.kaizen.com/quem-somos/significado-de-kaizen.html>, [Accessed: 30-Julho-2018]
- [15] Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- [16] Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, 60, 380–385. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>
- [17] Staats, B. R., Brunner, D. J., & Upton, D. M. (2011). Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider. *Journal of Operations Management*, 29(5), 376–390. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.11.005>
- [18] Rivera, L., & Frank Chen, F. (2007). Measuring the impact of Lean tools on the cost-time investment of a product using cost-time profiles. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23(6), 684–689. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2007.02.013>
- [19] Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). Chapter 4. *Lean Thinking-B ANISH WASTE AND CREATE WEALTH IN YOUR CORPORATION*, (1), 67–90. <https://doi.org/10.1080/14767330701233988>
- [20] AEM Consulting Group, I., ALwaer, H., Clements-Croome, D. J., Art of Lean, Badawy, M., El-Aziz, A. A. A., ... Chen, X. (2015). How to Implement Lean Manufacturing. *Procedia CIRP*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [21] Wadhwa, R. S. (2012). Flexibility in manufacturing automation: A living lab case study of Norwegian metalcasting SMEs. *Journal of Manufacturing Systems*, 31(4), 444–454. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2012.07.008>
- [22] Mital, A., Desai, A., Subramanian, A., & Mital, A. (2008). Chapter 4 - Design Review: Designing to Ensure Quality. *Product Development*, 71–91. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-075068309-8.50006-6>
- [23] Herron, C., & Braiden, P. M. (2006). A methodology for developing sustainable quantifiable productivity improvement in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 104(1), 143–153. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.10.004>
- [24] Stadnicka, D., & Litwin, P. (2017). Value Stream and System Dynamics Analysis - An Automotive Case Study. *Procedia CIRP*, 62, 363–368. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.06.038>

- [25] Noor, N. A., Kasolang, S., & Jaffar, A. (2012). Simulation of Integrated Total Quality Management (TQM) with Lean Manufacturing (LM) practices in forming process using Delmia Quest. *Procedia Engineering*, 41(Iris), 1702–1707. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.371>
- [26] Cuatrecasas-Arbos, L., Fortuny-Santos, J., & Vintro-Sanchez, C. (2011). The Operations-Time Chart: A graphical tool to evaluate the performance of production systems - From batch-and-queue to lean manufacturing. *Computers and Industrial Engineering*, 61(3), 663–675. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2011.04.022>
- [27] Demoly, F., Yan, X. T., Eynard, B., Rivest, L., & Gomes, S. (2011). An assembly oriented design framework for product structure engineering and assembly sequence planning. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 27(1), 33–46. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2010.05.010>
- [28] Lu, M. S., & Wiens, G. J. (2002). Predictive pull-based control of an unmanned manufacturing cell, accounting for robot mobility. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 18(2), 83–94. [https://doi.org/10.1016/S0736-5845\(01\)00036-9](https://doi.org/10.1016/S0736-5845(01)00036-9)
- [29] Roriz, C., Nunes, E., & Sousa, S. (2017). Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1069–1076. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.218>
- [30] Feld, W. (2001). *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. Vasa. Retrieved from <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Lean+Manufacturing+Tools,+Techniques,+and+How+to+Use+Them#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Lean+m>
- [31] Andersson, C., & Bellgran, M. (2015). On the complexity of using performance measures: Enhancing sustained production improvement. *Journal of Manufacturing Systems*, 35, 144-154. doi:10.1016/j.jmsy.2014.12.003
- [32] Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance Measurement Using Overall Equipment Effectiveness (OEE): Literature Review & Practical Application Discussion. *International Journal of Production Research*, 46, 3517-3535. doi:10.1080/00207540601142645
- [33] Hu, S. J., Ko, J., Weyand, L., Elmaraghy, H. A., Lien, T. K., Koren, Y., ... Shpitalni, M. (2011). Assembly system design and operations for product variety. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 60(2), 715–733. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2011.05.004>
- [34] Costa & Arezes, 2003. *Introdução ao Estudo do Trabalho*. Guimarães.
- [35] P. A. S. Ávila, 2010. *Metodologia de Análise e Melhoria do Processo*. pp 2-35.

- [36] S. S. Rodrigo, 2002. Estudo de um Caso com Utilização de Técnicas de Estudo do Métodos e Tempo - Cronometragem e Sistemas de Tempos pré-determinados.
- [37] L. Exertus, 2003. Manual Pedagógico PRONACI - Métodos e Tempos. Eurisko - Estudos, Projectos e Consultoria, S.A, Leça da Palmeira, pp 5-50. ISBN: 9728702159.
- [38] C. C. Gomes, 2003. Estudo de trabalho na confeção utilizando técnicas de cronometragem e tempos pré-determinado. Guimarães.
- [39] Jovane F.; Koren, Y. . B. C. R. (2003). Present and Future of Flexible Automattion: Towards New paradigms. *Annals of the CIRP*, 52/2(1), 543–557.
- [40] Rubio, S., & Corominas, A. (2008). Optimal manufacturing-remanufacturing policies in a lean production environment. *Computers and Industrial Engineering*, 55(1), 234–242. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.12.009>
- [41] Auto Ribeiro [Online]. Available: <http://www.autoribeiro.com/about.php>, [Accessed: 17-Agosto-2018]
- [42] AR Equipment [Online]. Available: <http://arequipment.com/a-historia/>, [Accessed: 17-Agosto-2018]

