



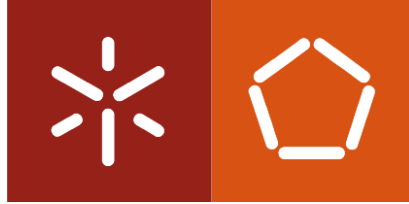
**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Bruna Alexandra Silva Fernandes

**Implementação de um sistema *kanban* num  
projeto de montagem**

outubro de 2022



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Bruna Alexandra Silva Fernandes

**Implementação de um sistema *kanban* num projeto de montagem**

Tese de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do(s)

**Professor Doutor José Pedro Teixeira Domingues**

**Professor Doutor André Mendes de Carvalho**

outubro de 2022

## DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

### **Despacho RT - 31 /2019 - Anexo 3**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

#### ***Licença concedida aos utilizadores deste trabalho***



**Atribuição**

**CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## **AGRADECIMENTOS**

A finalização deste projeto, representa o final de um percurso de cinco anos cheio de aventuras, felicidade, aprendizagens e companheirismo. Ao longo deste percurso tive ao meu lado os melhores, não podendo deixar de agradecer a todas as pessoas e entidades que fizeram este caminho comigo.

O maior dos agradecimentos não poderia deixar de ser para o meu pai, mãe e irmão por toda a paciência, esforço e apoio, sem vocês isto não seria possível. À minha família, avós, tios e primos por me incentivarem e representarem a palavra família tão bem, em especial ao meu tio Bruno e à minha tia Sandra por nunca me falharem e me darem sempre os melhores conselhos.

Aos meus amigos da universidade por termos criado um grupo tão bonito, por nunca me falharem e por tornarem estes 5 anos muito especiais. Sem vocês a Vila não tinha tido o mesmo encanto.

Aos meus amigos por estarem sempre presentes em todas as ocasiões, em especial ao Alexandre por me fazer tão bem e nunca me largar a mão.

A todos os professores que ao longo destes anos se cruzaram comigo e me acrescentaram conhecimentos e valores importantes. Um agradecimento especial aos meus orientadores, Professor André Mendes de Carvalho e José Pedro Teixeira Domingues por me acompanharem na realização deste projeto e me orientarem sempre no melhor caminho.

Por fim a todos os colaboradores da ETMA por me receberam tão bem e me fazerem sentir em casa desde o primeiro dia, mostrando-se sempre disponíveis para me ajudar em tudo o que precisasse. Um obrigada especial ao Eng. Vítor Vaz, ao Eduardo e ao Fábio por me terem incorporado na equipa e por tudo que me ensinaram.

A todos um sincero obrigada!

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

### **Despacho RT - 31 /2019 - Anexo 4**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## RESUMO

### **Implementação de um sistema *kanban* num projeto de montagem**

A presente dissertação foi elaborada em contexto empresarial na ETMA- Empresa Técnica De Metalurgia S.A, no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Escola de Engenharia da Universidade do Minho.

O projeto teve como principal objetivo o dimensionamento e implementação de um sistema *kanban* nos processos produtivos em estudo, de forma a clarificar o fluxo de informação e de material bem como estabilizar e controlar os níveis de *stock*.

O projeto iniciou-se com uma revisão bibliográfica que suportou o projeto. De seguida analisou-se a situação atual dos processos em estudo através da aplicação da ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM) de modo a clarificar o fluxo de informação e de material. Através desta ferramenta identificaram-se vários desperdícios dos quais se destaca o *stock*, movimentações, esperas e sobreprodução.

Com o objetivo de eliminar os desperdícios foi proposta a implementação de um sistema *kanban* e a criação de supermercados. Numa primeira fase foram recolhidos os dados essenciais e dimensionado o sistema, de seguida este sistema foi desenhado e todos os intervenientes foram treinados. Concluídas estas fases o sistema foi implementando.

Com a implementação do sistema *kanban* estima-se melhorias ao nível da estabilização e controlo do *stock*, falta de materiais, organização do chão-de-fabrica, clarificação do fluxo de informação e do material, maior facilidade de planeamento de produção e um aumento significativo na produtividade.

### **PALAVRAS-CHAVE**

Desperdícios, *Kanban*, *Stock*, Supermercados

## **ABSTRACT**

### **Implementation of a kanban system in an assembly project**

This dissertation was developed in a business context at ETMA- Empresa Técnica De Metalurgia S.A, in the scope of the Master in Industrial Engineering and Management at the School of Engineering of the University of Minho.

The project's main objective was to design and implement a kanban system in the production processes under study, to clarify the flow of information and material as well as stabilize and control *stock* levels.

The project began with a literature review that supported the project. Then the current situation of the processes under study was analyzed by applying the Value Stream Mapping tool (VSM) i to clarify the flow of information and material. Through this tool several wastes were identified, such as *stock*, movements, waiting and overproduction.

In order to eliminate waste, the implementation of a kanban system and the creation of supermarkets were proposed. In the first phase the essential data was collected and the system was scaled, then this system was designed and all collaborators were trained. Once these phases were concluded, the system was implemented.

With the implementation of the kanban system, improvements are expected in terms of *stock* stabilization and control, lack of materials, shop floor organization, clarification of information and material flow, easier production planning, and a significant increase in productivity.

## **KEYWORDS**

*Kanban, Stock, Supermarket, Wastes*

## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas .....	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	1
1. Introdução .....	2
1.1 Enquadramento .....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de investigação .....	4
1.4 Organização da dissertação.....	5
2. Revisão da literatura .....	7
2.1 <i>Toyota Production System</i> .....	7
2.1.1 Princípios fundamentais do TPS.....	8
2.1.2 Os sete desperdícios.....	10
2.1.3 <i>Lean production</i> .....	11
2.2 Sistemas de produção.....	14
2.3 Sistema <i>Kanban</i> .....	18
2.3.1 Gestão visual no sistema <i>kanban</i> .....	20
2.3.2 Supermercados .....	22
2.3.3 Outros tipos de sistema <i>kanban</i> .....	24
2.3.4 Vantagens e limitações na implementação de um sistema <i>kanban</i> .....	26
3. Apresentação da empresa.....	27
3.1 A empresa .....	27
3.2 Clientes, Vendas e Produtos .....	28
3.3 Processos produtivos.....	31
4. Descrição e análise dos processos produtivos em estudo .....	34



4.1	Seleção dos produtos .....	34
4.1.1	Processo produtivo do conjunto VP .....	37
4.1.2	Processo produtivo do conjunto VU Esquerdo e VU direito .....	43
4.2	Análise crítica.....	47
4.2.1	VSM do estado atual do conjunto VP .....	47
4.2.2	VSM do estado atual dos conjuntos VU .....	59
4.2.3	Fluxo de informação .....	64
4.3	Identificação dos problemas .....	65
5.	Proposta de melhoria .....	67
5.1	Apresentação da proposta .....	67
5.1.1	Implementação do sistema <i>Kanban</i> .....	67
5.1.2	Recolha dos dados da situação atual .....	68
5.1.3	Dimensionamento do sistema <i>kanban</i> .....	69
5.1.4	Desenho do sistema <i>Kanban</i> .....	77
5.1.5	Formação dos intervenientes, iniciação, monitorização e melhoria do sistema .....	93
6.	Análise e discussão dos resultados.....	94
6.1	Informação real do estado da produção para todos os intervenientes através dos quadros de planeamento .....	94
6.2	Estabilização dos níveis de WIP entre processos e de <i>stock</i> de produto final e de plástico... 95	
6.3	Organização e libertação do chão de fábrica .....	95
6.4	Eficiência e eficácia no trabalho do operador logístico .....	96
6.5	Planeamento e controlo de produção facilitado .....	97
6.6	Aumento da produtividade.....	97
7.	Conclusões e trabalho futuros .....	98
7.1	Conclusões .....	98
7.2	Propostas para trabalho futuro .....	100
	Referências Bibliográficas .....	101
	Anexo 1 – VSM do estado atual do conjunto VP.....	105
	Anexo 2 – VSM do estado atual dos conjuntos VU .....	106
	Anexo 3– Procura do conjunto VP.....	107

Anexo 4 – Registos dos tempos de ciclo dos processos produtivos do conjunto VP .....	109
Anexo 5 – Registos dos valores de OEE da prensa de estampar os conjuntos VP retirados do <i>power bi</i> da empresa.....	110
Anexo 6 – Registos de produção na prensa de dobrar .....	111
Anexo 7 – Registos de produção na máquina de soldar .....	112
Anexo 8 – Análise dos registos da produção do conjunto VP na máquina de dobrar e cálculo do OEE .....	114
Anexo 9– Análise dos registos da produção do conjunto VP na máquina de soldar e cálculo do OEE	116
Anexo 10 – Registos da produção do conjunto VP na montagem.....	117
Anexo 11 – Análise dos registos da produção do conjunto VP na montagem e cálculo da eficiência .	118
Anexo 12 – Registos dos tempos de <i>setup</i> do conjunto VP na prensa de estampar retirados do <i>Power BI</i> da empresa.....	119
Anexo 13 – Procura dos conjuntos VU .....	120
Anexo 14 – Tempos de ciclo dos processos dos conjuntos VU.....	122
Anexo 15 – Registos dos valores de OEE para os processos do conjunto VU retirados do <i>power bi</i> da empresa.....	124
Anexo 16 – Análise dos registos do processo de montagem dos conjuntos VU.....	125
Anexo 17 – Análise dos registos do processo de soldadura dos conjuntos VU .....	129
Anexo 18 – Registos dos tempos de <i>setup</i> nos processos relativos aos conjuntos VU .....	130
Anexo 19 – Número de turnos, tamanho dos lotes e tempo planeando para a produção dos processos de produção dos conjuntos VU.....	132
Anexo 20 – VSM do estado futuro do conjunto VP .....	133
Anexo 21 – VSM do estado futuro dos conjuntos VU .....	134
Anexo 22 – Cálculo do número de <i>kanbans</i> .....	135
Anexo 23 – Cartões <i>kanban</i> desenvolvidos.....	137
Anexo 24 – Instrução de trabalho do sistema <i>kanban</i> no processo de estampagem dos circuitos.....	138
Anexo 25 – Instrução de trabalho do sistema <i>kanban</i> no processo de soldadura dos conjuntos .....	142
Anexo 26 – Instrução de trabalho do sistema <i>kanban</i> no processo de tratamento de superfície .....	145
Anexo 27 – Instrução de trabalho do sistema <i>kanban</i> no processo de estampagem dos terminais ...	147
Anexo 28 – Instrução de trabalho do mecanismo de gestão de <i>stock</i> criado para o plástico.....	149

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-Modelo Simples de Pesquisa-Ação. Adaptado de: Susman e Evered (1978).....	5
Figura 2-Casa TPS. Adaptado de: Liker & Morgan (2006) .....	8
Figura 3-Os sete princípios lean thinking revistos. Adaptado de: Pinto (2008) .....	14
Figura 4-Sistema Pull de reabastecimento. Retirado de: Smalley (2004) .....	17
Figura 5-Sistema Pull Sequencial. Retirado de:Smalley (2004) .....	17
Figura 6-Sistema Pull misto. Retirado de:Smalley (2004).....	18
Figura 7-Exemplo de um cartão kanban. Retirado de: Ohno (1988) .....	19
Figura 8-Funcionamento simples de um sistema kanban. Adaptado de: Courtois, Pillet, & Chantal (2007) .....	20
Figura 9-Quadro de planeamento Kanban. Adaptado de: Carvalho (2000) .....	21
Figura 10-Demonstração do funcionamento do sistema Kanban. Adaptado de: Araujo(2009).....	23
Figura 11-Exemplo de Sistema de Kanban do tipo Look-See. Retirado de: Gross & McInnis (2003) ....	25
Figura 12-Sede principal da ETMA. Retirado de: Manual do Colaborador ETMA Metal Parts (2017) ....	27
Figura 13-Localizações das propriedades da ETMA .....	28
Figura 14-Principais clientes da ETMA.....	29
Figura 15-Componentes produzidos para o ramo automóvel.....	29
Figura 16-Componentes produzidos para a indústria elétrica .....	30
Figura 17-Componentes produzidos para eletrodomésticos .....	30
Figura 18-Componentes produzidos para a área de injeção de plásticos .....	30
Figura 19-Sistemas de fixação .....	31
Figura 20-Conjunto placa circuito PSA K9 (VP) e conjunto placa circuito LH e RH (VU esquerdo e Vu direito) .....	34
Figura 21-Veículos utilitários e veículos profissionais .....	35
Figura 22-Lista de materiais conjunto VP.....	35
Figura 23-Lista de materiais conjuntos VU.....	36
Figura 24- Farol. Exemplo conjunto VU direito .....	36
Figura 25- Clientes finais .....	36
Figura 26- Estampagem dos circuitos .....	37
Figura 27-Exemplo de ordem de fabrico .....	37

Figura 28-Controlo visual após o processo de estampagem .....	38
Figura 29-Circuitos VP à espera de entrar no processo seguinte .....	38
Figura 30-Prensa de dobrar .....	39
Figura 31-Circuitos dobrados à espera do processo seguinte.....	39
Figura 32-Processo de montagem.....	40
Figura 33- Caixas à entrada do processo de soldadura .....	40
Figura 34-Processo de soldar.....	41
Figura 35-Máquina de inspeção .....	41
Figura 36-Caixas com o produto final a aguardar a formação do lote .....	42
Figura 37-Parque de produto final.....	42
Figura 38-Paletes do produto final armazenadas no armazém de expedição .....	43
Figura 39-Circuito VU esquerdo e circuito VU direito.....	43
Figura 40-Máquina Bihler.....	44
Figura 41- Linha automática zinco e níquel .....	45
Figura 42-Processo de montagem.....	45
Figura 43-Processo de soldadura dos conjuntos VU.....	46
Figura 44- Inspeção manual dos conjuntos VU .....	46
Figura 45-Cliente final do conjunto VP .....	48
Figura 46-Procura do conjunto VP.....	49
Figura 47-Fluxo de material do conjunto VP.....	49
Figura 48-Caixa de processos e de dados. Exemplo: Processo da estampagem .....	49
Figura 49-Valor do OEE para a prensa de dobrar e para a máquina de soldar VP.....	54
Figura 50-Eficiência da montagem do conjunto VP .....	55
Figura 51-Fluxo de materiais, caixas de dados e Work in Progress .....	56
Figura 52-Fornecedor externo de plástico.....	57
Figura 53-Envio do produto final para o cliente.....	57
Figura 54-Linha de tempo. Exemplo: Operação de estampar e dobrar .....	58
Figura 55-Linha de tempo final .....	58
Figura 56-Cliente final dos conjuntos VU .....	59
Figura 57-Gráfico da procura média semanal dos conjuntos VU.....	60
Figura 58-Fluxo de material .....	60
Figura 59-Fluxo de material dos processos produtivos dos conjuntos VU.....	62

Figura 60- Fornecedor do plástico para os conjuntos VU.....	63
Figura 61-Envio dos conjuntos VU para o cliente final.....	63
Figura 62-Linha de tempo final do VSM dos conjuntos VU .....	63
Figura 63-Caixas utilizadas para o armazenamento dos circuitos VP .....	71
Figura 64-Circuito de um kanban. Retirado de: bosh (2011).....	72
Figura 65-Número de kanbans de cada referência nos diferentes postos de trabalho .....	77
Figura 66- Cartão kanban. Exemplo para a placa circuito VP .....	79
Figura 67-Quadro planeamento Kanban da estampagem e na soldadura .....	80
Figura 68-Iman kanban. Exemplo para a placa circuito VP.....	81
Figura 69-"Caixa" de recolha de imanes .....	81
Figura 70-Caixa dedicada à produção dos circuitos VU esquerdo.....	82
Figura 71-Supermercado dos circuitos .....	82
Figura 72- Caixas vazias dos circuitos depois da operação de montar.....	83
Figura 73- Supermercado do produto final .....	84
Figura 74-Sistema Kanban do tipo look-see.....	85
Figura 75- Contentores identificados com cartão kanban.....	86
Figura 76- Parque kanban para os terminais.....	86
Figura 77-Caixas identificadas para a produção do terminal .....	87
Figura 78- Parque Kanban para os terminais que aguardam a entrada no tratamento de superfície ...	88
Figura 79- Supermercado do plástico.....	90
Figura 80- Quadro de gestão de stock.....	90
Figura 81- Layout do parque de plástico.....	91
Figura 82- Layout do parque de plástico com imanes .....	91
Figura 83- "Caixa" de encomendas.....	92
Figura 84- Gestão visual .....	95
Figura 85-Stock de plástico antes da implementação e depois da implementação.....	96
Figura 86- Layout do parque de plástico.....	97

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1-Recolha dos dados iniciais do processo produtivo do conjunto VP.....	50
Tabela 2- Tempos de ciclo dos processos de produção do conjunto VP.....	51
Tabela 3-OEE da prensa utilizada na estampagem .....	52
Tabela 4-Dados necessários para o cálculo do OEE.....	53
Tabela 5-Dados necessários para o cálculo da eficiência .....	54
Tabela 6-Registos dos tempos de setup da prensa .....	56
Tabela 7- Dados dos processos dos conjuntos VU .....	61
Tabela 8- Informações sobre a atividade externa .....	62
Tabela 9-Identificação dos problemas .....	65
Tabela 10- Dados dos processos de VP.....	68
Tabela 11-Dados dos processos de VU.....	68
Tabela 12- Dimensionamento do sistema kanban .....	70
Tabela 13-Dados para o cálculo do RE.....	71
Tabela 14- Cálculo do <i>RTLoop</i> .....	73
Tabela 15-Dados para o cálculo de WI .....	74
Tabela 16-Dados para o cálculo de <i>SA1</i> .....	75
Tabela 17-Dados para o cálculo do <i>ReExt</i> .....	75
Tabela 18- Tipos de sistemas kanbans a implementar.....	78
Tabela 19-Limites de sinalização dos quadros de planeamento .....	80
Tabela 20- Máximo e mínimo do supermercado .....	90
Tabela 21-Resultados esperados.....	94

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

CLT- Comunidade *Lean Thinking*

ERP- *Enterprise Resource Planning*

FIFO- *First in first out*

JIT- Just-In-Time

MRP- *Material Requirement Planning*

NPK- Número de peças por *Kanban*

OEE- *Overall Equipment Effectiveness*

OF- Ordem de fabrico

POT- *Planned operation time*

RVA- Rácio de valor acrescentado

RVNA- Rácio de valor não acrescentado

TC- Tempo de ciclo

TPS- *Toyota Production System*

TS- Tempo de *setup*

VSM- *Value Stream Mapping*

WIP- *Work-In-Progress*

PR- Procura

K- *Number of kanban*

RE- *Replenishment Time coverage*

LO- *Lot Size coverage*

WI- *Withdrawal Peak coverage*

SA- *Safety Time coverage*

## 1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação, foi desenvolvida em ambiente industrial, na empresa ETMA *Metal Parts* Empresa Técnica de Metalurgia S.A em Braga. Tem como principal objetivo a implementação de um sistema *kanban* num projeto de montagem. No decorrer deste capítulo, é realizado um breve enquadramento dos temas de estudo e são apresentados os objetivos do projeto desenvolvido, a metodologia de investigação adotada e a estrutura da dissertação.