# ANEXOS

6.1 ANEXO A – GRÁFICO DE PROCESSO – MACA M860

6.2 ANEXO B – GRÁFICO DE PROCESSO – CARRINHO M860

6.3 ANEXO C – GRÁFICO DE PROCESSO – MONOBLOCO M760

6.4 ANEXO D – DOCUMENTO *STANDARD WORK* – APOIOS DE BRAÇO

6.5 ANEXO E – DOCUMENTO *STANDARD WORK* – PERNA GIRATÓRIA

6.6 ANEXO F – REGISTO DE PRODUÇÃO DIÁRIA



## 6 ANEXOS

### 6.1 ANEXO A – Gráfico de Processo – Maca M860

Linha de Montagem - Maca M860						
Operação	Posto	Tempo da Tarefa	Tempo Acc.	Operação	Referências	Ferramentas
1	1	00:00:55	00:00:55	Colocação sabonete punhos	4 M004027002PRT 1 P001001007ACT	Martelo nylon
2	1	00:03:00	00:03:55	Furar e apertar sabonetes punhos	4 M001039120	Aparafusadora
3	1	00:10:00	00:13:55	Montagem de punhos	4 P005008001ACT 4 M004009001 4 M004026001PRT 4 M001027012 4 M001053009 4 M004039001 4 M001039133 M999006004 4 M003015015PRT	Martelo nylon; Aparafusadora
4	2	00:00:55	00:14:50	Preparar e colocar tiras de velcro	M051007010	Tesoura
5	2	00:04:30	00:19:20	Aplicar punhos	4 M004034010 4 M004043025 4 M001027001	Aparafusadora
6	2	00:04:00	00:23:20	Aplicação de forquetas da maca	4 P001001003PRT 8 M001034131 8 M001005011 4 M001033069 4 M001039016 4 M00101057001 4 M001013064	Aparafusadora; Chave umbrako
7	2	00:01:30	00:24:50	Montagem do veio das rodas da maca	2 P001001004 4 M001021001 4 M001018017	Maq. de cravar
8	2	00:00:44	00:25:34	Furação e colocação de cavilha para suporte de soro	1 M001019015	Aparafusadora; Martelo
9	2	00:01:00	00:26:34	Marcação para batentes das tubagens		Molde; Fita métrica; Lápis
10	2	00:01:20	00:27:54	Marcação para cobertura suporte de pés		Molde; Lápis; Martelo; Aparafusadora
11	3	00:10:30	00:38:24	Montagem de apoio de braços (1º Braço - Esquerdo)	1 M004018006VRM 2 M004024002PRT 1 M004024003PRT 1 M004024004PRT 2 M004032017PRT 2 M003001009 1 P005005001ACT 1 P005005002ACT 1 P005005003ACT 1 M001027003 2 M001016004 2 M001016003 2 M001020019 2 M001033012 6 M001033073 4 M001039113	Chave umbrako; Aparafusadora; Martelo de nylon; 4 Moldes; Torno; Massa consistente; X-ato; Riscador

12	3	00:02:15	00:40:39	Furação e colocação dos apoios de braço	4 M001033012 4 M001020019	Martelo de nylon; Chave umbrako; Aparafusadora
13	3	00:01:00	00:41:39	Preparação do apoio de pés	1 P001007002 M003016016 (cons.110mm)	Torno; Molde; Alicate de pressão; WD-40; X-ato
14	4	00:10:30	00:52:09	Montagem de apoio de braços (2º Braço - Direito)	1 M004018006VRM 2 M004024001PRT 1 M004024003PRT 1 M004024004PRT 2 M004032017PRT 2 M003001009 1 P005005001ACT 1 P005005002ACT 1 P005005003ACT 1 M001027003 2 M001016004 2 M001016003 2 M001020019 2 M001033012 6 M001033073 4 M001039113	Chave umbrako; Aparafusadora; Martelo de nylon; 4 Moldes; Torno; Massa consistente; X-ato; Riscador
15	4	00:02:15	00:54:24	Furação e colocação dos apoios de braço	8 M001033012 8 M001020019	Martelo de nylon; Chave umbrako; Aparafusadora
16	4	00:00:35	00:54:59	Colocação de topos	2 M004030011PRT	Maço
17	5	00:05:00	00:59:59	Montagem de suporte da cobertura dos pés nº3	2 P001003002PRT 2 P001003003PRT 4 P001003004PRT 8 M004031003PRT 4 M001018010 16 M001039016	Aparafusadora; Molde
18	5	00:03:40	01:03:39	Colocação suporte de cobertura pés nº2	8 M001039133 4 M001039016 4 M004001004PRT	Aparafusadora; Molde
19	5	00:05:00	01:08:39	Montagem da flauta	1 P001004001ACT 1 P001004002PRT 1 M004018002VRM 1 M001036008 1 M001020019 1 M001027012 1 M004067001 (CONS. 720MM) 2 M050039014 1 M001019015	Tesoura; Fita métrica; Martelo; Chave de roquete; Aparafusadora; Alicate
20	6	00:03:15	01:11:54	Furação e colocação dos batentes das tubagens	2 M004039003PRT 2 M003001006 2 M003009004 4 M001031085 2 M001039109	Aparafusadora

21	6	00:10:45	01:22:39	Colocação das tubagens	1 P001002009 2 P001002003ACT 2 P001002004ACT 1 P005002004ACT  4 P001002023PRT 8 M004014007PRT 2 M004002002PRT 1 M004010002PRT 1 M004012002PRT	Martelo de nylon; Chave de roquete; Aparafusadora
22	7	00:04:00	01:26:39	Colocação e furação da flauta	1 M001034105 1 M001020019 2 M001039110	Chave umbrako; Chave de roquete; Aparafusadora; Riscador
23	7	00:10:00	01:36:39	Colocação de chapas (Furação + colocação rebites para alinhamento)	1 P001002005PRT 1 P001002007PRT 1 P001002006PRT 1 P001002008PRT 16 M001046036	Aparafusadora; Rebitadora
24	8	00:04:00	01:40:39	Colocação rebites	25 M001046036	Rebitadeira
25	8	00:05:30	01:46:09	Colocação das meias luas	8 M004019003PRT 16 M001031086	Aparafusadora
26	8	00:05:00	01:51:09	Montagem do suporte de cobertura pés nº1	2 M004031003PRT 1 P001003008PRT 1 P001003006PRT 4 M001039016 1 M001027011 1 M001027010 M003014007	Tesoura; Aparafusadora; Secador
27	9	00:02:00	01:53:09	Preparação e colocação das abraçadeiras	2 M004001006PRT 4 M001046024	Tesoura de chapa; Lima; Rebitadora
28	9	00:02:35	01:55:44	Colocação do suporte de cobertura de pés nº1	2 M004029006PRT 4 M001031087 M051007010	Tesoura; Fita métrica; Aparafusadora;
29	9	00:01:00	01:56:44	Colocação de velcro na chapa	M051007010	Tesoura; Fita métrica
30	9	00:01:40	01:58:24	Colocação apoio de pés	2 M001039123 2 M001020018	Aparafusadora; Chave de bocas
31	9	00:05:55	02:04:19	Decoração da maca	1 M052001016 4 M052001048	Lápis; Fita; Secador
32	10	00:02:20	02:06:39	Limpeza da maca	M999015002 M999059004	Pano
33	10	00:01:00	02:07:39	Preparar documento de qualidade		
34	10	00:01:15	02:08:54	Ensaio da maca		
35	10	00:01:53	02:10:47	Verificação e pequenos ajustes na maca		

36	10	00:00:20	02:11:07	Colocação do selo de qualidade	1 M052001047 1 M999030006	
37	10	00:01:10	02:12:17	Preenchimento da folha de qualidade e registo fotográfico		Caneta; Maq. fotográfica
38	10	00:04:00	02:16:17	Embalamento	1 M008005004 1 M999019013 1 M999042005	Agrafadora; Maq. de embalamento

## 6.2 ANEXO B – Gráfico de Processo – Carrinho M860

Linha de Montagem - Carrinho M860				AREquipment		
Operação	Posto	Tempo da Tarefa	Tempo Acc.	Operação	Referências	Ferramentas
1	1	00:00:52	00:00:52	Colocar sabonetes	1 P002001014PRT 2 M004030007PRT 1 M004027001PRT	Martelo de nylon; Molde
2	1	00:00:37	00:01:29	Colocar topos na estrutura	3 M004030004PRT	Martelo de nylon
3	1	00:01:00	00:02:29	Marcar posições dos furos para bloqueadores		Molde; Lápis
4	1	00:00:36	00:03:05	Furar sabonetes		Aparafusadora
5	1	00:01:28	00:04:33	Aparafusar chapas de suporte engate Nº1/Nº2	2 P002007021PRT 1 P002007022PRT 15 M001039109	Aparafusadora
6	1	00:02:55	00:07:28	Montar 2 fechos	2 M004029008PRT 2 M001048005 2 P002007014PRT 2 M001020018 2 M001043111 2 M001027015	X-ato; Martelo
7	1	00:01:20	00:08:48	Marcar e limar furação sistema de destravamento		Lápis; Lima; Molde
8	1	00:00:40	00:09:28	Furação para bloqueadores + suportes de soro + manetes		Aparafusadora
9	1	00:02:37	00:12:05	Montar e aparafusar bloqueadores	12 M001039118 1 M001027015 1 P002007014PRT 1 M004029008PRT 1 M001048006	Aparafusadora
10	1	00:00:40	00:12:45	Marcação pos. pernas + suporte pés + copos + forqueta dupla		Lápis; Molde
11	1	00:04:45	00:17:30	Montagem do sistema de deslizamento	4 M004017001PRT 1 P002007007PRT 1 P002007008PRT 1 P002007010PRT 1 P002007011PRT 16 M001043113 16 M001020019 2 M001013002 2 M001043110	Roquete Manual; Molde; Roquete ar comprimido; Lima
12	1	00:02:51	00:20:21	Afinar deslizamento		Lima
13	2	00:01:06	00:21:27	Montagem da asa mais acerto da rebarba	1 P002099007 1 M003016016 1 M999012010	Aquecedor elétrico; Torno; X-ato
14	2	00:01:35	00:23:02	Marcação furo 3º Ponto		Lápis
15	2	00:01:45	00:24:47	Furação 3º Ponto		Aparafusadora
16	2	00:00:20	00:25:07	Colocação da asa		Martelo de borracha; Lápis; Fita métrica
17	2	00:02:07	00:27:14	Fixação da asa	2 M001039123 2 M001020018	Aparafusadora
18	2	00:03:51	00:31:05	Limpeza e colocação do 3º Ponto	1 P002005003PRT 1 M001037018 1 M001037019 2 M001037020 4 M001020019	Martelo; Chave roquete; Grampo

19	2	00:02:09	00:33:14	Colocação do parafuso e rebitar chapas	1 M001053030 1 M001020023 1 M001022032 1 P002005005PRT 1 P005010008PRT 2 M001046036	Rebitadora ar comprimido; Aparafusadora
20	2	00:02:18	00:35:32	Fixar sistema deslizamento no perfil	1 P002007006 4 M001039127 8 M001007012 4 M003008002	Aparafusadora
21	2	00:02:05	00:37:37	Colocação do batente	1 P002007020 2 M001039129 2 M001020019	Aparafusadora; Martelo; Alicate
22	2	00:02:30	00:40:07	Colocação de amortecedor	1M100016001 1M100016002 2M001043110 4M001020020	
23	3	00:02:40	00:42:47	Colocação de fêmeas quadradas	34 M001060002 2 P005006006	
24	3	00:00:30	00:43:17	Colocação de topos	2 M004032015PRT 2 M004032013PRT	Martelo de nylon
25	3	00:01:40	00:44:57	Colocação patilha vermelha	1 M004018007VRM 2 M004029002PRT 2 M001007012 2 M001039124	Aparafusadora
26	3	00:00:45	00:45:42	Colocação copos	2 M004007002PRT 4 M001034101	Chave umbrako
27	3	00:02:48	00:48:30	Colocação das forquetas duplas	1 P005006005PRT 1 P005006004PRT 4 M001034092 2 M001034093 2 M001005012 4 M001007013 2 P005006007PRT	Chave umbrako; Chave dinamométrica
28	3	00:00:56	00:49:26	Montagem veio inox	1 P005013001 2 M001021004	Martelo de nylon; Máq. Cravar
29	3	00:05:57	00:55:23	Colocação das rodas e abraçadeiras para suporte de soro	4 M001057001 4 P099002001PRT 2 M001013077 2 M001013004 2 M001033063 12 M001033064 2 M004001006PRT 4 M001039110	Chave umbrako; Aparafusadora
30	3	00:00:08	00:55:31	Afinação do parafuso do 3º Ponto + Afinação do sist. deslizamento		Molde; Martelo de nylon
31	3	00:02:40	00:58:11	Montar plásticos triangulos nos tubos	4 M004005001PRT 2 M004003001PRT 4 P002001016PRT	Martelo de nylon
32	4	00:02:42	01:00:53	Afinar triângulo e furar		Martelo de nylon; Aparafusadora; Molde
33	4	00:01:20	01:02:13	Acabamento dos furos		Aparafusadora
34	4	00:02:30	01:04:43	Colocação dos parafusos	8 M001020018 8 M001034113	Aparafusadora
35	4	00:00:38	01:05:21	Colocação dos sabonetes	1 P005001022ACT 2 M004027001PRT	Martelo de nylon; Molde
36	4	00:00:52	01:06:13	Colocação de topos	2 M004030004PRT 2 M004030011	Martelo de nylon; Lima
37	4	00:00:56	01:07:09	Colocação apoio forqueta giratória	2 M004004001	Martelo
38	4	00:00:34	01:07:43	Martelar soldas		Martelo
39	4	00:00:25	01:08:08	Furação para forqueta para roda nylon larga		Aparafusadora
40	4	00:01:21	01:09:29	Colocação da forqueta nº1	1 P005006012PRT 3 M001039118 1 M999002016	Aparafusadora