### 1.1 Enquadramento

Esta dissertação foi desenvolvida em colaboração com a ETMA Metal Parts, uma empresa técnica de metalurgia, situada em Braga. A ETMA dedica-se principalmente à produção de peças metálicas, produzindo para várias áreas de negócios, entre as quais se destacam a indústria automóvel, a indústria de componentes elétricos, o setor dos eletrodomésticos, a injeção de plásticos e os sistemas de fixação. Atualmente, os mercados estão cada vez mais competitivos, sendo fundamental para as empresas adaptarem-se às mudanças de forma a garantirem um lugar de destaque para os clientes. Tendo noção disto, as empresas procuram melhorar e controlar os processos de produção, logística interna e planeamento de forma a melhorar constantemente o serviço ao cliente e conseguir assim vantagem no mercado. Neste contexto, e considerando a necessidade da empresa em melhorar os seus processos produtivos, surge este projeto de dissertação com o tema “Implementação de um sistema *kanban* num projeto de montagem”. Este projeto focou-se na melhoria dos processos de planeamento de produção de dois produtos finais. Estes processos são pouco eficientes, provocando vários desperdícios do qual se destaca o *stock*, movimentações, esperas e sobreprodução.

Considerando o foco do projeto, revela-se fundamental aplicar metodologias de planeamento e controlo de fluxos de materiais e informação desde o fornecedor até ao cliente final, não ignorando nenhuma etapa do processo como o abastecimento, armazenamento, gestão de *stock* e transporte. Dentro dessas metodologias destaca-se a produção *lean* (Monden, 1998) proveniente do Toyota *Production System* (TPS) que procura eliminar por completo os desperdícios isto é, tudo o que não acrescenta valor do ponto de vista do cliente, melhorando assim o sistema de produção (James P. Womack et al., 1990). Estes desperdícios foram explicados pela primeira vez por Ohno (1998) que os dividiu em: Sobreprodução, espera, transporte, movimentações, sobreprocessamento, *stocks*, e defeitos (Thürer et al., 2017).



Atualmente, as empresas têm procurado adotar as práticas da produção *lean*, no entanto a sua implementação não é fácil, uma vez que na maioria dos casos existe falta de formação e resistência por parte dos colaboradores e gestores em mudar (Coetzee, 2016). Para uma implementação de sucesso, é fundamental compreender os conceitos envolvidos e utilizar as ferramentas adequadas de forma correta, tendo em consideração que cada sistema de produção tem características específicas (Marand et al., 2013).

Existem diversos conceitos, técnicas e ferramentas associadas ao conceito *lean* que podem ser implementadas de acordo com as características e necessidades de cada processo. O conceito *Just-in-Time* (JIT), é um dos mais conhecidos e consiste em produzir apenas os artigos necessário na altura certa (Sugimori et al., 1977). Este conceito envolve a aplicação de algumas ferramentas, sendo que a mais utilizada para o controlo da produção é a ferramenta *kanban*. Esta ferramenta tem como principal objetivo melhorar o fluxo de materiais e informação, permitindo controlar os *stocks* e a produção e, conseqüentemente, eliminar desperdícios e minimizar os custos (Gratiela Dana & Işitan, 2021).

De um modo geral, com este projeto pretende-se rentabilizar os fluxos de produção de um projeto de montagem, reduzindo custos e procurando eliminar desperdícios sem comprometer o nível de serviço prestado ao cliente.

## 1.2 Objetivos

O objetivo primordial da presente dissertação consiste na análise dos processos produtivos num projeto de montagem, com o propósito de melhorar o seu fluxo de produção e eliminar os desperdícios associados a este, através da implementação de um sistema *kanban*. A empresa espera que a implementação do sistema *kanban* neste projeto sirva de exemplo para que possa ser aplicado em outros processos produtivos da empresa.

Detalhando, pretende-se atingir objetivos mais específicos que consistem:

- Melhorar e clarificar os fluxos de informação e materiais;
- Facilitar o acesso à informação;
- Simplificar e otimizar o planeamento de produção;
- Eliminar ou reduzir os desperdícios;

- Estabilizar e controlar os níveis de *stock* dos componentes;
- Organizar o chão-de-fábrica;

Perceber e apresentar as implicações, procedimentos e resultados da implementação de um sistema *kanban* é também um objetivo implícito desta dissertação.

### **1.3 Metodologia de investigação**

Para alcançar os objetivos da dissertação, é essencial a seleção adequada da metodologia de investigação que vai funcionar como suporte para o desenvolvimento do projeto, permitindo organizar o trabalho e estabelecer caminhos para alcançar metas traçadas (Kilani & Kobziev, 2016).

Este projeto consiste na implementação de um sistema *kanban* numa empresa metalúrgica. Considerando o contexto prático e real realizado em ambiente industrial, onde é fundamental a observação dos processos, a recolha e análise dos dados, identificação dos problemas e a sua posterior resolução foi selecionada a metodologia de *Action-Research*, esta alterna entre a teórica e a prática, permitindo intervir diretamente no local e em simultâneo, realizar uma pesquisa de literatura relacionada com o tema, garantindo que a implementação tem em consideração informações teóricas (Saunders et al., 2009). Lewin (1946) introduziu esta estratégia em 1946 e afirma que esta tem como princípio o “*learning by doing*” ou, traduzindo, “aprender enquanto se faz”, difere das restantes pelo seu foco na ação e no apelo à mudança (Adelman, 1993). Há um duplo compromisso de estudar um sistema e, ao mesmo tempo, procurar juntamente com os colaboradores mudá-lo na direção desejável. Portanto, é importante a colaboração ativa do investigador e dos interessados no projeto (O’Brien, 1998).

Segundo Susman e Evered (1978), esta metodologia pode ser vista com um processo cíclico de 5 fases (Figura 1).

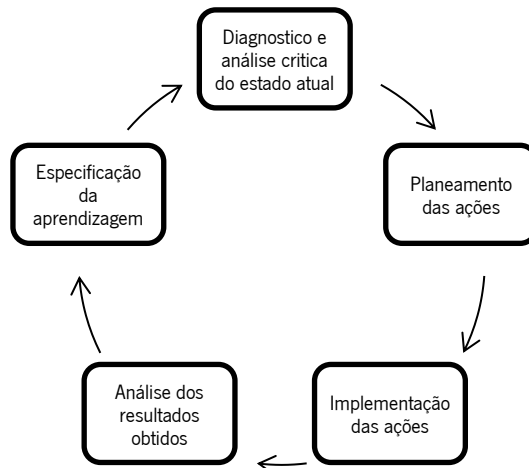


Figura 1-Modelo Simples de Pesquisa-Ação. Adaptado de: Susman e Evered (1978)

## 1.4 Organização da dissertação

O presente trabalho está estruturado em sete capítulos. O primeiro capítulo é designado de introdução, onde se apresenta uma breve contextualização do tema do trabalho, os objetivos que se pretendem atingir com a elaboração do projeto, a metodologia seguida e a organização da dissertação.

No segundo capítulo, designado revisão bibliográfica, pretende-se aprofundar os conhecimentos acerca das áreas em que se encaixa o tema escolhido, procurando obter conceitos necessários para a realização do projeto, são explorados temas essenciais como o *Toyota Production System* (TPS) e a filosofia *Lean*, apresentando os seus princípios, a sua estrutura, os principais desperdícios e algumas ferramentas. Além disto, também é apresentada uma breve descrição dos sistemas de produção existentes e, por fim, explicado em que consiste um sistema *kanban*.

No capítulo três, é feita uma breve apresentação da empresa onde se desenvolveu o presente projeto, apresentados os principais clientes, vendas e produtos. São ainda explicados os setores produtivos que integram a empresa e os processos produtivos associados a estes.

No capítulo quatro são apresentados os produtos em estudo e descritos os seus processos produtivos. É ainda feita uma análise dos processos produtivos mais pormenorizada através da aplicação da ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM) do estado atual e conseqüentemente identificados os problemas.

No quinto capítulo é apresentada a proposta de melhoria a fim de reduzir ou eliminar os problemas e atingir o objetivo proposto pela empresa. Confirmou-se que a implementação de um sistema kanban seria a melhoria mais vantajosa, sendo detalhado todo o seu processo de implementação.

O sexto capítulo resume os resultados obtidos e esperados com a implementação do sistema *kanban*.

Por fim, no sétimo capítulo apresentam-se as conclusões do projeto, bem como algumas limitações e sugestões para trabalhos futuros.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é realizado um enquadramento teórico, de forma a aprofundar os conhecimentos acerca das áreas em que se encaixa o tema escolhido, realizou-se assim uma revisão da literatura em diversas fontes sobre os temas relacionados.

### 2.1 *Toyota Production System*

Em 1937 foi fundada a *Toyota Motor Company* por *Kiichiro Toyoda*, uma indústria dedicada à produção de automóveis. No final da Segunda Guerra Mundial a empresa encontrava-se com problemas financeiros e com uma quantidade de *stock* de produtos acabados elevada. Para procurar soluções, o então presidente e um dos melhores engenheiros da *Toyota*, *Eiji Toyoda*, decidiu fazer uma visita às indústrias dos Estados Unidos, concretamente à *Ford* e à *General Motors*, de forma a observar e possivelmente encontrar soluções para os problemas encontrados na sua indústria (Khan, 2022).

Ao visitar as empresas americanas, deparou-se com um sistema de fabrico focado na produção contínua de lotes elevados que operava de forma a reduzir custos unitários, a denominada produção em massa. *Eiji Toyoda* facilmente concluiu que este tipo de produção iria tornar-se um desperdício na *Toyota Motor Company*, pois o mercado japonês contrariamente ao americano tinha a necessidade de processos rápidos e flexíveis, uma vez que os seus clientes exigiam a produção de pequenos lotes de produtos variados em condições de baixa procura (Liker & Morgan, 2006).

Quando voltou ao Japão, *Toyoda* atribuiu ao então engenheiro prodígio da *Toyota*, *Taiichi Ohno*, a tarefa de melhorar o processo produtivo da empresa de forma a igualar a *Toyota* à *Ford* em termos de produtividade. *Ohno* tinha então como missão adaptar o sistema de produção em massa da *Ford*, de forma a aumentar a produtividade e atingir alta qualidade e flexibilidade com baixos custos e lead times (Liker, 2004).

Ao longo dos anos, *Ohno* foi desenvolvendo e melhorando ferramentas e metodologias que se tornaram a base do TPS. Por volta da década de 1960, os princípios que definem o TPS e que são a base da metodologia *Lean* foram finalizados por *Ohno* e *Eiji Toyoda* (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

### 2.1.1 Princípios fundamentais do TPS

O TPS é um sistema de produção que procura aumentar a eficiência e reduzir o máximo possível os custos, eliminando de forma completa e definitiva todos os tipos de desperdícios (Ohno, 1998). Pretende assim, satisfazer as necessidades dos clientes no menor prazo possível e com a máxima qualidade, aproveitando as capacidades e envolvimento dos trabalhadores (Sugimori et al., 1977).

Alguns autores descrevem o TPS como um conjunto de técnicas e ferramentas, desenvolvidas para reduzir o custo de produção e eliminar os desperdícios, orientando a produção para a satisfação do cliente. No entanto, o TPS não é somente um conjunto de ferramentas, mas sim um sistema com base numa estrutura (Khan, 2022).

Com o objetivo de partilhar as melhores praticas desenvolvidas na *Toyota* e facilitar a aprendizagem para outras organizações e fornecedores, *Fujio Cho*, ex-diretor da *Toyota* desenvolveu uma representação simples de uma casa, conhecida como a casa do TPS (Figura 2). Cada elemento da casa é relevante individualmente, mas mais importante é a forma como os elementos se reforçam.

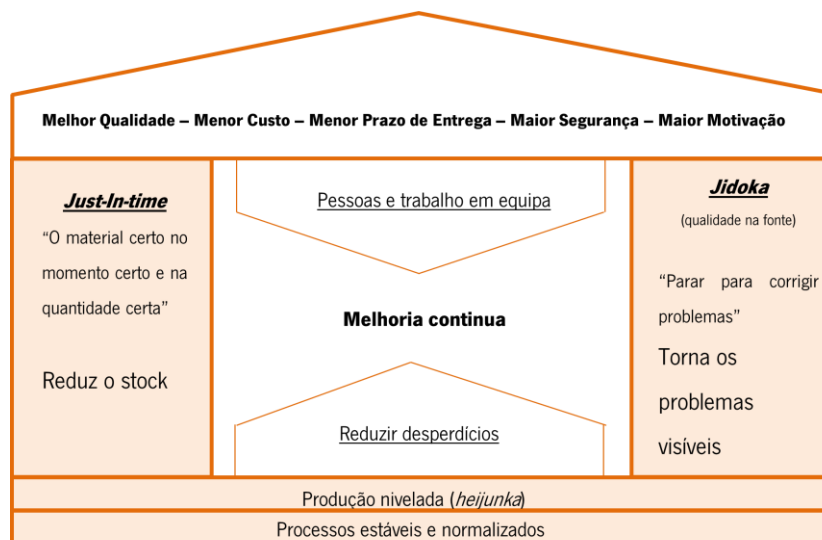


Figura 2-Casa TPS. Adaptado de: Liker & Morgan (2006)

No telhado da casa estão representados os principais objetivos do TPS, garantir melhor qualidade dos produtos com o menor preço e prazo de entrega possível, ao mesmo tempo que se assegura a motivação e segurança dos trabalhadores (Liker, 2004).

Relativamente aos pilares que constituem a casa, temos o *Jidoka* e o *Just-In-Time*.

O conceito *Jidoka* apareceu pela primeira vez em 1918, quando *Sakichi Toyoda* fundou a *Toyota Spinning and Weaving Company* e desenvolveu o primeiro tear a vapor, que conseguia parar automaticamente quando detetasse uma linha partida (Ohno, 1998). O *Jidoka* é uma palavra japonesa que significa, automação com intervenção humana, sendo fundamental para garantir a qualidade dos produtos (Liker & Morgan, 2006). Consiste em automatizar o sistema de modo a desenvolver, nas máquinas, a capacidade de detetar problemas, levando à ação de correção imediata por parte do operador. O objetivo é que peças com baixa qualidade ou com defeitos não sejam permitidas ao longo da linha de produção, protegendo o cliente e reduzindo custos de sucata (Monden, 2011).

O conceito *Just-In-Time* surge em 1937, com a fundação da *Toyota Motor*, aparece devido à necessidade de orientar o ritmo de produção às necessidades dos clientes (Ohno, 1998). É uma filosofia que defende que se deve fornecer o material certo, na quantidade certa, no local certo e no momento exato (Khan, 2022). A implementação do JIT conduz a empresa a produzir apenas o necessário, criando um fluxo eficiente e contínuo reduzindo o *lead Time* e eliminando o *stock* excessivo que é utilizado muitas vezes como resguardo para absorver problemas do processo produtivo. A redução de *stock*, facilita a visualização dos problemas existentes no sistema produtivo, sendo assim mais fácil resolvê-los (Liker & Morgan, 2006).