41	4	00:01:21	01:10:50	Colocação da forqueta nº2	1 P005006011PRT 3 M001039118 1 M999002016	Aparafusadora
42	4	00:00:18	01:11:08	Furação para colocação da barra plástica		Aparafusadora
43	4	00:02:05	01:13:13	Aparafusar barra de plástico	2 M004034002PRT 8 M001031085 4 M001039017	Aparafusadora
44	4	00:01:29	01:14:42	Colocação da roda de nylon	2 M001057006PRT 2 M001013047 2 M001034110 2 M001020018	Chave umbrako; Chave de bocas
45	4	00:00:44	01:15:26	Retificar furos para montagem dos triângulos		Aparafusadora
46	4	00:01:02	01:16:28	Colocar triângulos	2 M001037008 2 M001020020	Martelo de nylon; Chave de bocas
47	5	00:01:50	01:18:18	Colocar tampa furos + colocar suporte para chumaceira	2 M003009004 2 M004012015PRT 2 M004012007PRT	Martelo de nylon
48	5	00:01:38	01:19:56	Montagem da chumaceira	4 M004012014PRT	Martelo de Nylon
49	5	00:01:10	01:21:06	Montagem da chumaceira na perna	4 M001047002 2 M001043105 2 M004013001PRT 2 M001020022	Chave de bocas; Chave dinamométrica
50	5	00:02:00	01:23:06	Colocação das forquetas giratórias	2 P005006003PRT 2 P099003001PRT 2 M001020022	Chave dinamométrica
51	5	00:00:58	01:24:04	Colocação dos sabonetes	1 P005001021ACT 2 M004027001PRT	Martelo de nylon; Molde
52	5	00:00:50	01:24:54	Colocação de topos	4 M004030004PRT	Martelo de nylon; Lima
53	5	00:00:30	01:25:24	Martelar soldas		Martelo
54	5	00:00:22	01:25:46	Furação para barra de plástico		Aparafusadora
55	5	00:01:56	01:27:42	Aparafusar barra de plástico	2 M004034001PRT 10 M001031085	Aparafusadora
56	5	00:00:57	01:28:39	Montar Travão Roda	2 M004029005PRT 2 M004022001VRM 2 M001048001	Martelo
57	5	00:01:30	01:30:09	Colocação do travões na perna	2 M004020001 4 M001034101 4 M001020019	Chave umbrako
58	5	00:00:46	01:30:55	Colocação Tapa Furos	2 M003009004	Aparafusadora; Riscador
59	5	00:00:40	01:31:35	Retificar furos para montagem do triângulo		Aparafusadora
60	5	00:01:20	01:32:55	Colocar triangulos	2 M001037008 2 M001020020	Martelo de nylon; Chave de bocas
61	5	00:00:31	01:33:26	Colocar casquilhos na perna	2 M004012015PRT 2 M004012007PRT	Martelo de nylon
62	5	00:01:03	01:34:29	Montagem da chumaceira	2 M004012014PRT	Martelo de nylon
63	5	00:00:56	01:35:25	Montagem da chumaceira na perna	4 M001047002 2 M001043106 2 M004013001PRT 2 M001020022	Chave de bocas; Chave dinamométrica
64	6	00:01:30	01:36:55	Preparação de parafusos (Montagem das pernas)	8 M001039125 8 M001039127 16 M001007012	
65	6	00:05:35	01:42:30	Fixar triangulo e 1ª perna	1 M001036011 1 M001020020	Martelo de nylon; Esquadro; Aparafusadora

66	6	00:06:48	01:49:18	Fixar triangulo e 2ª Perna	1 M001036011 1 M001020020	Martelo de nylon; Esquadro; Aparafusadora
67	6	00:00:25	01:49:43	Lubrificar sist. deslizamento	M999025001	Trincha
68	6	00:01:00	01:50:43	Colocar velcro na abraçadeira	M004001004PRT M051007009	Tesoura
69	6	00:03:54	01:54:37	Colocação das manetes no carrinho	1 P002007017VRM 1 P002007016PRT 8 M001039133 M999020016	Aparafusadora
70	6	00:00:35	01:55:12	Afinar posição manetes		Molde
71	7	00:06:45	02:01:57	Montar pé de descanso	1 P002001019PRT 2 M004008003PRT 2 M004030004PRT 2 M004030001PRT 8 M001039133	Martelo; Aparafusadora
72	7	00:02:45	02:04:42	Aplicar pé de descanso	1 P002099005PRT 12 M001039125 12 M001007012	Aparafusadora
73	7	00:00:22	02:05:04	Montar vareta pequena	1 M001048010 2 M001065001 2 M001022027	
74	7	00:00:32	02:05:36	Montar vareta média	1 M001048018 2 M001065001 2 M001022027	
75	7	00:00:50	02:06:26	Montar vareta grande	1 M001048008 2 M001065001 2 M001022027 1 M003011001	Tesoura
76	7	00:01:57	02:08:23	Colocar borrachas nas manetes	1 M003015003VRM 1 M003015003PRT M999012010	Martelo; Riscador; Pano
77	7	00:00:15	02:08:38	Afinar posição das manetes		Molde
78	7	00:01:25	02:10:03	Colocação e afinação da vareta pequena	2 M001054001 3 M001061001	Alicate; Chave de bocas
79	7	00:04:45	02:14:48	Colocação e afinação das varetas	1 M001043111 1 M001020018 1 M001061001 1 M001054001 1 M001049003	Alicate; Chave de bocas
80	8	00:07:00	02:21:48	Colocar rodas	4 M001036014 2 M001020020 2 M001088001 4 M001057002	Molde; Chave de bocas
81	8	00:00:53	02:22:41	Preparar plástico para camarões	4 M004015002PRT	Lima
82	8	00:02:03	02:24:44	Aparafusar engate fecho nº80	10 M001033073	Aparafusadora
83	8	00:02:00	02:26:44	Encaixar fecho nº14	4 P002003001PRT 4 M001027012	
84	8	00:07:00	02:33:44	Preparar e colocar reforço do fecho nº11	8 P002003002PRT 8 M001015003 8 M001034103 8 M001020019	
85	9	00:03:06	02:36:50	Montagem da peça nº59	4 M004029001PRT 4 P002003007 4 M001022027 4 M001020018	
86	9	00:02:01	02:38:51	Furação da peça nº59 e colocar parafusos no fecho	4 M001038030 4 M001022028 4 M001020019	Aparafusadora Chave de bocas
87	9	00:02:31	02:41:22	Furar e colocar faixas de proteção	4 M004010003PRT 8 M001031007	Aparafusadora
88	9	00:01:15	02:42:37	Montagem da vareta	2 P002003005ACT 4 M004036002 4 M001022027 4 M004029012PRT	

89	9	00:02:50	02:45:27	Montagem sistema de destravamento	2 M005003002 1 P002001006ACT 1 M003018004 2 M004029012PRT 2 M003008002 2 M001015001 2 M001022028 2 M001022027 2 M004036002	Chave de bocas; Lápis; Fita métrica
90	9	00:06:40	02:52:07	Colocação do sistema de destravamento	12 M001039133	Aparafusadora; Chave de bocas
91	10	00:01:50	02:53:57	Teste do carrinho no estrado		
92	10	00:00:10	02:54:07	Preparar documento de qualidade		
93	10	00:05:00	02:59:07	Decoração do carrinho	1 M052001016	Lápis; Fita métrica
94	10	00:02:30	03:01:37	Limpeza do carrinho	1 M999015002 1 M999059004	Pano
95	10	00:00:30	03:02:07	Ensaio do carrinho		
96	10	00:04:30	03:06:37	Verificação e pequenos ajustes no carrinho		
97	10	00:00:05	03:06:42	Colocação do selo de qualidade	1 M052001047 1 M999030006	
98	10	00:01:30	03:08:12	Preenchimento da folha de qualidade e registo fotográfico		Caneta; Máquina fotográfica
99	10	00:04:00	03:12:12	Embalamento	1 M008005004 1 M999019005 1 M999042005	Agrafadora; Máquina de embalamento