Na base da casa estão os processos estáveis e normalizados, a estabilidade dos processos é necessária antes de começar qualquer mudança dentro de uma empresa que tenha como objetivo a implementação do TPS. Ao esclarecer de maneira detalhada os procedimentos para o trabalho de cada um dos operadores num processo de produção, obtém-se o processo estável e normalizado (Liker & Morgan, 2006). Além da implementação do processo estável e normalizado, também faz parte da base o *Heijunka* que significa nivelamento. O objetivo é nivelar o tipo e a quantidade da produção durante um determinado período, conseguindo com isto e com uma carga de trabalho uniforme, maior satisfação do cliente, diminuição do *stock* e a redução de custos, mão-de-obra e prazo de entrega (Gallardo, 2007).

Na zona central da casa, encontra-se a essência do TPS, a melhoria contínua ou *Kaizen* em japonês. Esta filosofia de gestão enfatiza a participação de todos os colaboradores, onde cada processo é continuamente avaliado com o intuito de eliminar todos os desperdícios existentes, sendo fundamental que todos os colaboradores adotem a mesma cultura e trabalhem em equipa (Liker & Morgan, 2006). Somente através da melhoria contínua é que a operação pode alcançar a estabilidade necessária. As

pessoas devem ser treinadas para identificar o desperdício e resolver os problemas na causa raiz, perguntando repetidamente o porquê de o problema ocorrer (Sugimori et al., 1977).

### 2.1.2 Os sete desperdícios

Ohno (1988) caracterizou as atividades de produção como atividades que acrescentam valor ao produto e atividades que não acrescentam valor ao produto. As atividades que acrescentam valor são aquelas que o cliente está disposto a pagar. As atividades que não acrescentam valor são as que o cliente não está disposto a pagar, que podem ser ou não necessárias. Normalmente, a maior parte das atividades não acrescentam valor, e por isso são atividades de puro desperdício (Melton, 2005).

De acordo com Ohno (1998), os desperdícios ou *muda*, em japonês, são todas as atividades que utilizam recursos (material, pessoas ou equipamentos), mas que não contribuem para aumentar o valor do produto vendido ao cliente, ou seja, atividades que não acrescentam valor ao produto. Os desperdícios existem em qualquer tipo de organização, e apesar de não acrescentar valor ao produto podem aumentar o custo e por isso fazer com que o cliente pague mais pelo produto, é assim essencial eliminá-los de todo o processo (Soliman, 2014). Neste sentido, durante o desenvolvimento do TPS, Shingo (1981) e Ohno (1998) identificaram e caracterizaram os sete principais tipos de desperdícios, que deviam ser reduzidos e se possível eliminados para melhorar a produtividade:

1. Sobreprodução: É considerado o pior e o mais comum desperdício uma vez que conduz ao aparecimento de outros. Consiste em produzir mais que a quantidade pedida pelo cliente ou mais cedo do que o necessário (Sen, 2022).
2. Esperas: É um desperdício relativamente fácil de observar. Consiste no tempo que os operadores ou os equipamentos perdem enquanto estão à espera de algo. Como por exemplo, um operador que apenas vigia uma máquina automatizada ter de esperar por uma autorização, material ou equipamento (Sen, 2022).
3. Transporte: Está associado a perdas de tempo causadas por movimentações para transportar materiais, peças ou produtos de um lado para o outro (Soliman, 2014).
4. Movimentações: Esta relacionado com a desorganização dos locais de trabalho, envolve as movimentações desnecessárias realizadas pelos colaboradores que se traduzem apenas em tempo despendido, como por exemplo, procurar, alcançar ou empilhar peças ou ferramentas (Liker, 2006) .



5. Sobreprocessamento: Consiste em desperdiçar os recursos da empresa em atividades que não acrescentam valor ou que acrescentam, mas que o cliente não está disposto a pagar (Sen, 2022).
6. *Stocks* – Inclui a acumulação de matérias-primas, *Work-In-Progress* (WIP) e produtos finais, o que contribui para o aumento do lead time, do espaço ocupado e estrago dos materiais (Sen, 2022);
7. Defeitos – Todos os produtos que não se encontram dentro dos parâmetros exigidos pelo cliente, provocando a sua insatisfação (Liker, 2006).

Posteriormente, foi identificado por Womack & Jones (1997), um oitavo desperdício, o não aproveitamento da criatividade dos colaboradores. Os autores defendem que as empresas muitas das vezes desvalorizam as capacidades dos colaboradores que estão diariamente ligadas aos processos, perdendo ideias criativas e sugestões de melhorias.

Além dos *Muda*, existem também os *Mura* e *Muri*, que acabam por ser sintomas do *Muda*. Estes três conceitos juntos formam os 3M's- *Muda*, *Mura* e *Muri* (Liker, 2004).

*Mura* significa irregularidade, representa a variabilidade no fluxo de produção, tanto em quantidades como em qualidade, representando assim inconsistências no processo (Arezes et al., 2010). As irregularidades podem ser solucionadas aplicando o JIT.

*Muri* significa excesso ou sobrecarga, refere-se a situações em que os operadores ou máquinas operam acima dos seus limites, originando perdas de tempo e de energia e aumentando o risco de lesões e acidentes (Coimbra, 2009).

A eliminação completa dos desperdícios é um dos principais objetivos do TPS e potencializam a produtividade (Wang et al., 2012).

### 2.1.3 *Lean production*

O conceito *Lean Production* surge pela primeira vez em 1990 por Womack e Jones no livro “*The Machine that Changed the World*”. Neste livro, os autores comparam a indústria automóvel americana em massa com o sistema TPS, evidenciando as diferenças de produtividade, qualidade e desenvolvimento de produtos demonstrando a superioridade dos resultados do TPS. Os autores defendem que Sistema de produção da Toyota é a melhor opção não só na fabricação, como em todas as atividades de criação de

valor. Na prática, a base da filosofia *Lean* é o TPS, sendo que a primeira acaba por surgir de uma evolução do Sistema de Produção *Toyota* durante a década de 90, criada com o intuito de capturar a essência do lendário TPS (Wang et al., 2012).

Com a publicação do livro a produção *Lean*, que consistia num novo termo usado pelos autores para o TPS, mereceu a atenção por todo o mundo. Várias indústrias procuraram implementar esta metodologia, no entanto, a maior parte não conseguiu, uma vez que o livro não explicava os conceitos de implementação. Sabendo deste insucesso por parte das empresas em 1996 *Womack e Jones* publicaram um novo livro "*Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*", neste livro os autores definiram cinco princípios, que quando compreendidos de forma clara, permitem um total domínio das técnicas e permitem guiar as empresas na implementação do *Lean* (Hicks, 2000).

Os cinco princípios consistem em:

- **Definir valor** – Este é o principal princípio do pensamento *Lean*. O conceito destaca a importância de compreender o conceito de valor na ótica do cliente. Mostrando o valor de um diálogo com o cliente final, a fim de perceber o conjunto de características que o cliente procura e que por isso está disposto a pagar. Quanto melhor se entender o conceito de valor para o cliente maior será a satisfação do mesmo (Pinto, 2008).
- **Identificar a cadeia de valor**– Reconhecer e compreender todos os processos e atividades diretamente relacionados com a criação de um produto concreto, seja um bem ou um serviço (J P Womack & Jones, 1996). Ao efetuar este tipo de análise, consegue-se uma perspetiva da cadeia de valor como um todo, o que facilita a redução dos desperdícios e a eliminação das atividades que não acrescentam valor e são desnecessárias, automaticamente otimiza-se o processo aumentando o valor entregue ao cliente (Wang et al., 2012).
- **Gerar fluxo na linha de produção** – Pode referir-se ao fluxo de pessoas, de materiais, de informação ou de capital. O fluxo percorre toda a cadeia de valor e deverá ser contínuo e sem interrupções, deve ser evitado qualquer tipo de paragem, devendo por isso procurar eliminar os desperdícios (Soliman, 2014). Com isto pretende-se a redução de tempos de entrega (*lead times*), o aumento da qualidade e a redução do *stock*.
- **Implementar o Sistema de Produção *Pull*** – O conceito JIT deve ser aplicado, o cliente é que puxa a produção sendo ele quem decide o que deve ser produzido, em que quantidades e

em que momento, reduzindo desta forma o excesso de produção e conseqüentemente a redução de *stocks* excessivos e mão de obra desnecessária (Mahdavisarif et al., 2022).

- **Procura pela perfeição** – Este fundamento será o culminar dos anteriores. O envolvimento e formação de todos os colaboradores é fundamental neste princípio, diariamente deve-se procurar minimizar o desperdício e maximizar o valor, chegando assim à melhoria contínua que permite alcançar a perfeição, ou seja, a completa eliminação dos desperdícios para que todas as atividades criem valor, produzindo um produto que está cada vez mais próximo do que o cliente final procura conseguindo a sua satisfação e conseqüentemente a sua fidelização (Monetti et al., 2022).

Em 2008 houve uma revisão por parte da Comunidade *Lean Thinking* (CLT) dos princípios *Lean*, onde defendiam que os cinco princípios apresentados não eram suficientes para cobrir toda a dimensão do *Lean*, uma vez que apresentavam algumas lacunas (Pinto, 2008). A cadeia de valor considerada, consistia apenas na cadeia de valor do cliente, não considerando a possibilidade de existir mais do que um *Stakeholder*, para além disto a atividade de criação de valor através da inovação de produtos, serviços e processos não era ponderada. Assim, as empresas tendiam a entrar apenas em ciclos sem fim de redução de desperdícios (Pinto, 2008). Desta forma surgem mais dois princípios *lean* que procuram acabar com as lacunas referidas:

- **Conhecer os Stakeholders.** É essencial que as empresas não se foquem apenas na satisfação do seu cliente, mas sim em todos os intervenientes que fazem parte do negócio para não prejudicar o seu futuro. Para além disso, as organizações devem ter uma visão completa de todo o processo e não apenas do próximo cliente da cadeia de valor, a preocupação deve ser sempre servir melhor o cliente final (Pinto, 2008).
- **Inovar constantemente.** É essencial procurar inovar frequentemente de forma a criar valor através de novos produtos, serviços e processos (Pinto, 2008).

Na Figura 3 é apresentada a seqüência dos princípios do *Lean Thinking*.

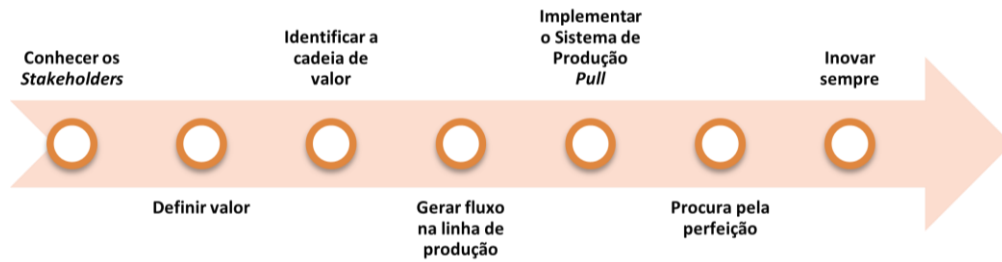


Figura 3-Os sete princípios *lean thinking* revistos. Adaptado de: Pinto (2008)

O *lean* é então uma filosofia que auxilia a gestão de uma organização, baseada nos conceitos do TPS (Pelarta et al., 2017). Pode ser definido como um sistema de produção inovador, que possibilita uma maior variedade de produtos de alta qualidade a baixo custo, tendo como principal objetivo a eliminação sistemática de desperdício e a criação de valor, procurando sempre uma melhoria contínua (Bhamu & Sangwan, 2014). Procura a redução do tempo de entrega do produto, acidentes de trabalho, esforço humano, espaço necessário e a melhoria na compreensão dos processos, do fluxo de valor e das necessidades dos clientes (Shah & Ward, 2007).

## 2.2 Sistemas de produção

A produção numa indústria pode seguir dois sistemas principais: o sistema de produção *Pull* e o sistema de produção *Push* (Chiadamrong & Kohly, 2017). Ambos os sistemas apresentam vantagens e desvantagens o que levou a que muitas empresas procurassem uma integração dos dois sistemas, juntando as vantagens dos dois, e assim conseguindo uma gestão do processo produtivo mais eficaz (Puchkova et al., 2016). A combinação destes dois sistemas de produção denomina-se sistema *Push-Pull* ou sistema híbrido.

De seguida apresenta-se o funcionamento do sistema *Push* e do sistema *Pull*, sendo de notar que ao longo deste capítulo se dá mais importância ao planeamento *Pull* pois a sua implementação é o objetivo deste projeto.

### 2.2.1 Sistema de produção *Push*

O sistema de produção designado por *Push* é um sistema tradicional baseado nas previsões de vendas e consumo onde as ordens de produção são lançadas pelo planeamento e fornecidas em cada posto de

trabalho de acordo com o *Material Requirement Planning* (MRP) ou outras variações deste (Ghanem et al., 2018).

Consiste em empurrar o material produzido num posto para o posto seguinte, independentemente de este precisar ou não, até se obter o produto final, produzindo na expectativa de eventualmente a procura acontecer. Uma das características deste sistema é que o fluxo de informação acontece na mesma direção do fluxo de materiais, ou seja a informação sobre o que produzir acompanha a produção (Bonney et al., 1999).

Este sistema facilita a reação a variações de procura permitindo antecipar tendências e criar *stock* de segurança, que compensam as flutuações na procura ou eventuais roturas (Buchmeister et al., 2019). No entanto, não é possível controlar o fluxo de materiais entre processos, visto que os materiais vão sendo empurrados no processo sem qualquer regra ou limite, tendo apenas como objetivo satisfazer as necessidades do cliente final (Puchkova et al., 2016). Este objetivo causa utilização ineficaz dos recursos e a um dos piores desperdícios, o da acumulação de *stock* ao longo do processo produtivo o que consequentemente provoca falta de flexibilidade, aumentos dos tempos de entrega e problemas de qualidade provocando consequentemente custos para a empresa (Aziz et al., 2013).

### 2.2.2 Sistemas de produção *Pull*

Em oposição à estratégia *Push*, aparece o sistema de produção *Pull* desenvolvido por *Ohno* para corrigir as lacunas do primeiro (Puchkova et al., 2016). Está associado à filosofia TPS e consequentemente ao *Lean*, tendo como base o conceito JIT, ou seja, entregar ao cliente o que ele quer, quando ele quer, e na quantidade que quer, eliminando desperdícios como *stock* e evitando a superprodução (D. Powell et al., 2013).

Simplificando, significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou um serviço sem que o processo posterior o solicite (Buchmeister et al., 2019). Neste sistema de produção, apenas o último processo conhece as encomendas finais do cliente, tendo como base os consumos reais destes, sendo que os restantes só produzem quando é recebido um sinal do processo sucessor com essa informação. Na prática o operador de um certo processo vai retirar as unidades necessárias, na quantidade necessária, no momento necessário produzidas pelo processo antecedente. Ou seja, contrariamente ao sistema *Push*, neste o fluxo de informação tem um sentido contrário ao da produção, sendo que a informação vem da frente para trás e a produção de trás para a frente (Spearman & Zazanis, 1992).

Uma vez que nada é produzido sem a indicação do cliente, torna-se possível controlar a quantidade de WIP existente ao longo da cadeia de valor bem como de *stock* de matéria-prima e de produto final. A prática deste sistema tem como vantagens *lead times* reduzidos, redução de *stocks*, aumento da produtividade e da eficácia, maior capacidade de resposta ao mercado e diminuição de custos (Buchmeister et al., 2019). Para além disto, a produção e logística conseguem estar sincronizadas e com o “ritmo” do cliente e a programação da produção é simples, eliminando as contínuas avaliações da produção permitindo uma gestão automática (Ghanem et al., 2018).

No entanto, apesar das enormes vantagens, podem-lhe ser apontadas algumas desvantagens como por exemplo, uma avaria de uma máquina pode pôr em causa toda a produção que lhe segue, bem como, reações mais demoradas à mudança de procura (Puchkova et al., 2016).

A melhor forma de aplicar um sistema do tipo *Pull* seria o fluxo de peça única (*one-piece-flow*), onde se recebe um pedido de um cliente e produz-se peça a peça para cumprir esse pedido, ou seja, tudo o que é produzido é imediatamente consumido, não havendo *stocks* intermédios nem de produto acabado (Ioana et al., 2020). Porém, este método é frágil pois há quebras naturais no fluxo de transformação que levariam à paragem total da produção.

Há, portanto, a necessidade de criar algum *stock*, deste modo, dentro dos sistemas de produção *Pull*, aparecem diferentes métodos e variantes que permitem adaptar o sistema de acordo com as características dos processos. Há três métodos que se destacam dentro do sistema original *Pull* (Smalley, 2004):

### ***Pull* de Reposição (Supermercado)**

É o método mais básico e mais usual em sistemas *Pull* pois o seu funcionamento e implementação são relativamente simples (Figura 4). Neste assume-se que as peças produzidas em cada processo, vão para um sítio predefinido (supermercado) onde aguardam a próxima operação (Da & Oliveira, 2009). Estes supermercados têm dimensões e capacidade definidas, sendo que cada processo produz para repor o que é consumido no supermercado pelo processo seguinte (cliente). Quando bem implementado, permite uma fácil gestão visual do *stock* existente tendo a vantagem de reduzir os prazos de entrega uma vez que os artigos se encontram sempre disponíveis para o cliente (Smalley, 2004). No entanto, como desvantagem, aparece o elevado espaço necessário e o nível de *stock* exigido entre processos, que em situações de falta de capacidade produtiva ou de elevado *mix* de produtos pode ser prejudicial (Rocha et al., 2011). Este sistema será explicado com maior minúcia no próximo capítulo.