## 6.3 ANEXO C – Gráfico de Processo – Monobloco M760

Linha de Montagem - Monobloco M760						
Operação	Posto	Tempo da Tarefa	Tempo Acc.	Operação	Referências	Ferramentas
1	1	00:01:13	00:01:13	Colocar sabonetes no chassi	1 P005001012ACT 2 M004030007PRT 1 M004027001PRT	Martelo de nylon; Molde
2	1	00:00:30	00:01:43	Colocar topos na Estrutura	4 M004030004PRT	Martelo de nylon
3	1	00:01:05	00:02:48	Marcar posições dos furos para bloqueadores		Molde; Lápis
4	1	00:00:45	00:03:33	Furar sabonetes		Aparafusadora
5	1	00:01:42	00:05:15	Aparafusar chapa de suporte engate nº1/nº2	2 P002007021PRT 1 P002007022PRT 15 M001039109	Aparafusadora
6	1	00:02:40	00:07:55	Montar 2 fechos	2 M004029008PRT 2 M001048005 2 P002007014PRT 2 M001020018 4 M001043111 4 M001027015	X-ato; Martelo; Chave de bocas
7	1	00:01:19	00:09:14	Marcar e limar furação sistema de destravamento		Lápis; Lima; Molde
8	1	00:00:40	00:09:54	Furação para bloqueadores + suportes de soro + Manetes		Aparafusadora
9	1	00:02:05	00:11:59	Montar e aparafusar bloqueadores	12 M001039118 1 M001027015 1 M004018007V7RM 1 M004029008PRT 1 M001048006	Aparafusadora
10	1	00:01:25	00:13:24	Marcação pos. Pernas + suporte pés + copos + forqueta dupla		Lápis; Molde
11	1	00:05:45	00:19:09	Montagem do sistema de deslizamento	4 M004017001PRT 1 P002007007PRT 1 P002007008PRT 1 P002007010PRT 1 P002007011PRT 16 M001043113 16 M001020019 2 M001013002 2 M001043110	Roquete manual; Molde; Roquete ar comprimido; Lima
12	1	00:02:51	00:22:00	Afinar deslizamento		Lima
13	1	00:02:00	00:24:00	Colocação Femeas Quadradas	40 M001060002 2 P005006006	
14	1	00:00:15	00:24:15	Colocação de topos	1 M004032008PRT 1 M004032005PRT 1 M004032006PRT 1 M004032003PRT	Martelo de nylon
15	1	00:00:55	00:25:10	Colocação sabonete punhos	4 M004027002PRT 1 P001001007ACT	Martelo de nylon Molde
16	2	00:03:00	00:28:10	Furar e apertar sabonetes punhos	4 M001039120	Aparafusadora
17	2	00:00:55	00:29:05	Preparar e colocar tiras de velcro	M051007010	Tesoura
18	2	00:07:00	00:36:05	Montagem de punhos	4 P005008001ACT 4 M004009001 4 M004026001PRT 4 M001027012 4 M001053009 4 M004039001 4 M001039133 4 M003015015PRT	Martelo de nylon; Aparafusadora
19	2	00:03:30	00:39:35	Aplicar punhos	4 M004034010 4 M004043025 4 M001027001	Aparafusadora; Chave umbrako
20	2	00:02:51	00:42:26	Fixar sistema deslizamento no perfil	1 P002007006 4 M001039127 8 M001007012 4 M003008002	Aparafusadora

21	2	00:02:00	00:44:26	Marcação furo 3º Ponto		Lápis
22	2	00:01:45	00:46:11	Furação 3º Ponto		Aparafusadora
23	2	00:04:12	00:50:23	Limpeza e colocação do 3º Ponto	1 P002005003PRT 1 M001037018 1 M001037019 2 M001037020 4 M001020019	Martelo; Chave de roquete; Grampo
24	3	00:03:05	00:53:28	Colocação do parafuso rebitar chapas	1 M001053030 1 M001020023 1 M001022032 1 P002005005PRT 1 P005010008PRT 2 M001046036	Rebitadora; Chave de bocas
25	3	00:02:08	00:55:36	Colocação do Batente	1 P002007020 2 M001039129 2 M001020019	Aparafusadora; Martelo; Alicate
26	3	00:03:00	00:58:36	Colocação Amortecedor	1M100016001 1M100016002 2M001043110 4M001020020	Chave de bocas
27	3	00:01:45	01:00:21	Colocação patilha vermelha e suporte de cinto	1 M004018007VRM 2 M004029002PRT 2 M001007012 2 M001039124 4 M001005011 4 M001008026 2 M001056001	Aparafusadora
28	3	00:02:00	01:02:21	Colocação Copos	2 M004007002PRT 4 M001034101	Chave umbrako
29	3	00:02:30	01:04:51	Colocação das forquetas duplas	1 P005006005PRT 1 P005006004PRT 4 M001034092 2 M001034093 2 M001005012 4 M001007013 2 P005006007PRT	Chave umbrako; Chave dinanométrica
30	3	00:03:00	01:07:51	Montagem veio inox	1 P005013001 2 M001021004	Martelo de nylon; Máq de cravar
31	3	00:06:20	01:14:11	Colocação das rodas e abraçadeiras suporte de soro	4 M001057001 4 P099002001PRT 2 M001013077 2 M001013004 2 M001033063 12 M001033064 2 M004001006PRT 4 M001039110	Chave umbrako; Aparafusadora
32	3	00:01:15	01:15:26	Afinação do parafuso do 3º Ponto + Afinação do sist deslizamento		Molde; Martelo de nylon
33	4	00:01:30	01:16:56	Montar Plásticos triangulos nos tubos	4 M004005001PRT 2 M004003001PRT 4 P002001016PRT	Martelo de Nylon
34	4	00:01:50	01:18:46	Afinar triangulo e furar		Martelo de nylon; Aparafusadora; Molde
35	4	00:01:20	01:20:06	Acabamento dos furos		Aparafusadora
36	4	00:01:53	01:21:59	Colocação dos parafusos e porcas	8 M001020018 8 M001034113	Aparafusadora; Chave de bocas
37	4	00:00:40	01:22:39	Colocação dos sabonetes	1 P005001022ACT 2 M004027001PRT	Martelo de nylon; Molde