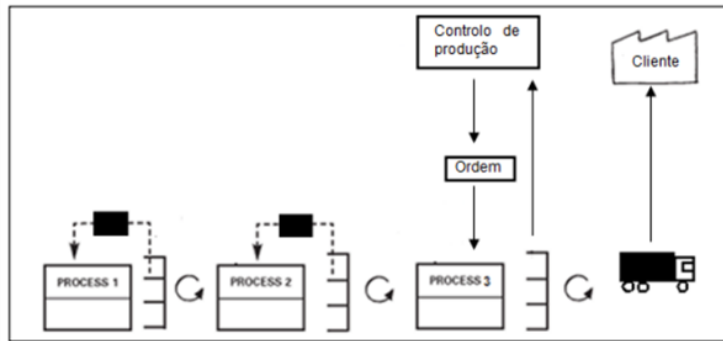


Figura 4-Sistema *Pull* de reabastecimento. Retirado de: Smalley (2004)

### ***Pull* Sequencial**

O *Pull* sequencial (Figura 5) é considerado o modelo mais puro de *Pull*, produzindo apenas por encomenda (Da & Oliveira, 2009). No momento em que chega a encomenda o planeamento da produção envia a informação para a primeira etapa do processo de produção com os tipos de produtos e quantidades que devem ser produzidas, os produtos vão avançando sequencialmente na produção até chegar ao cliente (Kumar & Panneerselvam, 2007). Este tipo de sistema *Pull* elimina o WIP e consequentemente liberta o chão de fábrica pois não são necessários supermercados (Smalley, 2004), apesar desta vantagem a implementação deste método não é fácil pois exige uma alta disponibilidade dos equipamentos e uma procura estável, para além disso cada processo deve produzir em sequência os artigos que lhe são entregues, numa ordem *first in first out* (FIFO), isto é o primeiro artigo que chega tem que ser o último a sair, esta necessidade de manter um fluxo contínuo ao longo do processo é muito exigente sendo difícil de cumprir (Rocha et al., 2011)

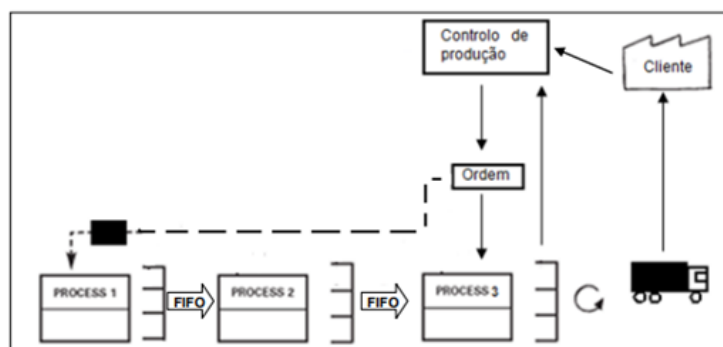


Figura 5-Sistema *Pull* Sequencial. Retirado de: Smalley (2004)





só em 1962 é que o sistema *kanban* foi adotado em toda a fábrica entrando em contínuo crescimento (James P. Womack et al., 1990).

*Kanban* é uma palavra japonesa que significa sinal ou cartão, na prática é um sistema de informação que controla a produção e movimentação do material sendo responsável pela comunicação e funcionamento do sistema de produção (Rahman et al., 2013). Os *kanbans* internos regulam o fluxo dentro da área produtiva, os externos regulam o fluxo entre os fornecedores e os clientes (Dailey, 2003). O sistema *kanban* interno através de cartões é o tradicional podendo-se distinguir dois tipos de cartões, ambos com o mesmo princípio de funcionamento, mas com funções e formas distintas (Pinto, 2008):

- *Kanban* de produção: Nenhuma operação de fabrico é realizada sem que haja um *kanban* de produção a autorizar (Monden, 1998).
- *Kanban* de transporte: É utilizada para fazer a transferência de um determinado produto e informa a quantidade de produto que um dado processo está a necessitar num determinado momento. Este tipo de *Kanban* é utilizado quando o processo fornecedor e o processo cliente se encontram distanciados (Puchkova et al., 2016).

O cartão *kanban* deve conter algumas informações que variam de acordo com as necessidades de cada empresa (Takeda, 2006). No entanto, Ohno (1988) considerou algumas informações fundamentais como:

- Nome e referência da peça;
- Nome e localização onde as peças são produzidas;
- Nome e localização onde as peças são consumidas;
- Localização do supermercado caso exista;
- Quantidade que o cartão representa, ou seja, quantidade a produzir;

Time of Delivery <b>10:30</b>	Storage Area <b>A 1-1</b>	Toyota Motors Headquarters
 Ohseki Iron Works	Item No. <b>53018-60011</b>	Identification Assembly No. <b>2</b>
Store Shelf no. <b>1 - BOTTOM</b>	Item Name <b>RDD 57AWY</b> <b>RADIATOR PRESS LV</b>	Used in #3 Car Type <b>(L)</b>
	<b>21</b>	Box Type <b>SPECIAL</b> Box Capacity <b>30</b>
	Parts-ordering Kanban	<b>50</b>

Figura 7-Exemplo de um cartão *kanban*. Retirado de: Ohno (1988)

O funcionamento de um sistema tradicional *Kanban* de produção baseia-se numa metodologia simples (Gratiela Dana & Işitan, 2021). Para compreender melhor este processo, será descrito o seu funcionamento (Figura 8).

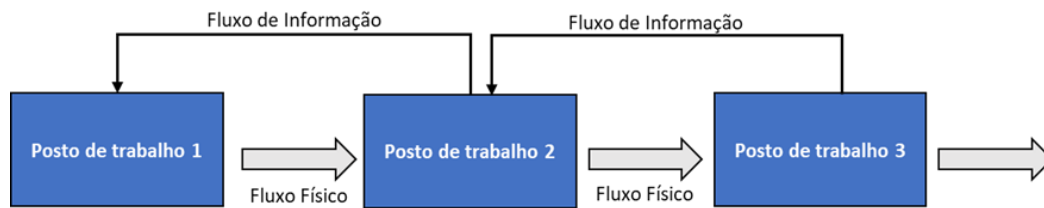


Figura 8-Funcionamento simples de um sistema *kanban*. Adaptado de: Courtois, Pillet, & Chantal (2007)

Observando a Figura 8, o posto de trabalho 2 consome peças produzidas pelo posto de trabalho 1. Sempre que o posto 2 consome peças do posto de trabalho anterior, retira o cartão *kanban* que está associada a essas peças e envia-o para o posto de trabalho 1, informando que as peças foram consumidas e que terá de produzir novas. Ao produzir as peças, o posto 1 associa-lhes um cartão *kanban* e reencaminha-as para o posto 2 (Carvalho, 2000). Desta forma, os cartões *kanban* que circulam entre o posto de trabalho só podem estar em dois sítios: associados às peças enquanto aguardam ser consumidas pelo posto de trabalho 2, ou junto ao posto de trabalho 1 normalmente num quadro de planeamento, a aguardar a sua produção (Courtois et al., 2007). Assim, se o posto de trabalho 1 não tiver cartões no seu quadro de planeamento significa que não é necessário produzir, caso contrário, se tiver cartões deve produzir para repor as peças que acabaram de ser consumidas pelo posto de trabalho 2 (Golchev et al., 2015).

A ideia do uso de *kanbans* é o de reabastecer o *stock* automaticamente, baseando-se nas necessidades dos clientes em vez de produzir fundamentando-se em previsões (Puche et al., 2019). Consiste em pedir a montante o material apenas quando este é necessário, na hora e na quantidade necessária, evitando a produção, no caso de fornecedor interno, ou a chegada de componentes, no caso de fornecedor externo, que não estão a ser necessários no momento e que irão ocupar desnecessariamente espaço no chão de fábrica (Gross & Mcinnis, 2003).

### 2.3.1 Gestão visual no sistema *kanban*

Normalmente a produção num posto de trabalho não é exclusiva a um só produto, ou seja, um posto de trabalho produz diferentes artigos (Carvalho, 2000). Posto isto, num sistema *kanban*, é necessário existir

uma gestão de prioridades de maneira a evitar roturas e falhas no processo e saber qual o produto que tem prioridade na produção. Surge assim o quadro de planeamento para facilitar esta gestão visual de prioridades (Ahmad et al., 2018). Este quadro deve encontrar-se junto a cada posto de trabalho para facilitar a sua visualização e acesso (D. J. Powell, 2018). Há vários modelos e até diferentes adaptações de quadros de planeamento sendo que cada empresa deve adaptar e escolher o seu modelo consoante as suas necessidades e o tipo de sistema *kanban* utilizado (Kniberg & Skarin, 2010).

No geral, em todos os modelos de quadro, a cada referência de produto deve corresponder uma coluna com limites assinalados normalmente por cores, estas devem ser definidas de acordo com as características dos processos e dos objetivos da empresa (Cleto, 2008). Na Figura 9 apresenta-se um exemplo de quadro de planeamento sinalizado por cores associado a um posto de trabalho dedicado à produção de três produtos.

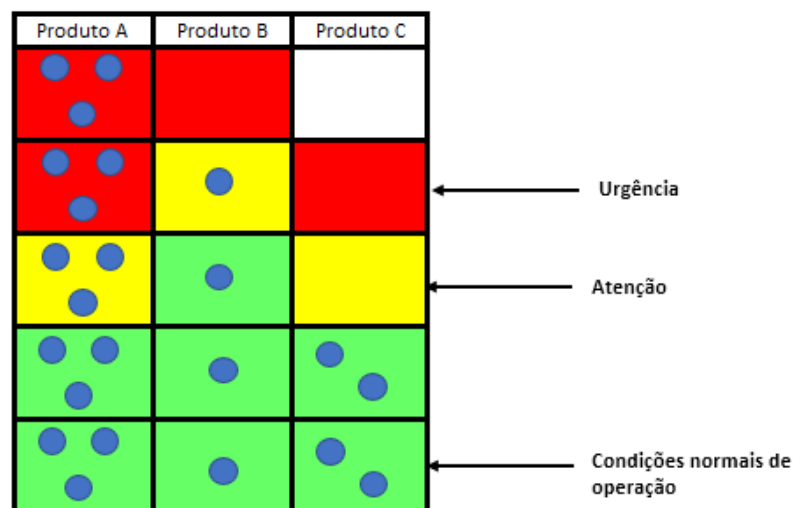


Figura 9-Quadro de planeamento Kanban. Adaptado de: Carvalho (2000)

Cada coluna corresponde a um produto e é constituída por ranhuras com capacidade para os cartões necessários para formar o lote (Rocha et al., 2011). Ao agrupar os cartões *kanban* do mesmo produto até se formar o lote de produção rentabiliza-se os tempos de mudança de referência, eliminando a necessidade de mudar múltiplas vezes de referência.

O funcionamento deste quadro é bastante simples, em síntese os cartões *kanban* são colocados na ordem do verde, passando pelo amarelo e em seguida o vermelho, sendo que são estas cores que determinam a prioridade de produção para as referências produzidas no mesmo posto de trabalho (Carvalho, 2000). O limite verde indica que a produção está estabilizada e que não é totalmente

necessário produzir, o limite amarelo indica um nível de alerta, onde a produção desta referência deve começar a ser iniciada e por último, o limite vermelho é um nível de urgência, indica que a produção deve começar imediatamente ou corre-se o risco de rotura (Tubino, 2000). Quando não há *kanbans* no quadro, o operador não deve produzir.

Neste exemplo, e uma vez que as ranhuras têm capacidade para o número de cartões necessários para formar um lote, conseguimos perceber que um lote do produto A é constituído por três *kanbans*; o do produto B por um *kanban* e o do produto C por 2 *kanbans*. Em relação às quantidades de *kanbans* este quadro diz-nos que a referência A tem 15 *kanbans* em circulação, a referência B tem 5 e a C tem 8. Ao consultar o quadro o operador sabe o que deve ser produzido, bem como o *stock* existente dos produtos, por exemplo, relativamente ao produto A todos os *kanbans* encontram-se no quadro de planeamento pelo que se pode concluir que não há *stock* desse produto, do produto B há apenas 1 caixa em *stock* e do produto C há 4 caixas (Carvalho, 2000). Em relação às prioridades com que se deve produzir, este sistema defende que se deve avançar para a produção dos produtos com as quantidades mais críticas, como podemos observar na Figura 9 é prioridade produzir a referência A uma vez que todos os *kanbans* de produção se encontram no quadro ou seja não há *stock* deste produto.

### 2.3.2 Supermercados

Quando o tempo de *setup* do posto de trabalho fornecedor é bastante diferente do posto de trabalho consumidor, ou por outro motivo em que seja necessário criar um *stock* intermédio, os supermercados são elementos essenciais para se conseguir implementar um sistema *kanban* (Coimbra, 2009). Os supermercados em unidades industriais são zonas de inventário estrategicamente localizadas, com quantidades controladas, onde existem mínimos e máximos de referências que são repostas mediante o que o cliente consome (Carvalho & Sousa, 2021). Segundo Carvalho e Sousa (2021), devem ser desenvolvidos e utilizados com base em certas regras:

- A sua estrutura e localização deve ser adaptada aos processos com os quais está relacionado diretamente (processo fornecedor e processo cliente);
- As localizações dos materiais no supermercado devem ser fixas e identificadas corretamente;
- Os clientes retiram do supermercado apenas os artigos que necessitam;
- Devem ser de simples acesso, que permita o abastecimento e a recolha de forma clara e rápida;

- Deve ser cumprido o FIFO, ou seja, garantir que os materiais que são consumidos em primeiro lugar são os que estão armazenados há mais tempo.

O funcionamento do sistema *kanban* de cartões de produção, com supermercado entre os postos de trabalho, apresenta algumas particularidades comparativamente com o sistema tradicional sem supermercados (Figura 8), mas baseia-se igualmente numa metodologia simples e eficaz (Araujo, 2009). Para demonstrar e esclarecer a dinâmica envolvida neste tipo de sistema, segue a descrição sequencial de atividades para o exemplo sugerido na Figura 10 (Beju & Legutko, 2021):

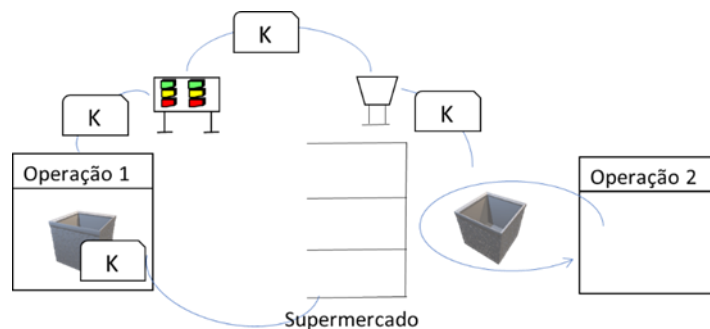


Figura 10-Demonstração do funcionamento do sistema *Kanban*. Adaptado de: Araujo(2009)

1. O processo cliente, denominado de operação 2, necessita de um item do processo fornecedor, a operação 1. O operador responsável por abastecer o processo 2, ao saber desta necessidade vai ao supermercado existente entre os dois processos e retira a quantidade necessária de um certo artigo;
2. O cartão *kanban* associado a este artigo é colocado numa caixa de recolha de *kanbans* geralmente posicionada junto ao supermercado;
3. O operador responsável por recolher os cartões da caixa de recolha, verifica a caixa em intervalos de tempos predefinidos sendo os cartões recolhidos de acordo com a sequência com que foram consumidos pelo cliente e transportados para a operação 1;
4. Os cartões *kanbans* são normalmente colocados no quadro de planeamento por ordem, do verde para o vermelho, e aguardam a sua vez de serem produzidos;
5. Os artigos são produzidos e o *kanban* correspondente é associado a estes;
6. Depois de produzidos os artigos e devidamente identificadas com o cartão *kanban*, aguardam a recolha por parte do operador dedicado a esta operação à saída do posto de trabalho;

7. O operador responsável por recolher as caixas e transportá-las para o supermercado, verifica a saída do posto de trabalho em tempos predefinidos, caso haja artigos transporta-os para o respetivo supermercado;

Quando o supermercado está longe do processo cliente, é útil criar o *kanban* de transporte, a dinâmica para o *kanban* de produção permanece a mesma, a diferença é que a requisição do material será indicada pelo *kanban* de transporte, no lugar de se retirar diretamente o artigo do supermercado (Cleto, 2008).

### 2.3.3 Outros tipos de sistema *kanban*

Num sistema *kanban* o fluxo de informação é controlado por um sinal visual que deve ser o mais simples possível e de fácil visualização para todos na fábrica, como já referido anteriormente, tradicionalmente associa-se este sinal visual a um cartão *kanban*, no entanto, ao longo dos anos houve diversas adaptações a estes cartões tendo surgido outros sinais visuais que funcionam como comunicador entre os postos de trabalho e que transmitem um sinal de reabastecimento (Wang et al., 2012).

- **Look-see:** Este tipo de sistema *kanban* é indicado para produções onde os processos são seguidos e as suas produções são sincronizadas, sendo possível ao processo fornecedor perceber automaticamente quando o processo cliente consome um contentor de um certo artigo. Este sistema permite um controlo visual simples e intuitivo através de sinais visuais como marcas no chão que substitui o quadro de planeamento (Gross & Mcinnis, 2003). Neste tipo de *kanban* o contentor deve ser marcado e identificado com o produto, quantidade produzida e outras informações consideradas relevantes. Os contentores vão sendo consumidos pelo processo posterior deixando espaços vazios e conseqüentemente as cores começam a ficar visíveis. Quando aparece o sinal amarelo o operador do processo fornecedor deve começar a produzir esse contentor, se aparecer o sinal vermelho indica a necessidade imediata de repor esse artigo. No caso da Figura 11 o produto 1 situa-se na marca verde logo não é urgente a sua produção, o produto 2 está na zona vermelha o que indica que deve ser produzido imediatamente. Por fim, o produto 3 está amarelo, o que indica a necessidade de produção do mesmo.

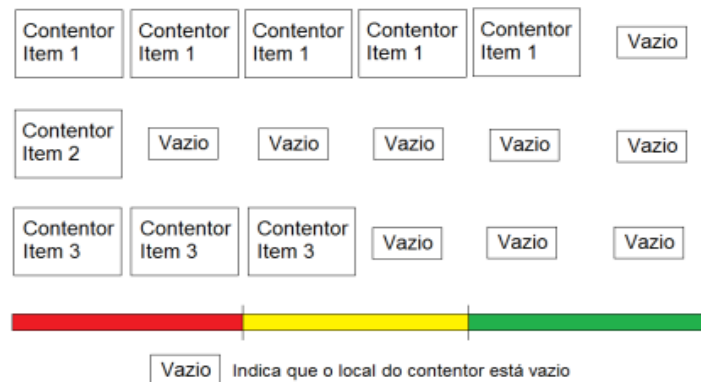


Figura 11-Exemplo de Sistema de *Kanban* do tipo Look-See. Retirado de: Gross & McInnis (2003)

- **Sistema de duas caixas:** São colocados pelo menos duas caixas para cada referência nas áreas de trabalho, com um cartão *kanban* associado. Quando o cliente consome os produtos das caixas estas voltam ao processo fornecedor sendo novamente preenchidas com artigos e enviadas para o processo cliente (Aguilar-Escobar et al., 2015).
- **Modelo gravitacional:** Sempre que o *stock* de um artigo utilizado num processo chega ao final o respetivo operador coloca uma bola colorida, com cor predefinida, numa calha e a bola rola até à zona de reabastecimento. Dependendo da calha e da cor da bola utilizada, o operador que recebe a informação saberá qual o material que deve levar e qual o processo que precisa de ser reabastecido (Chase et al., 2006).
- **E-kanban.** É um *kanban* eletrónico que surge em substituição do tradicional sistema *kanban* físico. Na atualidade, vários sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) oferecem a possibilidade de utilização integrada do *Kanban* eletrónico (Gratiela Dana & Işitan, 2021). Desta forma, é descrito como um sistema de planeamento que faz uso das tecnologias de informação para controlar o movimento dos materiais permitindo visualizar em tempo real o inventário ao longo da cadeia de abastecimento e conseqüentemente planejar a produção (Pekarcikova et al., 2020).

Um sistema *kanban* pode portanto adquirir varias formas distintas que vão depender das características das operações do local onde será implementado bem como das possibilidades e objetivos da empresa onde a implementação será realizada, no entanto, a sua função é sempre a mesma controlar e planejar a produção (Saranya & Fumio, 2014).

#### 2.3.4 Vantagens e limitações na implementação de um sistema *kanban*

Como qualquer outro sistema, também o sistema *Kanban* apresenta as suas vantagens e limitações, segundo Gross e Mcinnis (2003), Kumar e Panneerselvam (2007), Ahmad (2018) e Ozkan (2022) as vantagens inerentes à implementação de um sistema *Kanban* são:

- Funcionamento simples e custos de implementação reduzidos;
- O número de *Kanbans* em circulação limita o *stock* mínimo e máximo, porque só se produz à medida da procura, desta forma previne-se a superprodução e as esperas
- Organização do chão de fábrica;
- Integra todos os processos e liga-os ao cliente, melhorando o fluxo de produção e permitindo maior interação entre os postos de trabalho;
- Ao prevenir a superprodução, o sistema *kanban* está também a minimizar o risco de acumular inventario que poderá vir a tornar-se obsoleto;
- Simplifica o planeamento da produção, visto que substitui a necessidade diária de planear a produção;
- A burocracia é virtualmente eliminada, porque deixam de existir documentos de transferência e emissão de ordens de produção;
- Ajuda a encontrar desperdícios no processo. O *stock* esconde problemas, com a redução deste os problemas começam a aparecer, desta forma é possível resolvê-los e melhorar continuamente o sistema de produção;
- Aumento da produtividade.

Os mesmos autores reúnem algumas limitações e desafios na implementação deste sistema:

- Caso existam grandes variações de procura, é necessário redimensionar o sistema de *Kanban*;
- Requer rigor e disciplina de forma a cumprir-se todas as regras;
- Não é possível aplicar a todos os produtos. Alguns possuem valor agregado muito elevado e requerem um tratamento especial. Outros são frágeis demais e requerem um cuidado especial com o seu manuseamento;
- Precisa de contentores padronizados para o transporte dos artigos;
- Quando aplicado em linhas de produção muito extensas tende a contradizer o princípio JIT, aumentando os *stocks* nas fases iniciais dos processos.



### 3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é realizada uma apresentação da empresa, local onde o presente projeto se realizou, a ETMA *Metal Parts* – Empresa Técnica de Metalurgia, S.A. Inicialmente, é feita uma pequena apresentação da empresa e apresentados os tipos de produtos produzidos. Seguidamente são descritos de forma geral as secções produtivas existentes na empresa e os processos de produção associados a cada secção.

#### 3.1 A empresa

A ETMA Metal Parts- Empresa Técnica de Metalurgia, S.A é uma pequena média empresa portuguesa fundada a 1 de fevereiro de 1940 por Mário Rodrigues da Costa em Braga, no norte de Portugal (Figura 12).



Figura 12-Sede principal da ETMA. Retirado de: Manual do Colaborador ETMA Metal Parts (2017)

Neste momento conta com a força de 3 gerações, centrando a sua atividade no ramo da metalurgia e metalomecânica. A aposta estratégica da empresa passou por diversificar a sua atividade em várias áreas de negócio, nomeadamente a Indústria de componentes automóveis, elétrica, eletrodomésticos, sistemas de fixação e injeção de plástico. Procurando, desta forma, aumentar a oferta apresentando-se no mercado com 10 processos produtivos integrados tornando se assim num caso único da Europa (ETMA, 2017).

Atualmente conta com mais duas propriedades além da sede principal, o armazém de expedição localizado também em braga a 5km da sede e o centro logístico na República Checa (Figura 13).



Figura 13-Localizações das propriedades da ETMA

O principal objetivo da empresa é criar valor para os seus clientes e para os seus colaboradores, através da aposta na melhoria contínua da qualidade, competitividade e inovação dos seus produtos e serviços, assim como, da constante motivação dos seus trabalhadores, garantindo a sua sustentabilidade. Como resultado da grande aposta na qualidade, em 1993 a ETMA Metal Parts foi certificada pelo Instituto Português da Qualidade com a norma ISO:9001:2000, sendo a primeira empresa do setor a obter tal distinção. Em 2009, conquistou a certificação Ambiental na norma NP EN ISO 14001 e em 2010 certificou-se na norma ISOTS 16949 que regula a produção de componentes para a indústria automóvel (ETMA, 2017).

Tendo por base as conquistas passadas e a visão de futuro, a ETMA pretende ser uma empresa de referência nas áreas de negócio onde atua, quer a nível nacional, quer a nível internacional, tendo como algumas das principais metas a atingir, a contínua satisfação das necessidades e expectativas dos seus clientes, assim como, a diversificação de negócios e mercado.

### 3.2 Clientes, Vendas e Produtos

Desde a sua fundação, a ETMA procura desenvolver soluções para os seus clientes, o que se tem traduzido numa evolução constante ao nível de vendas. Como já referido apresenta-se no mercado em várias áreas de negócio, abarcando clientes em diversos países (Figura 14).



Figura 14-Principais clientes da ETMA

De seguida apresentam-se os diversos tipos de produtos produzidos associados a cada área de negócio.

**Ramo automóvel:** Esta é a área de negócio mais valorizada na empresa, uma vez que é a que apresenta maior procura. Para os componentes automóveis são produzidas peças metálicas, seguindo os exigentes padrões de qualidade que este setor impõe, dispendo de equipamentos tecnicamente capazes, assim como as certificações da qualidade necessárias. Alguns exemplos de componentes para a área automóvel são, os componentes para travões, para bancos, fixação de painéis, peças para injeção, parafusos de alta resistência, circuitos para faróis e antenas (Figura 15).

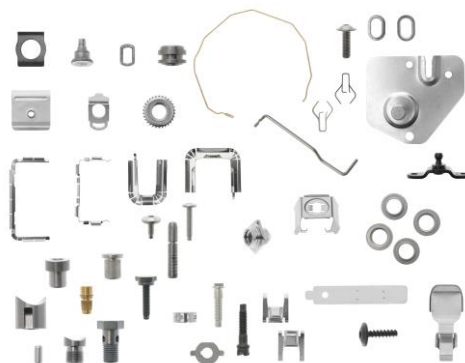


Figura 15-Componentes produzidos para o ramo automóvel

**Indústria elétrica:** Para este mercado são produzidos maioritariamente disjuntores, quadros elétricos, tomadas e interruptores (Figura 16). A empresa dispõe de todo o *know-how* e capacidade tecnológica para dar resposta às necessidades do mercado elétrico, em particular, de baixa e média tensão.



Figura 16-Componentes produzidos para a indústria elétrica

**Eletrrodomésticos:** São produzidas peças metálicas para diversos eletrodomésticos (Figura 17), como por exemplo, máquinas de café, esquentadores e caldeiras desenvolvendo soluções ajustadas às especificidades do produto com o suporte de uma equipa técnica dedicada e qualificada.



Figura 17-Componentes produzidos para eletrodomésticos

**Injeção de plásticos:** A empresa produz para diversas indústrias que utilizam peças metálicas, submetidas à injeção de plásticos. Alguns exemplos de componentes para a área de injeção de plásticos são, o reforço de peças plásticas, terminais, conectores elétricos, válvulas e suportes (Figura 18).



Figura 18-Componentes produzidos para a área de injeção de plásticos

**Fixação:** A empresa apresenta uma equipa especializada que dá suporte ao desenvolvimento de diversos sistemas de fixação, utilizados em diferentes setores de atividade como, por exemplo, molas para *decks*, fixação para madeira, betão e metal (Figura 19).



Figura 19-Sistemas de fixação

### 3.3 Processos produtivos

A produção na empresa divide-se em diferentes secções produtivas, que lhe permite apresentar no mercado com 10 processos produtivos integrados: Protótipos; Ferramentas e equipamentos; Torneamentos; Estampagem; Forjamento a frio; Conformação de Arame; Tratamentos térmicos; Tratamentos de Superfície; Montagem/Soldadura; Inspeção/escolha. Devido às diferentes características do processo presente em cada uma das secções, estas são separadas e cada uma é orientada de uma forma praticamente independente em relação às restantes.

De seguida são descritos de forma geral os 10 processos produtivos integrados desenvolvidos nos diversos setores produtivos presentes na empresa.

- **Protótipos**

Este setor apresenta-se com uma equipa, que dispõe de *hardware* e *software* de apoio ao projeto e desenvolvimento antes da produção em série para a fabricação de protótipos e pré-series. Ao iniciar um projeto de prototipagem há um contacto direto com um gestor técnico, que acompanha o projeto e apoia nas necessidades técnicas, quer das peças novas, quer alterações nas existentes.

- **Secção de fabrico de ferramentas e equipamentos**

Nesta secção desenvolve-se as ferramentas que serão utilizadas no fabrico das peças noutras secções, assim como equipamentos de montagem, inspeção e escolha, entre outros. Conta com uma equipa de

engenharia e design para ajudar a encontrar soluções mais rentáveis para a produção das ferramentas e equipamentos, dando a garantia de uma produção mínima de peças.

- **Secção dos Torneamentos**

Dispõe de uma equipa especializada para realizar processos de maquinação, com auxílio de máquinas (tornos) CNC que permitem fabricar peças torneadas de precisão à medida das suas necessidades, com diâmetros entre 3mm e 42mm.

- **Secção da Estampagem**

Apresenta uma equipa experiente para desenvolver estudos e projetos, permitindo a produção de peças estampadas de chapa até cerca de 3mm de espessura e 400mm de largura, dispondo de ferramentas progressivas, estampagem semi profunda, máquinas de formação *Bihler* e prensas rápidas de precisão.

- **Forjamento a Frio**

Conta com a ajuda de uma equipa técnica que é capaz de projetar e fabricar peças metálicas, parafusos e rebites, tendo capacidade para trabalhar arames com diâmetros compreendidos entre 1,5mm e 12mm, em prensas horizontais de dois golpes.

- **Conformação de Arame**

Os técnicos possuem conhecimentos especializados, aliados à experiência nos métodos de execução e desenvolvimento das peças, tendo um papel fundamental no aconselhamento e aperfeiçoamento da peça a desenvolver. Estas secções têm ao seu dispor máquinas CNC de conformação tridimensional de arame e de tubo, com capacidade para conformar diâmetros compreendidos entre 2mm e 16mm. Possuindo sistemas e acessórios que permitem terminar as peças com operações de chanfrar, bolear, furar, roscar, estampar e soldar de forma a acabar peças conformadas.

- **Tratamentos Térmicos**

Os tratamentos térmicos têm como objetivo melhorar as propriedades mecânicas das peças, nesta secção todos os tratamentos são feitos em atmosfera controlada, conseguindo assim garantir a classe de resistência até 12.9 e durezas superficiais elevadas. A equipa possui conhecimentos e formação técnica adequada e adaptada a este processo especial, realizando medições de controlo de dureza, microdureza, resistência ao toque e ensaios de tração.

- **Tratamentos de Superfície**

O objetivo dos processos realizados nesta secção é o de aumentar a resistência à corrosão das peças, a condutividade ou melhorar a aparência. A equipa possui conhecimentos e formação técnica adequada e adaptada às necessidades destes processos, realizando medição de espessuras, resistência à corrosão e aderência.

- **Montagem/Soldadura**

Na secção de montagem e soldadura há um vasto leque de soluções para produzir os produtos pretendidos. Destaca-se a soldadura por resistência, soldadura por pontos, brasagem e sistemas de fixação mecânica. Relativamente à montagem destaca-se a Montagem manual, montagem em máquinas *transfer* e em máquinas robotizadas.

- **Inspeção/Escolha**

No sentido de acompanhar as necessidades do mercado, a ETMA dispõe de um sector com equipamentos de inspeção automática universal desenvolvida à medida para o controlo a 100%, segundo o plano de controlo e inspeção do cliente. A operação de escolha é efetuada dependendo dos requisitos do cliente, dentro dos processos utilizados destaca-se a escolha visual, visual ou dimensional com câmaras de visão artificial e a escolha dimensional com lasers de última geração. A equipa está habilitada a fazer escolhas dimensionais e visuais, com os instrumentos de medição adequados e com o rigor que este processo exige. Apresenta ainda a capacidade de desenvolver e/ou adaptar equipamentos de escolha de acordo com as necessidades do cliente.

## 4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS PROCESSOS PRODUTIVOS EM ESTUDO

Neste capítulo serão explicados e analisados os processos produtivos escolhidos pela empresa para o desenvolvimento deste projeto.

### 4.1 Seleção dos produtos

A empresa procurou selecionar produtos, cujos processos produtivos fossem complexos, isto é, que englobassem várias secções da fábrica, grandes quantidades produzidas, constantes movimentações e variação na procura. Pretendendo com isto, criar uma implementação modelo que pudesse eventualmente ser adaptada a outros processos produtivos. Os processos produtivos escolhidos pela empresa para a implementação do sistema *Kanban*, foram os referentes aos conjuntos da Aspoeck, estes produtos distinguem-se em três produtos finais: o conjunto placa circuito PSA K9 designado por VP e os conjuntos placa circuito LH e RH designados por VU esquerdo e VU direito (Figura 20), estes últimos partilham o mesmo processo produtivo e apesar de serem independentes não existem um sem o outro, sendo que a um VU esquerdo está sempre associado um VU direito.



Figura 20-Conjunto placa circuito PSA K9 (VP) e conjunto placa circuito LH e RH (VU esquerdo e Vu direito)

Estes conjuntos integram os faróis traseiros dos veículos profissionais, no caso de VP, e utilitários no caso de VU, sendo que o VU esquerdo corresponde ao farolim esquerdo, e o VU direito ao farolim direito (Figura 21). São peças com grande volume de vendas, o que implica ter máquinas dedicadas à sua produção e ainda, em alguns casos, produzir em dois turnos para responder às encomendas.