38	4	00:00:39	01:23:18	Colocação de topos	2 M004030004PRT 2 M004030011	Martelo de nylon Lima
39	4	00:00:40	01:23:58	Colocação apoio forqueta giratória	2 M004004001	Martelo
40	4	00:00:20	01:24:18	Martelar Soldas		Martelo
41	4	00:01:00	01:25:18	Furação para forqueta para roda Nylon larga		Aparafusadora
42	4	00:00:35	01:25:53	Colocação da forqueta nº1	1 P005006012PRT 3 M001039118 1 M999002016	Aparafusadora
43	4	00:00:25	01:26:18	Colocação da forqueta nº2	1 P005006011PRT 3 M001039118 1 M999002016	Aparafusadora
44	4	00:00:20	01:26:38	Furação para colocação da barra plástica		Aparafusadora
45	4	00:01:30	01:28:08	Aparafusar Barra de plástico	2 M004034002PRT 8 M001031085 4 M001039017	Aparafusadora
46	4	00:01:05	01:29:13	Colocação da roda de Nylon	2 M001057006PRT 2 M001013047 2 M001034110 2 M001020018	Chave umbrako; Chave de bocas
47	4	00:02:00	01:31:13	Retificar Furos para Montar triangulos		Aparafusadora
48	4	00:00:50	01:32:03	Colocar triangulos	2 M001037008 2 M001020020	Martelo de nylon; Chave de bocas
49	4	00:00:30	01:32:33	Colocar Tapa furos + Colocar Suporte para chumaceira	2 M003004009 2 M004012015PRT 2 M004012007PRT	Martelo de nylon
50	4	00:01:00	01:33:33	Montagem da chumaceira	4 M004012014PRT	Martelo de nylon
51	4	00:02:00	01:35:33	Montagem da chumaceira na perna	4 M001047002 2 M001043105 2 M004013001PRT 2 M001020022	Chave de bocas; Chave dinamétrica
52	4	00:01:35	01:37:08	Colocação das forquetas giratórias	2 P005006003PRT 2 P099003001PRT 2 M001020022	Chave dinamétrica
53	4	00:00:40	01:37:48	Colocação dos sabonetes	1 P005001021ACT 2 M004027001PRT	Martelo de nylon; Molde
54	4	00:00:39	01:38:27	Colocação de topos	4 M004030004PRT	Martelo de nylon; Lima
55	4	00:00:20	01:38:47	Martelar Soldas		Martelo
56	4	00:00:20	01:39:07	Furação para barra de plástico		Aparafusadora
57	4	00:01:00	01:40:07	Aparafusar barra de plástico	2 M004034001PRT 10 M001031085	Aparafusadora
58	5	00:00:50	01:40:57	Montar Travão Roda	2 M004029005PRT 2 M004022001VRM 2 M001048001	Martelo
59	5	00:00:50	01:41:47	Colocação do travões na perna	2 M004020001 4 M001034101 4 M001020019	Chave umbrako
60	5	00:00:20	01:42:07	Colocação de tapa furos	2 M003009004	Aparafusadora
61	5	00:00:20	01:42:27	Retificar furos para montar triângulo		Aparafusadora
62	5	00:00:50	01:43:17	Colocar triângulos	2 M001037008 2 M001020020	Martelo de nylon; Chave de bocas
63	5	00:00:30	01:43:47	Colocar casquilhos na perna	2 M004012015PRT 2 M004012007PRT	Martelo de nylon
64	5	00:01:00	01:44:47	Montagem da chumaceira	2 M004012014PRT	Martelo de nylon
65	5	00:02:00	01:46:47	Montagem da chumaceira na perna	4 M001047002 2 M001043105 2 M004013001PRT 2 M001020022	Chave de bocas; Chave dinamétrica

66	5	00:05:00	01:51:47	Montar pé de descanso	1 P002001019PRT 2 M004008003PRT 2 M004030004PRT 2 M004030001PRT 8 M001039113	Martelo; Aparafusadora
67	5	00:00:30	01:52:17	Montar vareta pequena	1 M001048010 2 M001065001 2 M001022027	
68	5	00:00:30	01:52:47	Montar vareta média	1 M001048018 2 M001065001 2 M001022027	
69	5	00:00:58	01:53:45	Montar vareta grande	1 M001048008 2 M001065001 2 M001022027 1 M003011001	Tesoura
70	5	00:03:00	01:56:45	Montagem da flauta	1 P001004001ACT 1 P001004002PRT 1 M004018002VRM 1 M001036008 1 M001020019 1 M001027012 1 M004067001 2 M050039014 1 M001019015	Tesoura; Fita métrica; Martelo; Chave de roquete; Aparafusadora; Alicate
71	5	00:05:00	02:01:45	Montagem de suporte da cobertura dos pés nº2 + suporte de cobertura pés nº1	2 P001003002PRT 2 P001003003PRT 4 P001003004PRT 8 M004031003PRT 4 M001018010 16 M0010390162 1 P001003008PRT 1 P001003006PRT 4 M001039016	Aparafusadora; Molde
72	5	00:01:00	02:02:45	Preparação do apoio de pés	1 P001007002 M003016016 (cons.0,11m) M999012010 (cons.5ml)	Torno; Molde; Alicate de pressão; X-ato
73	6	00:01:30	02:04:15	Preparação de parafusos (Montagem das pernas)	8 M001039125 8 M001039127 16 M001007012	
74	6	00:01:00	02:05:15	Fixar triangulo 1º Perna	1 M001036011 1 M001020020	Martelo de nylon
75	6	00:05:00	02:10:15	Afinar e desempenar perna (1ª Perna)		Martelo de nylon; Esquadro
76	6	00:01:00	02:11:15	Fixar perna (1ª Perna)		Aparafusadora
77	6	00:01:00	02:12:15	Fixar triangulo 2º Perna	1 M001036011 1 M001020020	Martelo de nylon
78	6	00:03:48	02:16:03	Afinar e desempenar perna (2ª Perna)		Martelo de nylon; Esquadro
79	6	00:01:00	02:17:03	Fixar perna (2ª Perna)		Aparafusadora
80	6	00:02:00	02:19:03	Montar bloqueadores para manetes	2 M001063002 2 M001039124 2 M001005011 2 M001008026 2 M001034099 2 M004022003 2 M001020017 1 M001027024 1 M001027025	
81	6	00:01:14	02:20:17	Lubrificar sist. deslizamento	M999025001	Trincha
82	6	00:01:55	02:22:12	Colocar velcro na abraçadeira	M004001004PRT M051007009	Tesoura
83	6	00:03:02	02:25:14	Colocação das manetes no carrinho	1 P002007017VRM 1 P002007016PRT 8 M001039113 M999020016	Aparafusadora
84	6	00:00:26	02:25:40	Afinar posição manetes		Molde
85	6	00:01:23	02:27:03	Colocar das borrachas nas manetes	1 M003015003VRM 1 M003015003PRT M999012010	Martelo; Riscador; Pano
86	6	00:00:22	02:27:25	Afinar posição das manetes		Molde
87	7	00:02:00	02:29:25	Colocação e afinação da vareta pequena	2 M001054001 3 M001061001 1 M001043111 1 M001020018	Alicate; Chave de bocas
88	7	00:03:00	02:32:25	Colocação e afinação da vareta média	1 M001061001 1 M001054001 1 M001049003	Alicate; Chave de bocas
89	7	00:03:00	02:35:25	Colocação e afinação da vareta grande	1 M001043111 1 M001020018 1 M001061001 1 M001054001 1 M001049003	Alicate; Chave de bocas