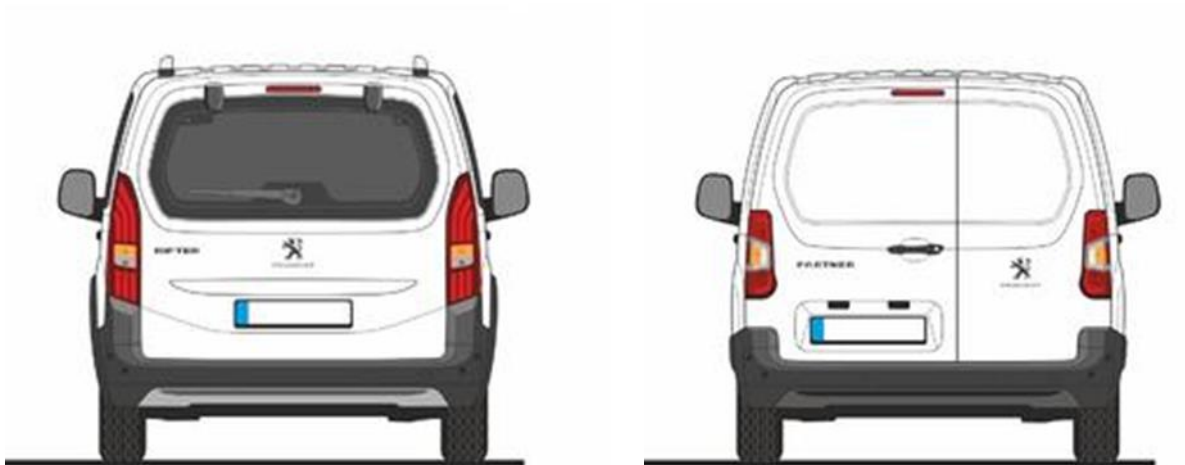


Figura 21-Veículos utilitários e veículos profissionais

Os materiais necessários para a produção dos conjuntos estão representados nas listas de materiais seguintes, estando indicados todos os componentes necessários para formar os artigos finais, bem como a quantidade necessária de cada um.

O conjunto placa circuito PSA k9 denominado “VP” com a referência interna 8541G, é constituído por uma placa de circuito VP, produzida na empresa e pelo plástico fornecido por um fornecedor externo (Figura 22).

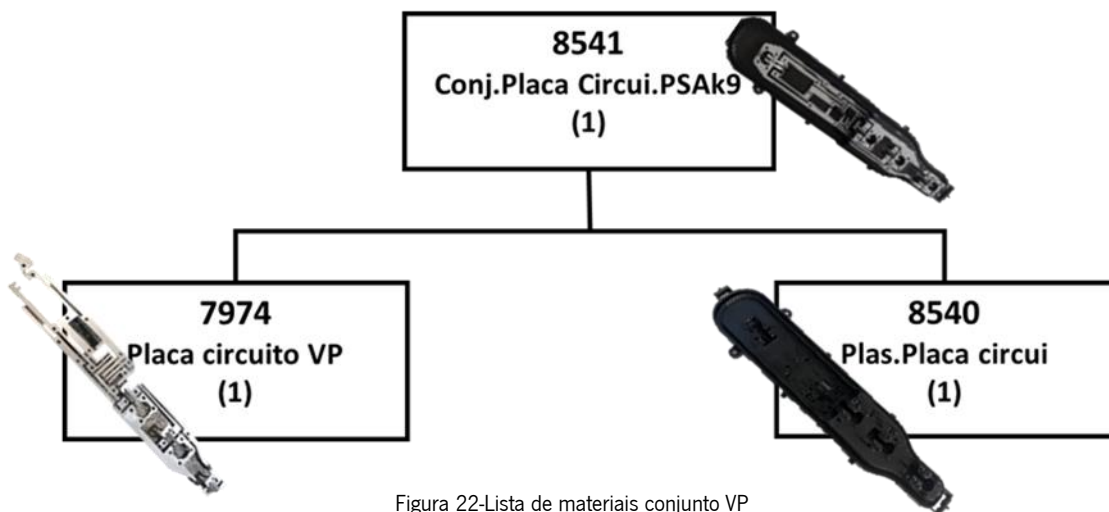


Figura 22-Lista de materiais conjunto VP

O conjunto placa circuito LH, designado VU esquerdo, e o conjunto placa circuito RH, designado VU direito, têm a mesma constituição sendo que a única diferença é o seu formato uma vez que o VU esquerdo é para o farol esquerdo e o VU direito para o direito. São ambos constituídos por uma placa de

circuito produzida na empresa, cinco terminais também produzidos na empresa e pelo plástico fornecido pelo fornecedor externo (Figura 23).

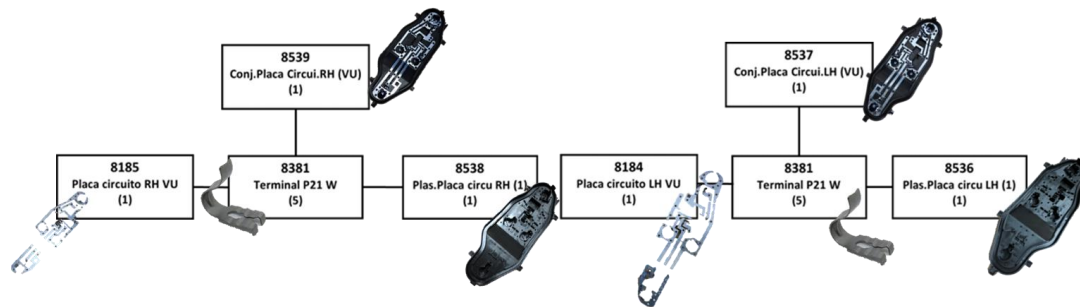


Figura 23-Lista de materiais conjuntos VU

Os conjuntos depois de produzidos são entregues à Aspoeck Portugal, que junta aos conjuntos as luzes e a parte externa do farol (Figura 24).



Figura 24- Farol. Exemplo conjunto VU direito

Concluindo este processo, são enviadas para o grupo PSA que os incorpora nos diferentes carros de variadas marcas mundialmente conhecidos, como a *Toyota*, *Peugeot*, *Citroen*, *Opel* e *Fiat* (Figura 25).



Figura 25- Clientes finais

#### 4.1.1 Processo produtivo do conjunto VP

O conjunto VP, é produzido na íntegra pela empresa, sendo constituído por 2 componentes, um circuito e um plástico. O primeiro processo de transformação é a estampagem dos circuitos, estes são produzidos através do corte por estampagem na prensa mecânica, que utiliza ferramentas progressivas usando como matéria-prima os rolos de fita de aço (Figura 26).



Figura 26- Estampagem dos circuitos

O operador é o responsável por lançar a necessidade de matéria-prima ao operador logístico, que por sua vez, fica encarregue de a transportar para a entrada do posto de trabalho sempre que necessário. Posto isto, o operador dedicado à operação de estampar deve programar a máquina e produzir a quantidade especificada pela ordem de fabrico (OF) (Figura 27).

Operação / Centro Trabalho	Tempo Prep.	Papel / m	Tempo Máq. (s)
1733 005 - 1733 005 - 1733 005	4,00	1,000	38,000
43 14 - Prensa Farga 4013 200			
Receptor - 270mm			

Componente	Descrição	Unid.	Qtd. Local	Stock	Qtd. em Processo	Qtd. Acumulada
1733 005	RECEPTOR PARA EQUIPAMENTO PARA OBTENÇÃO DE DADOS	un	24.000	0	0	0

Operações / Materiais	Descrição	Localização	Tipo
430008 001	TERMINAÇÃO DE PLACA CIRCUITO EM FOLHA	16	trabalho

Aprovação Processo	
Assinatura	Data
<i>[Assinatura]</i>	27/02/21
<i>[Assinatura]</i>	27/02/21

Item	Sim	Não
1) O plano de produção está aprovado e autorizado pelo gestor de produção.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) O plano de produção está aprovado e autorizado pelo gestor de produção.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) O plano de produção está aprovado e autorizado pelo gestor de produção.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) O plano de produção está aprovado e autorizado pelo gestor de produção.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) O plano de produção está aprovado e autorizado pelo gestor de produção.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) O plano de produção está aprovado e autorizado pelo gestor de produção.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) O plano de produção está aprovado e autorizado pelo gestor de produção.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) O plano de produção está aprovado e autorizado pelo gestor de produção.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) O plano de produção está aprovado e autorizado pelo gestor de produção.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) O plano de produção está aprovado e autorizado pelo gestor de produção.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) O plano de produção está aprovado e autorizado pelo gestor de produção.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 27-Exemplo de ordem de fabrico

Depois de iniciar a produção, é retirada uma amostra e as peças são testadas de forma a garantir as normas de qualidade do cliente. Após serem testadas e receberem autorização, a prensa continua a produzir. Para além deste controlo, é ainda exigido um controlo visual sobre as peças que acabam de ser produzidas, desta forma o operador está totalmente dedicado a esta operação sendo responsável por verificar visualmente os parâmetros dos artigos produzidos (Figura 28).



Figura 28-Controlo visual após o processo de estampagem

Depois de produzidas as caixas com os circuitos ficam á saída do posto de trabalho. Após a formação do lote, este é movimentado em paletes até uma zona disponível no chão de fábrica onde aguardam o processo seguinte (Figura 29). Este transporte não esta encarregue a ninguém, não tem um sítio específico de armazenamento e não obedece a nenhuma regra nem a nenhum ciclo definido.



Figura 29-Circuitos VP à espera de entrar no processo seguinte

O processo seguinte consiste em um outro processo de estampagem, numa prensa que dobra os circuitos resultantes do processo anterior em zonas específicas (Figura 30).



Figura 30-Prensa de dobrar

Para iniciar este processo, o operador necessita dos circuitos produzidos na estampagem, para isso comunica essa necessidade ao responsável do seu setor, que fica encarregue de transportar a palete com estes circuitos para a entrada do posto de trabalho. Depois deste processo, os circuitos são mantidos em caixas perto da entrada do posto de trabalho seguinte sem sítios definidos, onde ficam à espera de serem utilizados (Figura 31).



Figura 31-Circuitos dobrados à espera do processo seguinte

O processo seguinte consiste na montagem que vai juntar o circuito produzido anteriormente com o plástico vindo do fornecedor externo, por este motivo só consegue trabalhar se nenhum dos componentes anteriores falhar com os prazos de entrega (Figura 32).

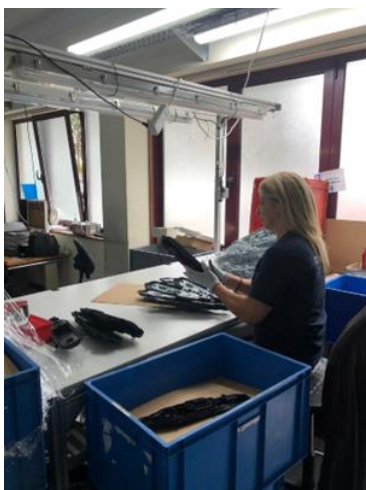


Figura 32-Processo de montagem

Após este processo de montagem, as peças são passadas para a entrada do posto de trabalho da próxima operação em caixas KLT, que são caixas plásticas de alta resistência providas pelo fornecedor de plástico, ou seja, são as mesmas caixas que contêm o plástico necessário para a montagem. Após acabar a montagem, as caixas são colocadas à entrada do posto de trabalho seguinte sendo que não existe um número máximo nem mínimo de caixas que devem estar na entrada deste posto de trabalho (Figura 33).



Figura 33- Caixas à entrada do processo de soldadura

O último processo produtivo consiste na soldadura do conjunto resultante do processo anterior, a máquina deste posto tem capacidade para soldar dois conjuntos de uma só vez (Figura 34).



Figura 34-Processo de soldar

Depois de soldadas as peças, são colocadas numa máquina de inspeção que se encontra junto da máquina de soldar, esta operação é realizada pelo mesmo operador que controla a máquina de soldar (Figura 35).

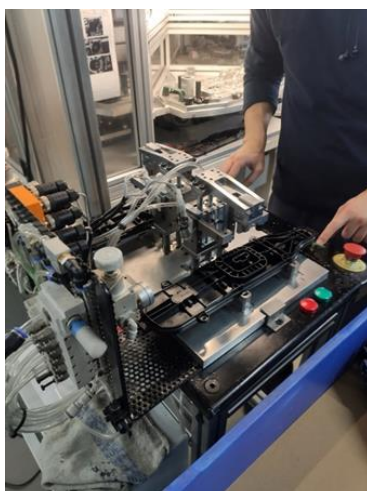


Figura 35-Máquina de inspeção

Após a inspeção, as peças são colocadas novamente nas caixas KLT à saída do posto de trabalho onde aguardam a formação do lote (Figura 36).



Figura 36-Caixas com o produto final a aguardar a formação do lote

Depois de formado, o lote é embalado e etiquetado em paletes no parque de produto final, onde aguarda o transporte ao fim do dia para o armazém de expedição (Figura 37).



Figura 37-Parque de produto final

É de notar que o posto de trabalho da prensa de dobrar, da montagem, e da soldadura encontram-se na mesma secção, a secção da montagem, situando-se muito perto uns dos outros.

Por fim, possuindo toda a informação sobre a quantidade e data da encomenda final as paletes armazenadas no armazém de expedição são enviadas ao cliente final (Figura 38).





Figura 38-Paletes do produto final armazenadas no armazém de expedição

#### 4.1.2 Processo produtivo do conjunto VU Esquerdo e VU direito

Os conjuntos VU esquerdo e VU direito são constituído por 7 componentes: 5 terminais, um circuito esquerdo, no caso de VU esquerdo, e direito, no caso de VU direito, e um plástico esquerdo no caso de VU esquerdo e direito no caso de VU direito. A peça é produzida na íntegra pela empresa, sendo apenas subcontratado um processo de tratamento térmico dos terminais necessário para a montagem das peças finais.

O processo produtivo destes conjuntos pode ser dividido em dois, o processo do circuito e o processo dos terminais que se juntam na montagem final para formar o produto final.

O processo dos circuitos é idêntico ao explicado anteriormente para o conjunto VP, ou seja, o operador é o responsável por lançar a necessidade de matéria-prima ao armazém de matéria-prima, programar a máquina e produzir a quantidade especificada pela ordem de fabrico. Deste processo resultam o circuito esquerdo para o caso de VU esquerdo e o circuito direito para o VU direito (Figura 39).

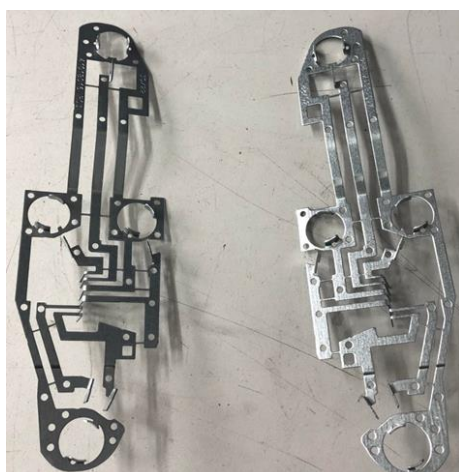


Figura 39-Circuito VU esquerdo e circuito VU direito

É importante referir que este posto de trabalho, atualmente, está dedicado à produção do circuito para o conjunto VP, do circuito esquerdo para o conjunto VU esquerdo e do circuito direito para o VU direito, sendo que só consegue produzir um componente de cada vez.

Paralelamente à estampagem dos circuitos, ocorre a produção dos terminais, esta operação é realizada numa máquina de conformação automática designada *Bihler*, que para além de cortar também executa a operação de dobrar e estampar (Figura 40). Nesta operação o procedimento do operador é, em tudo, idêntico à operação anteriormente descrita, este é responsável por lançar a necessidade de matéria-prima, preparar a ferramenta, e produzir de acordo com o especificado na OF.

Sendo uma máquina totalmente automática o operador não está dedicado apenas a esta produção.



Figura 40-Máquina Bihler

Como já foi referido anteriormente, a ETMA não consegue produzir na íntegra o terminal, pelo que é necessário recorrer a uma empresa externa para realizar um tratamento térmico. Desta forma, os terminais depois de produzidos na *Bihler* são enviados, nos mesmos tabuleiros, para a atividade externa. Após esta atividade externa os terminais voltam à ETMA, onde são sujeitos a um processo de tratamento de superfície, o banho com zinco e níquel. Este processo é realizado na linha automática e as peças são submersas num eletrólito que contém níquel e zinco, atribuindo-lhes elevada resistência e um brilho elevado (Figura 41).



Figura 41- Linha automática zinco e níquel

Depois deste tratamento, os terminais são secados para de seguida poderem ir a um outro tratamento térmico denominado de degaseificação para aumentar ainda mais a resistência.

Depois de reunidos os circuitos e os terminais produzidos e ainda o plástico fornecido externamente segue-se o processo de montagem destes componentes para formar os conjuntos finais (Figura 42).



Figura 42-Processo de montagem

Neste processo manual acontece simultaneamente a montagem do conjunto VU esquerdo e VU direito, sendo que há um operador responsável pela montagem do VU esquerdo e outro pela do VU direito. Cada operador é responsável por ir buscar o material necessário para a entrada do posto de trabalho. Depois de montados, os conjuntos são colocados em caixas KLT e movidas para a entrada do posto de trabalho seguinte, a soldadura.

No processo de soldar o operador é responsável por colocar na máquina os conjuntos fornecidos pela montagem, sendo que a máquina de soldar tem capacidade para soldar um conjunto VU direito e um VU esquerdo de uma só vez (Figura 43).



Figura 43-Processo de soldadura dos conjuntos VU

Neste caso a inspeção não é realizada após a soldadura pois não há uma máquina automática, assim os artigos depois de soldados são colocados em caixas KLT e depois de formado o lote são colocadas no parque de produto final, é de notar que os conjuntos VU esquerdos e VU direitos não são armazenados nas mesmas caixas. O responsável pelo sector antes de embalar as paletes realiza manualmente a inspeção de cada componente (Figura 44).

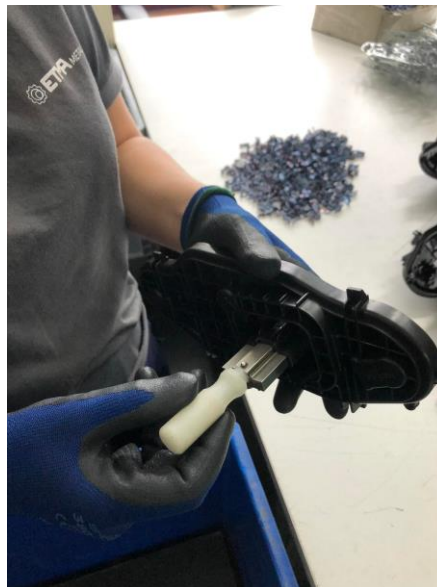


Figura 44- Inspeção manual dos conjuntos VU

Apos a inspeção os lotes são finalmente embalados e aguardam no parque de produto final pelo transporte para o armazém de expedição onde depois de recebidas as encomendas são enviados para o cliente final.

## 4.2 Análise crítica

Nos subcapítulos anteriores foram apresentados os produtos em estudo e explicados os seus processos produtivos, o próximo passo é a avaliação do estado atual dos processos através da realização de um *Value Stream Mapping* (VSM), uma ferramenta visual que permite representar o fluxo de materiais e de informação inerentes à produção de um produto, ou família de produtos, facilitando a visualização e compreensão dos processos e diferenciando as atividades que acrescentam valor das que não acrescentam valor ao produto (Rother & Shook, 2003).

Como verificado no capítulo anterior, o conjunto VP apresenta alguns processos semelhantes aos dos processos dos conjuntos VU. No entanto, são verificadas algumas diferenças significativas que não permitem que os conjuntos sejam considerados da mesma família pelo que não podem ser representados no mesmo VSM. Por sua vez, o conjunto VU direito e VU esquerdo fazem parte da mesma família de produtos uma vez que passam pelas mesmas operações na mesma sequência, pelo que podem ser representados no mesmo VSM. Foi então necessário desenvolver dois VSMs, um para o conjunto VP (Anexo 1 – VSM do estado atual do conjunto ) e outro para o conjunto final VU esquerdo e VU direito (Anexo 2 – VSM do estado atual dos conjuntos VU).

Inicialmente, para o desenho dos mapas do estado atual utilizou-se lápis e uma folha branca, com o objetivo de obter um rascunho para posteriormente passar para *exce/e* obter o desenho final. Uma das preocupações na realização dos mapas foi tentar simplificá-los, sumarizando os passos principais e mostrando efetivamente onde estão os problemas para que também fosse mais fácil analisar possíveis melhorias.

### 4.2.1 VSM do estado atual do conjunto VP

O VSM foi elaborado do fim para o início, sendo que o primeiro passo foi representar o cliente final, a Aspoeck, considerada pela empresa um “cliente externo” (Figura 45).

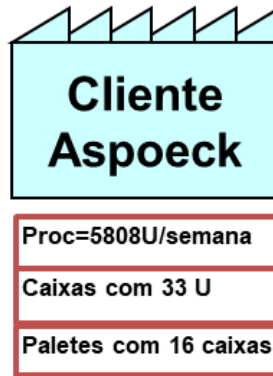


Figura 45-Cliente final do conjunto VP

Após a identificação do cliente, foi necessário obter algumas informações importantes sobre este, tais como a procura e as especificidades da encomenda. Quanto à especificidade da encomenda, sabe-se que a unidade de encomenda por parte do cliente é a paleta, uma paleta é constituída por dezasseis caixas com trinta e três peças cada. Relativamente à procura do conjunto final por parte do cliente, a empresa não apresentava até ao momento nenhum estudo, foi, portanto, realizada uma análise dos dados históricos através do *software excel*. Inicialmente exportou-se do Primavera, o sistema interno da empresa, para uma folha *excel*/ os registos dos consumos mensais realizadas pelo cliente durante os meses dos últimos dois anos. É importante mencionar, que não devem entrar para cálculo meses atípicos como por exemplo os meses afetados pela fase pandémica passada (covid 19) ou meses que coincidem com o período de férias da empresa ou do cliente. Considerou-se adequado observar os consumos históricos referentes aos últimos 2 anos, procurando assim uma maior precisão no estudo e permitindo analisar as flutuações da procura. Depois de recolhidos os dados, o consumo mensal foi transformado em semanal, dividindo a procura mensal apenas pelo número de semanas em que efetivamente o cliente realizou uma encomenda, ignorando as semanas em que não houve procura por parte deste. Os cálculos realizados podem ser analisados com mais pormenor no Anexo 3– Procura do conjunto VP, a Figura 46 indica a procura média semanal em cada mês ao longo dos últimos dois anos. Tendo por base estes valores, chegou-se a uma procura média semanal de 5808 unidades do conjunto VP o que corresponde a 11 paletes por semana.

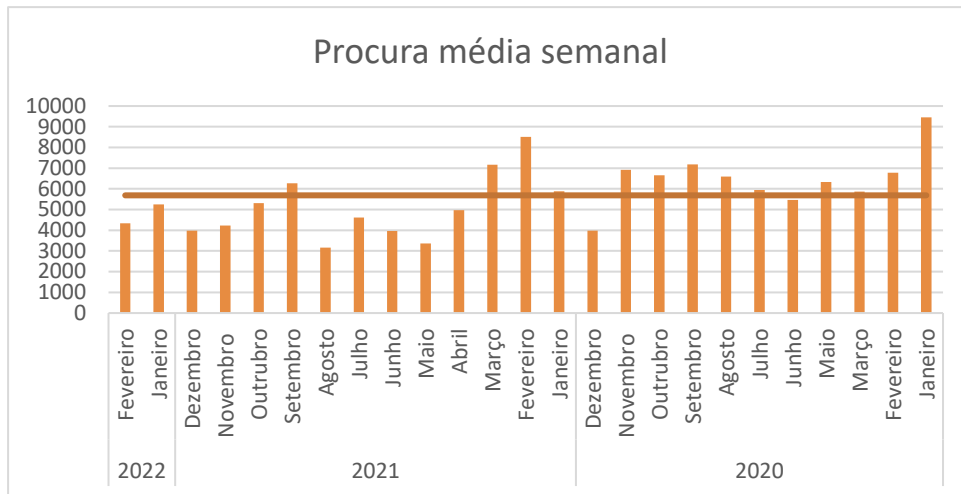


Figura 46-Procura do conjunto VP

Depois de obtidas as informações necessárias sobre o cliente, o próximo passo consistiu em desenhar os processos básicos de produção, representando assim o fluxo de material. Os processos são representados por caixas de processos e desenhados na metade inferior do mapa, da esquerda para a direita, por ordem de produção, sem considerar o *layout* da fábrica (Figura 47).

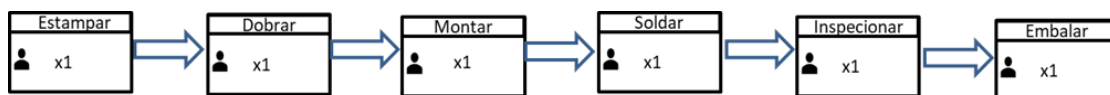


Figura 47-Fluxo de material do conjunto VP

Depois de entender e representar o fluxo de material, é necessário colocar uma caixa de dados por baixo de cada processo com as informações consideradas mais relevantes tais como, o tempo de ciclo (TC), o tempo de *setup* (TS), o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ou a eficiência, o número de operadores e o número de turnos (Figura 48). É de notar que para as operações de inspeccionar e embalar não foi necessário colocar uma caixa de dados, uma vez que são operação secundárias que não são pagas pelo cliente e que por isso não acrescentam valor.

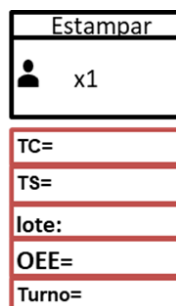


Figura 48-Caixa de processos e de dados. Exemplo: Processo da estampagem

Para preencher a caixa de dados de cada um dos processos começou-se por obter os dados relativos ao número de turnos, *planned operation time* (POT) e tamanho dos lotes (Tabela 1).

Tabela 1-Recolha dos dados iniciais do processo produtivo do conjunto VP

<b>Recolha de dados</b>			
Operação	Turnos	POT (minutos)	Tamanho do lote (peças)
Estampar	1	$540 - 90 = 450$	$300 \times 12 = 3600$
Dobrar	2	$960 - 440 = 520$	$300 \times 12 = 3600$
Montar	2	$960 - 240 = 720$	$33 \times 16 = 528$
Soldar	2	$960 - 205 = 755$	$33 \times 16 = 528$

Os dados relativos ao número de turnos e tamanho dos lotes foram visualizados ao longo das visitas ao chão de fábrica e discutidos com alguns colaboradores. Para calcular o POT, que é o tempo planeado para a produção em cada posto de trabalho, foi necessário ter em consideração o tempo de turno e as paragens planeadas como mostra a equação (1).

$$(1) \text{ POT} = \text{Tempo de turno} - \text{Paragens planeadas}$$

Por exemplo, o posto de trabalho dedicado à operação de estampar apresenta um tempo de turno de 540 minutos, no entanto este tempo não é totalmente dedicado à produção devido às perdas relacionadas com as paragens planeadas, como é o caso de manutenções preventivas e pausas para lanche e almoço. Estas paragens delineadas são de 90 minutos por dia, portanto o tempo planeado para a produção por dia neste posto de trabalho é de 450 minutos (equação (2)).

$$(2) \text{ POT} = 540 \text{ minutos} - 90 \text{ minutos} = 450 \text{ minutos}$$

O próximo passo foi chegar ao tempo de ciclo de cada processo. Para os processos em estudo não foi necessário realizar um estudo de tempos, uma vez que são operações cujo tempos de ciclo não apresentavam grande variabilidade. Decidiu-se, no entanto, realizar uma medição por dia ao longo do mês de março, em cada processo, de forma a obter uma amostra significativa. Posteriormente, realizou-se a média desses registos obtendo assim o tempo de ciclo de cada processo (Tabela 2). No Anexo 4 – Registos dos tempos de ciclo dos processos produtivos do conjunto VP, podem ser consultados todos os registos efetuados.



Tabela 2- Tempos de ciclo dos processos de produção do conjunto VP

<b>Tempos de ciclo dos processos de produção do conjunto VP</b>	
Operação	Tempos de ciclo (segundos)
Estampar	3,3
Dobrar	7
Montar	3,3
Soldar	$\frac{27}{2} = 13,5$

O tempo de ciclo de um processo é o tempo que o mesmo demora a produzir uma peça ou produto (Li & Chang, 2022). É importante ter em atenção os casos em que os processos têm capacidade de produção superior a um, nestes casos o raciocínio para obter o tempo de ciclo deve ser ligeiramente diferente. Por exemplo, a máquina de soldar tem capacidade para soldar duas peças de uma só vez, sendo que para esse processo demora um tempo médio de 27 segundos, para obter o tempo de ciclo, neste caso deve-se realizar a seguinte operação (equação (3)):

$$(3) TC_{soldar} = \frac{27}{2} = 13,5s$$

Determinados os tempos de ciclo para cada posto de trabalho, o próximo passo foi calcular para cada máquina utilizada nos diferentes processos o OEE, que é um indicador da eficiência com que se usam os equipamentos (Tomino et al., 2009). O OEE é baseado no produto de três fatores, a disponibilidade, a qualidade e o desempenho, de seguida são apresentadas as expressões referentes a cada fator.

$$(4) D1 = \frac{\text{Tempo de funcionamento}}{\text{Tempo planeado de produção}} \times 100 = \frac{(\text{Tempo de turno} - PP) - PNP}{\text{Tempo de turno} - PP} \times 100$$

Onde:

D1= Disponibilidade

PP= Paragens planeadas

PNP= Paragens não planeadas

$$(5) Q1 = \frac{\text{Peças ok}}{\text{Produção total}} \times 100 = \frac{\text{Produção Ok}}{\text{Produção ok} + \text{Produção com defeitos}} \times 100$$

Onde:

Q1= Qualidade

$$(6) D2 = \frac{\text{Produção total} \times \text{Tempo de ciclo}}{\text{Tempo de funcionamento}} \times 100 = \frac{\text{Produção total} \times \text{Tempo de ciclo}}{(\text{Tempo de turno} - \text{PP}) - \text{PNP}} \times 100$$

Onde:

D2=Desempenho

PP= Paragens planeadas

PNP= Paragens não planeadas

Para a operação de estampar é utilizada a prensa *Yangli JM31-250*, o valor do OEE para esta máquina considerando a produção desta referência já se encontrava registado no *Microsoft Power BI* da empresa, um *software* de recolha e análise de dados (Anexo 5 – Registos dos valores de OEE da prensa de estampar os conjuntos VP retirados do *power bi* da empresa). A Tabela 3 resume os registos dos parâmetros do OEE, obtidos entre o mês de janeiro de 2022 a março de 2022, os três meses anteriores desde o momento da análise.

Tabela 3-OEE da prensa utilizada na estampagem

<b>Prensa Yangli JM31-250</b>			
Disponibilidade	Desempenho	Qualidade	OEE
95%	45%	-	43%

A prensa utilizada na operação de estampar apresenta então um OEE de 43%, um valor abaixo do valor de classe mundial que é de 85%, é de notar que o parâmetro de disponibilidade está acima do valor de classe mundial que é de 90% e o do desempenho está abaixo do valor de classe mundial que é de 95% (Arkadiusz & Aleksander, 2017). O parâmetro da qualidade, neste caso, não é considerado pela empresa pois consideram que este, neste caso, não influencia significativamente o valor do OEE.

Relativamente à máquina de dobrar e de soldar a empresa não tinha registos dos valores de OEE, pelo que foi necessário realizar o seu cálculo. O primeiro passo foi reunir os seguintes dados relativos aos últimos três meses (Tabela 4).

Tabela 4-Dados necessários para o cálculo do OEE

<b>Dados necessários para o cálculo de OEE</b>		
Disponibilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo planeado de produção (POT);</li> <li>• Tempo de funcionamento (TF);</li> <li>• Tempo de turno;</li> <li>• Paragens planeadas (PP);</li> <li>• Paragens não planeadas (PNP);</li> </ul>	$TF = POT - PNP$
Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo de funcionamento;</li> <li>• Registos da produção;</li> <li>• Tempo de ciclo;</li> </ul>	
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registo da produção;</li> <li>• Registo do número de peças não conformes;</li> </ul>	

Para obter alguns destes dados foi necessário consultar as folhas de registos referentes à produção na prensa de dobrar (Anexo 6 – Registos de produção na prensa de dobrar) e da máquina de soldar ( Anexo 7 – Registos de produção na máquina de soldar), os dados foram recolhidos, organizados e analisados numa folha excel para obter os valores de OEE da máquina de dobrar (Anexo 8 – Análise dos registos da produção do conjunto VP na máquina de dobrar e cálculo do OEE) e os valores de OEE da maquina de soldar (Anexo 9– Análise dos registos da produção do conjunto VP na máquina de soldar e cálculo do OEE). Inicialmente foi feita uma análise diária do OEE através dos registos diários disponíveis e, posteriormente, feita uma média obtendo os seguintes valores para os indicadores (Figura 49).

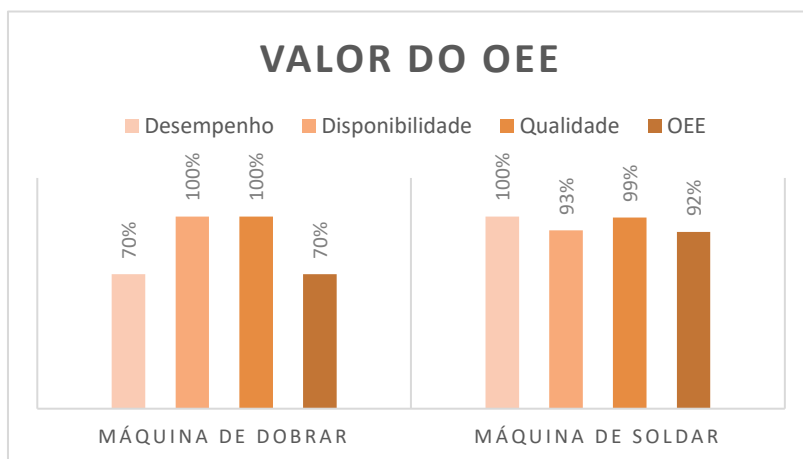


Figura 49-Valor do OEE para a prensa de dobrar e para a máquina de soldar VP

Para a operação de montar não foi calculado o OEE, mas sim a eficiência dos operadores, uma vez que é uma operação totalmente manual sem equipamentos associados. A eficiência é calculada através da equação seguinte.

$$(7) \text{ Eficiência} = \frac{\text{Produção real}}{\text{Produção planeada}}$$

Para este cálculo foi necessário obter os dados da Tabela 5.