90	7	00:04:00	02:39:25	Colocar Rodas	4 M001036014 2 M001020020 2 M001088001	Molde; Chave de bocas
91	7	00:04:05	02:43:30	Aplicar pé de descanso	1 P002099005PRT 12 M001039125 12 M001007012	Aparafusadora
92	7	00:00:30	02:44:00	Colocação dos tapa furos	6 M003009004	Riscador
93	7	00:08:45	02:52:45	Preparação e colocação das tubagens	1 P001002001ACT 2 P001002003ACT 2 P001002004ACT 1 P001002002ACT 4 P001002023PRT 8 M004014007PRT 2 M004002002PRT 1 M004010002PRT 1 M004012002PRT	Chave de roquete; Aparafusadora; Chave umbrako
94	8	00:04:00	02:56:45	Colocação e furação da flauta	1 M001034105 1 M001020019 2 M001039110	Chave umbrako; Chave de roquete; Aparafusadora; Riscador
95	8	00:01:20	02:58:05	Marcação para cobertura suporte de pés		Molde; Lápis; Martelo
96	8	00:12:32	03:10:37	Colocação de chapas	1 P001002005PRT 1 P001002007PRT 1 P001002006PRT 1 P001002008PRT 41 M001046036	Aparafusadora; Rebitadora
97	8	00:03:07	03:13:44	Colocação suporte de cobertura pés nº2	8 M001039027 4 M001039016 4 M004001004PRT	Aparafusadora; Molde; Aparafusadora
98	8	00:02:35	03:16:19	Colocação do suporte de cobertura de pés nº1	2 M004029006PRT 4 M001031087 M051007010	Tesoura; Fita métrica; Aparafusadora
99	8	00:01:40	03:17:59	Colocação apoio de pés	2 M001039123 2 M001020018	Aparafusadora; Chave de bocas; Maço de borracha
100	9	00:02:35	03:20:34	Preparação e colocação das abraçadeiras	2 M004001006PRT 4 M001046024	Tesoura de chapa; Lima; Rebitadora
101	9	00:01:00	03:21:34	Colocação de velcro na chapa	M051007010 M051007009	Tesoura; Fita métrica
102	9	00:02:30	03:24:04	Colocação das meias luas	8 M004019003PRT 16 M001031086 2 M004018006VRM 2 M004024002PRT 2 M004024001PRT 2 M004024003PRT 2 M004024004PRT 4 M004032017PRT 4 M003001009 2 P005005001ACT 2 P005005002ACT 2 P005005003ACT 2 M001027003 4 M001016004 4 M001016003 4 M001020019 4 M001033012 12 M001033073 8 M001039113	Aparafusadora
103	9	00:19:00	03:43:04	Montagem de apoio de braços		Chave umbrako; Aparafusadora; Martelo de nylon; Moldes; Torno; X-Ató; Riscador
104	10	00:04:30	03:47:34	Colocação dos apoios de braço	8 M001033012 8 M001020019	Martelo de nylon; Chave umbrako
105	10	00:01:00	03:48:34	Preparar documento de qualidade		
106	10	00:05:55	03:54:29	Decoração do monobloco	2 M052001037 2 M052001019 4 M052001048	Lápis; Fita métrica

107	10	00:02:20	03:56:49	Limpeza do monobloco	1 M999015002 1 M999059004	Pano
108	10	00:01:15	03:58:04	Ensaio do monobloco		
109	10	00:01:53	03:59:57	Verificação e pequenos ajustes		
110	10	00:00:20	04:00:17	Colocação do selo de qualidade	1 M052001047 1 M999030006	
111	10	00:01:10	04:01:27	Preenchimento da folha de qualidade e registo fotográfico		Caneta; Maq fotográfica
112	10	00:04:00	04:05:27	Embalamento	1 M008005004 1 M999019005 1 M999042005	Agrafadora; Maquina de embalamento

## 6.4 ANEXO D – Documento *Standard Work* – Apoios de Braço

### Standard Work

Montagem de apoios de braço



#### 1. Montagem dos tubos quadrados

##### 1.1. Colocar um topo quadrado em cada um dos dois tubos quadrados existentes

Referências a utilizar:

2 M004032017PRT (topo quadrado)

1 P005005001ACT (tubo quadrado  
L=165 mm)

1 P005005002ACT (tubo quadrado  
L=175 mm)



##### 1.2. Furar topos quadrados inseridos nos tubos (furo de 8 mm em cada um dos tubos)



##### 1.3. Efetuar marcação de 4 cm no tubo maior e 4 cm no tubo menor para proceder à sua furação (furo de 3 mm)



## Standard Work

### Montagem de apoios de braço



#### 1.4. Aparafusar batente em cada um dos tubos quadrados

Referências a utilizar:

2 M003001009 (batente de borracha)

2 M001039133 (parafuso queijo cruz 3,5x13 mm)



## 2. Montagem do punho

#### 2.1. Colocar casquilho roscado na manete vermelha

Referências a utilizar:

1 M00101016004 (casquilho de bronze roscado)

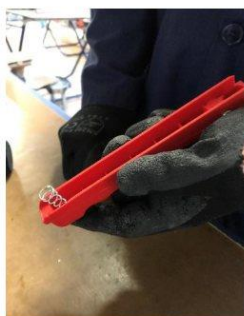
1 M004018006VRM (manete vermelha plástica nº 51)



#### 2.2. Colocar mola na manete vermelha

Referências a utilizar:

1 M001027003 (mola de compressão)



## Standard Work

Montagem de apoios de braço



### 2.3. Juntar manete vermelha ao suporte plástico de manete nº 48 grande

Referências a utilizar:

1 M004024003PRT (suporte plástico de manete nº 48 grande)



### 2.4. Aparafusar manete vermelha ao suporte plástico de manete nº 48 grande, com recurso ao autoblocante

Referências a utilizar:

2 M001033073 (parafuso chata umbrako 6x33,5 mm)

0,01 | M999002016 (autoblocante)



## 3. Junção dos pré-montados

### 3.1. Juntar proteção plástica nº 49 a cada um dos dois tubos quadrados

Referências a utilizar:

2 M004024001PRT (proteção plástica nº 49)

2 M00101603 (casquilho de bronze)



## Standard Work

Montagem de apoios de braço



### 3.2. Apertar parafusos para fixar cada uma das proteções plásticas a cada um dos tubos quadrados

Referências a utilizar:

2 M001033012 (parafuso chata umbrako 6x33,5 mm)

2 M001020019 (fêmea autoblocante M6)



### 3.3. Aplicar a proteção plástica nº 48 no tubo quadrado mais curto (L=165 mm)

Referências a utilizar:

1 M001016004 (casquilho de bronze roscado)

1 M004024004PRT (proteção plástica nº 48)



### 3.4. Aparafusar proteção plástica nº 48 com tubo quadrado mais curto, com recurso ao autoblocante

Referências a utilizar:

2 M001033073 (parafuso chata umbrako 6x33,5 mm)

0,01 I M999002016 (autoblocante)



## Standard Work

Montagem de apoios de braço



### 3.5. Juntar punho ao tubo quadrado de dimensão superior (L=175 mm)



### 3.6. Aparafusar punho ao tubo quadrado mais curto, com recurso ao autoblocante

Referências a utilizar:

2 M001033073 (parafuso chata umbrako 6x12 mm)

0,01 | M999002016 (autoblocante)

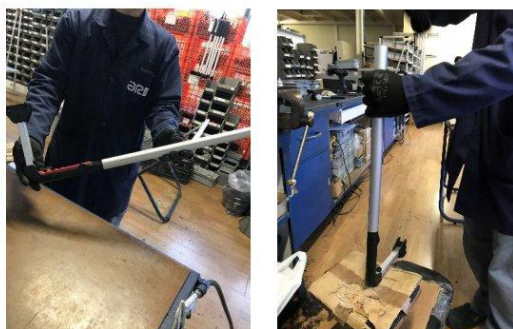


## 4. Junção dos pré-montados

### 4.1. Fixar estrutura do punho ao tubo redondo Ø=30 mm

Referências a utilizar:

1 P005005003ACT (tubo redondo Ø=30 mm, L=467 mm)



## Standard Work

### Montagem de apoios de braço



#### 4.2. Fixar tubo quadrado de dimensão mais curta ao tubo redondo $\varnothing=30$ mm, com recurso a massa consistente

Referências a utilizar:

M999025001 (massa consistente)



#### 4.3. Alinhar braço



#### 4.4. Marcação (1 cm em cada uma das margens) e furação (2 furos de 3 mm) da estrutura do tubo redondo



## Standard Work

### Montagem de apoios de braço



#### 4.5. Colocação e aperto dos parafusos queijo cruz na estrutura do tubo redondo $\varnothing=30$ mm

Referências a utilizar:

2 M001039133 (parafuso queijo cruz 3,5x13 mm)



#### 4.6. Retirar folgas existentes



#### 4.7. Colocar o braço em posição de disparo e forçar os plásticos



## 6.5 ANEXO E – Documento *Standard Work* – Perna Giratória

### Standard Work

Montagem de Perna Giratória (Monobloco M760)



#### 1. Montagem do triângulo

##### 1.1. Montar plásticos triângulos nos tubos

Referências a utilizar:

2 M004005001PRT (apoio triângulos nº 3)

1 M004003001PRT (apoio central nº 1)

2 P002001016PRT (tubo perna nº 1)



##### 1.2. Desempenar triângulo com recurso a maço



##### 1.3. Furação do triângulo com recurso a máquina furadora (broca 5 mm)



## Standard Work

### Montagem de Perna Giratória (Monobloco M760)



#### 1.4. Retificar furos com recurso a peão



#### 1.5. Aplicar parafusos umbrako M5x30 mm e fêmeas no triângulo

Referências a utilizar:

4 M001020018 (parafuso umbrako M5x30 mm)

4 M001034113 (fêmea M5 autoblocante)



## 2. Montagem da estrutura da perna

### 2.1. Colocar sabonetes na perna com recurso a maço

Referências a utilizar:

1 P005001022ACT (perna giratória)

2 M004027001PRT (sabonete pequeno)



## Standard Work

Montagem de Perna Giratória (Monobloco M760)



### 2.2. Colocar tacos MARO 4 na estrutura da perna

Referências a utilizar:

2 M004030004PRT (topo plástico)

2 M004030011 (topo nylon c/ furo tapado)



### 2.3. Colocação de parafusos de apoio a forqueta giratória na estrutura da perna

Referências a utilizar:

2 M004004001 (parafuso de apoio p/ forqueta giratória)



### 2.4. Retificar furos para tapa furos



## Standard Work

### Montagem de Perna Giratória (Monobloco M760)



#### 2.5. Aplicar tapa furos

Referências a utilizar:

2 M003004009 (tapa furos)



#### 2.6. Martelar soldas



#### 2.7. Furação da estrutura forquetas de ferro e a sua respetiva aplicação

Referências a utilizar:

1 P005006011PRT (forqueta)

1 P005006012PRT (forqueta)

6 M001039118 (parafuso  
queijo cruz 4,8x19 mm)

1 M999002016 (líquido autoblocante)



## Standard Work

Montagem de Perna Giratória (Monobloco M760)



### 2.8. Furar estrutura da perna (com recurso a broca 3 mm) e consequente aparafusamento das barras de plástico

Referências a utilizar:

2 M004034002PRT (barra plástico)

8 M001031085 (parafuso queijo cruz 4,2x16 mm)

4 M001039017 (parafuso queijo cruz 4,2x19 mm)



### 2.9. Colocação das rodas de nylon nas forquetas

Referências a utilizar:

2 M001057006PRT (roda de nylon)

2 M001013047 (casquilho 8x5x41 mm)

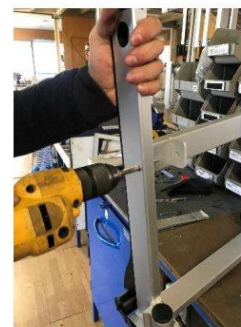
2 M001034110 (parafuso umbrako M5x50 mm)

2 M001020018 (fêmea autoblocante M5)



## 3. Junção triângulo + estrutura da perna

### 3.1. Retificar furos para colocação do triângulo na estrutura da perna



## Standard Work

### Montagem de Perna Giratória (Monobloco M760)



#### 3.2. Juntar triângulo à estrutura da perna

Referências a utilizar:

2 M001037008 (parafuso oval quadra M8X95 mm)

2 M001020020 (fêmea autoblocante M8)

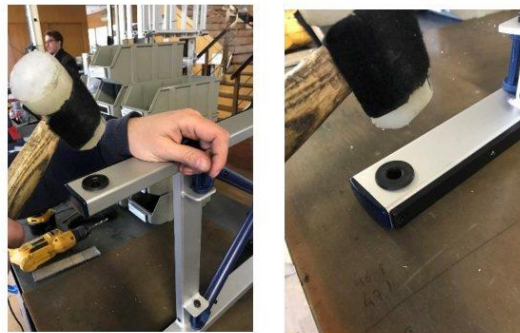


#### 3.3. Aplicar casquilhos na estrutura da perna

Referências a utilizar:

2 M004012015PRT (casquilho nº 62)

2 M004012007PRT (casquilho nº 63)



#### 3.4. Montar a chumaceira na estrutura da perna

Referências a utilizar:

4 M004012014PRT (casquilho nº 61)

4 M001047002 (rolamento 51101)

2 M001043105 (parafuso cabeça chata M12x70 mm)

2 M004013001PRT (chumaceira)

2 M001020022 (fêmea autoblocante)



## Standard Work

### Montagem de Perna Giratória (Monobloco M760)



#### 3.5. Colocar forquetas giratórias na estrutura da perna

Referências a utilizar:

2 P005006003PRT (forqueta giratória)

2 P099003001PRT (M12x3 mm)

2 M001020022 (fêmea autoblocante M12)



#### 3.6. Apertar as forquetas giratórias com recurso a dinamométrica





## 6.6 ANEXO F – Registo de Produção Diária

Registo de Produção Diária																								
Tipo de Produto	DA DATA						À DATA						DA DATA						À DATA					
	2º		3º		4º		5º		6º		2º		3º		4º		5º		6º					
	Unidades	Nº Colab.	Unidades	Nº Colab.	Unidades	Nº Colab.	Unidades	Nº Colab.	Unidades	Nº Colab.	Unidades	Nº Colab.	Unidades	Nº Colab.	Unidades	Nº Colab.	Unidades	Nº Colab.	Unidades	Nº Colab.				
Carrinhos																								
Macas																								
Monoblocos																								
<b>Total Linha (Macas Equivalentes)</b>																								
<b>Nº Un./Colab.</b>																								
Cadeiras																								
Charriot M																								
Charriot E																								
Estrados																								
Mesas																								
Rampas																								
Outros																								
<b>Total AR Eq.</b>																								
<b>Nº Un./Colab.</b>																								