Tabela 5-Dados necessários para o cálculo da eficiência

Dados necessários para o cálculo da eficiência		
Produção real	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registos da produção</li> </ul>	
Produção planeada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paragens Planeadas (PP);</li> <li>Paragens não planeadas (PNP);</li> <li>Tempo de turno;</li> <li>Tempo de ciclo;</li> </ul>	$\text{Produção planeada} = \frac{\text{Tempo de turno} - \text{PP} - \text{PNP}}{\text{Tempo de ciclo}}$

Para obter alguns destes dados foi necessário consultar as folhas de registo referentes a esta operação (Anexo 10 – Registos da produção do conjunto VP) e, posteriormente, organizá-los e analisá-los numa folha *excel* (Anexo 11 – Análise dos registos da produção do conjunto VP na montagem e cálculo da eficiência). Após realizar o cálculo diário do valor da eficiência para os últimos três meses, realizou-se a média destes valores obtendo um valor médio de eficiência de 53% (Figura 50).

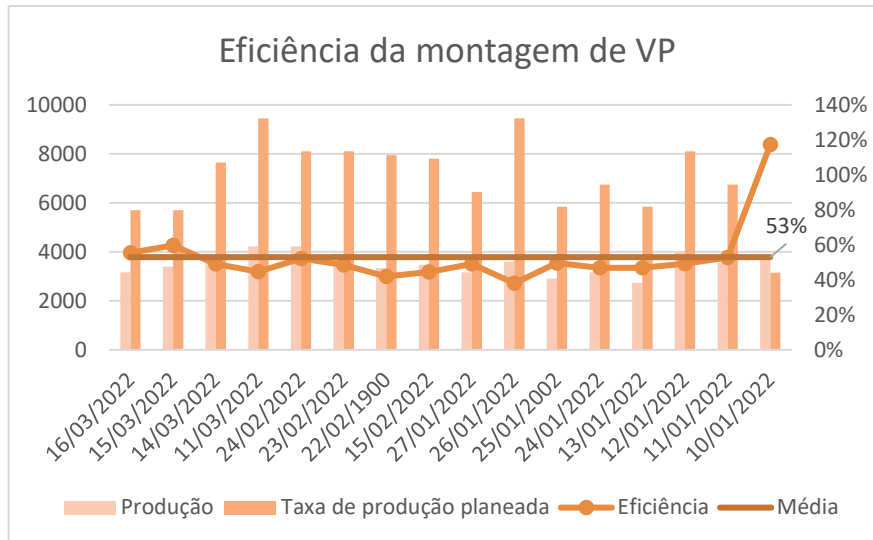


Figura 50-Eficiência da montagem do conjunto VP

A última variável a ser calculada para finalizar a caixa de dados das operações foi o tempo de *setup*, este valor apenas se calculou para as operações de estampar e soldar, visto que nos restantes, este é insignificante.

Para a prensa de estampar, recolheu-se os registos dos últimos 8 meses referentes aos tempos de *setup* de qualquer peça para o circuito VP, de forma a reunir um número significativo de registos. É de notar que neste momento esta prensa dedica-se apenas à produção dos circuitos VP, VU esquerdo e VU direito. É da responsabilidade do operador que realiza o *setup* registar o início e o fim do *setup*, sendo que estes registos são automaticamente integrados no *software Power BI*, verificou-se, no entanto, que os dados registados apresentavam algumas lacunas, sendo essencial perceber junto dos operadores quais os dados incoerentes, para estes não serem considerados na análise. Estes registos podem ser visualizados com maior pormenor no Anexo 12 – Registos dos tempos de *setup* do conjunto VP na prensa de estampar retirados do *Power BI* da empresa, os dados coletados foram então filtrados obtendo os seguintes registos (Tabela 6):

Tabela 6-Registos dos tempos de *setup* da prensa

<b>Registos dos tempos de <i>setup</i></b>				
Peça inicial	Peça final	Tempo de <i>setup</i> (h)	Tempo de <i>setup</i> (min)	Tempo de <i>setup</i> (s)
VU esquerdo	VP	03:55	235	14100
VU direito	VP	06:00	360	21600
VU esquerdo	VP	04:12	252	15120
VU direito	VP	05:25	325	19500
VU esquerdo	VP	07:49	469	28140
VU direito	VP	05:00	300	18000
Média		05:23	323,5	19410

Para além destes registos, foram também consideradas as conversas com os operadores, estes consideram que um *setup* para a produção desta peça demora em média 6h, tendo em consideração esta informação decidiu-se arredondar por excesso o valor obtido de 5 horas e 23 minutos considerando um tempo de *setup* médio de 6h.

Relativamente à máquina de soldar, não havia registos dos tempos de *setup*, em conversa com o chefe de secção responsável por realizar o *setup* da máquina concluiu-se que no máximo um *setup* pode demorar 1h e 30 minutos, sendo que foi este o valor considerado.

Com todas as informações recolhidas, foram então preenchidas as caixas de dados correspondentes a cada processo (Figura 51).

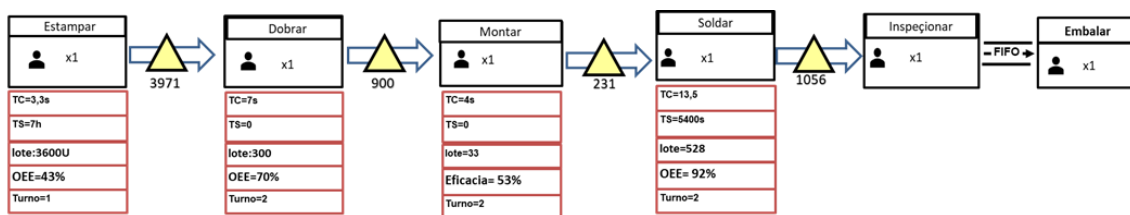


Figura 51-Fluxo de materiais, caixas de dados e *Work in Progress*

Como é possível observar na Figura 51, foi também representando por triângulos o WIP entre as operações num dia de trabalho, ou seja, o *stock* intermédio existente entre os processos. Este WIP foi obtido através do sistema interno da empresa no dia 15 de março, na empresa o material considerado

WIP fica armazenado em locais sem controlo, ou seja, não existem limites e o consumo dos mesmos não criam ordens de produção.

Depois de representados os processos, preenchidas as caixas de dados e representado o WIP foi necessário representar os fornecedores externos bem como as informações relevantes sobre os mesmos. Na Figura 52 esta representada a *Plastifa*, o fornecedor dos plásticos necessários para a montagem do produto. O transporte deste plástico é feito através de camiões e demora um dia sendo possível fazer entregas às segundas, quartas quintas e sextas. A unidade de encomenda do plástico é a paleta constituída por 12 caixas com 33 unidades cada.

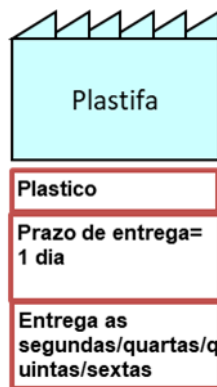


Figura 52-Fornecedor externo de plástico

O fornecedor da matéria-prima para a operação de estampar é representado no VSM ( Anexo 1 – VSM do estado atual do conjunto ), no entanto, ficou definido inicialmente com a empresa que a entrega da matéria-prima para a estampagem não deveria de ser considerado objeto de estudo, e por isso não foram recolhidas informações significativas sobre este fornecedor.

O próximo passo foi desenhar, como e quando os produtos acabados são transportados (Figura 53).



Figura 53-Envio do produto final para o cliente

O produto acabado é transportado através da carrinha da empresa para o armazém de expedição, posteriormente conforme as encomendas a ETMA subcontrata uma empresa que fica responsável por transportar o produto final para o cliente.

Para terminar o VSM, foi colocada uma linha de tempo sob as caixas de processos para indicar o *lead time* de produção e o tempo de valor agregado ou tempo de processamento (Figura 54). O *lead time* é dado pela soma do tempo de espera entre processos, por exemplo o tempo de espera entre a estampagem e a prensa de dobrar é calculado da seguinte forma:

$$(8) \text{ Tempo de espera} = \frac{\text{Stock entre processos}}{\text{Procura diária}} = \frac{3971}{1162} = 3,4 \text{ dias}$$

O tempo de processamento ou de valor acrescentado (VA) é dado pela soma dos tempos de ciclo dos processos (Figura 54).

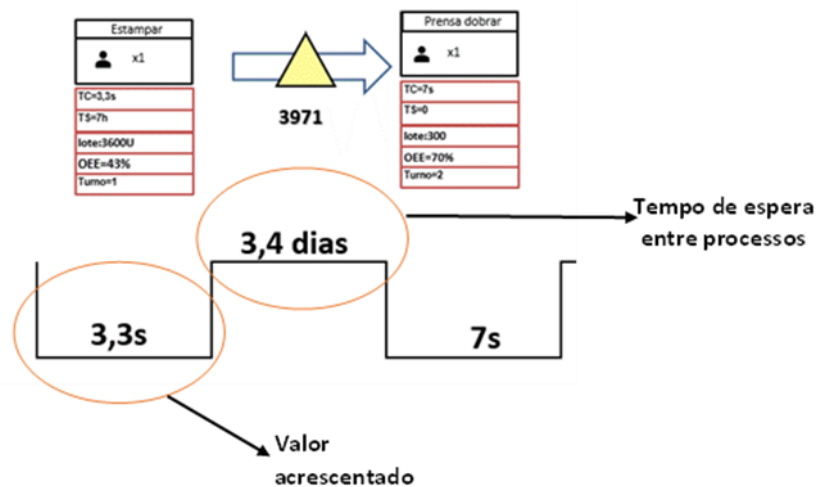


Figura 54-Linha de tempo. Exemplo: Operação de estampar e dobrar

Depois de realizados estes cálculos para todas as operações, obteve-se a seguinte linha de tempo (Figura 55).

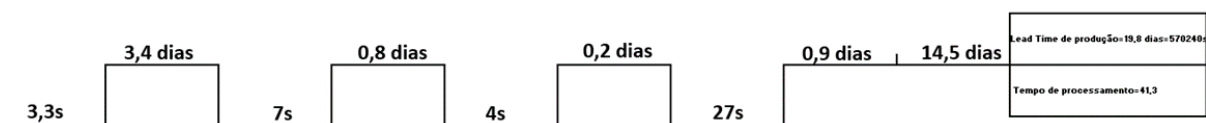


Figura 55-Linha de tempo final

Através da análise do VSM construído (Anexo 1 – VSM do estado atual do conjunto ) conclui-se que de forma a conseguir responder à procura por parte do cliente da referência VP de 5808 peças por semana, a empresa tem de garantir a produção diária de 1162 peças (equação (9)).

$$(9) \frac{5808}{5} = 1162 \text{ unidades}$$



O *takt time*, segundo Pinto (2013), é um tempo de ciclo calculado em função da procura, se a procura aumentar o *takt time* tem de diminuir, verificando-se o oposto quando a procura diminui. O *takt time* é calculado com base na seguinte equação:

$$(10) \quad Takt\ time = \frac{Tempo\ disponivel\ de\ produção}{Procura} = \frac{900}{1162} = 46,4s$$

Assim, com o quociente entre o tempo de produção disponível num dia, de 900 minutos, correspondentes a 2 turnos, e uma procura de 1162 peças por dia, obtém-se um *takt time* de 46,4 segundos, ou seja, o cliente pede uma peça de 46,4 segundos em 46,4 segundos.

O rácio de valor acrescentado (RVA) é dado pelo tempo das atividades que acrescentam valor ao produto em relação ao lead time. Analisando o VSM, o tempo de processamento ou valor acrescentado da referência em estudo é cerca de 41,3 segundos e o *lead time* é de 19,8 dias (equação (11)).

$$(11) \quad RVA = \frac{Tempo\ de\ processamento}{Lead\ time \times tempo\ disponivel} = \frac{41,3}{19,8 \times (900 \times 60)} = 0,004\%$$

Substituindo os valores na equação (11), obtém-se um valor de 0,004%, o que significa que o rácio de valor não acrescentado (RVNA) é de 99,996%, ou seja 99,996% do tempo utilizado para os processos de produção do produto final é desperdício (equação (12)).

$$(12) \quad RVNA = 100\% - RVA = 100\% - 0,004\% = 99,996\%$$

#### 4.2.2 VSM do estado atual dos conjuntos VU

O VSM do estado atual dos conjuntos VU está representado no Anexo 2 – VSM do estado atual dos conjuntos VU. Também para os conjuntos VU o cliente final é a Aspoeck, sendo a unidade de encomenda a paleta constituída por 16 caixas com 60 unidades cada (Figura 56).

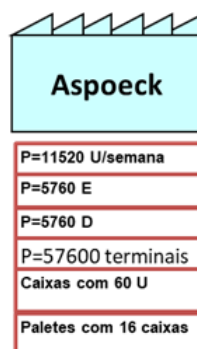


Figura 56-Cliente final dos conjuntos VU

Relativamente ao estudo da procura o processo foi o mesmo explicado anteriormente para o conjunto VP, no Anexo 13 – Procura dos conjuntos VU, encontram-se todos os registos e análises efetuadas. Os registos dos consumos mensais dos conjuntos VU nos últimos dois anos estão representados na Figura 57, a procura do conjunto VU esquerdo é igual à do conjunto VU direito, uma vez que como já foi explicado um não existe sem o outro, por exemplo sempre que o cliente encomenda 8 paletes de VU esquerdo a empresa sabe automaticamente que também está a encomendar 8 de VU direito.

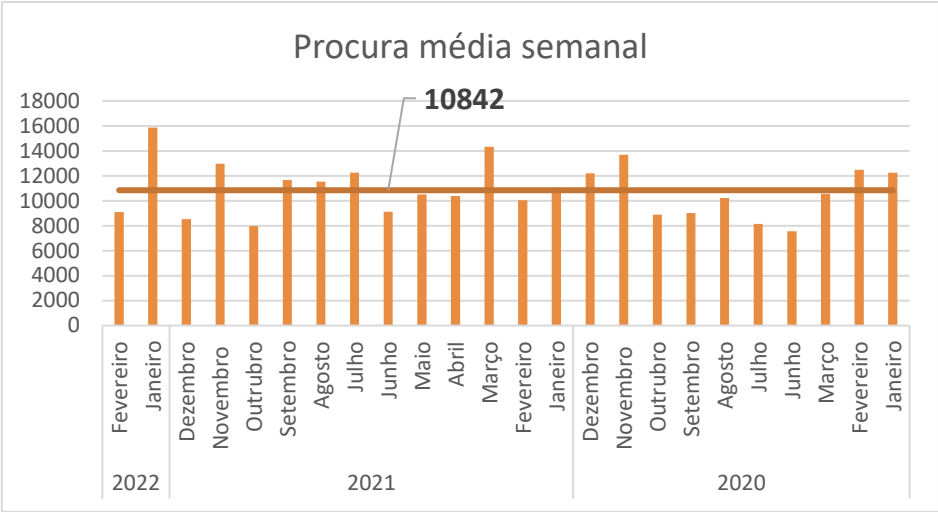


Figura 57-Gráfico da procura média semanal dos conjuntos VU

Analisados estes valores e efetuados os cálculos necessários, obteve-se uma procura média semanal de 10842 peças sendo que 5421 correspondem ao conjunto VU esquerdo e 5421 ao conjunto VU direito, o que aproximadamente corresponde a 6 paletes de cada. Sabendo que a unidade de encomenda semanal do cliente é a paleta, considerou-se que a procura seria então de 6 paletes para o conjunto VU esquerdo e 6 paletes para o conjunto VU direito, ou seja, de 5760 unidades para ambos. Para além disto, sabendo que um conjunto tanto de VU esquerdo como de VU direito necessita de 5 terminais chegamos a uma procura semanal de terminais de 57600 unidades.

Depois de obtidas as informações consideradas mais relevantes sobre o cliente seguiu-se para o desenho dos processos básicos de produção, que representam o fluxo do material (Figura 58).

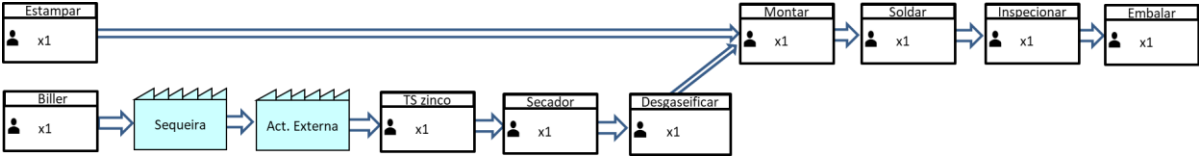


Figura 58-Fluxo de material

Após identificar os processos, passou-se para a recolha dos dados, estes encontram-se sintetizados na Tabela 7. É de notar que, o processo de recolha dos dados para os diferentes processos foi igual ao explicado anteriormente para o conjunto VP. Nos anexos podem ser consultados todos os registos de recolhas de dados bem como os cálculos efetuados.

Tabela 7- Dados dos processos dos conjuntos VU

<b>Dados dos processos de produção dos conjunto VU</b>							
Operação	Tempos de ciclo (segundos)	OEE/ eficácia	Tempo de <i>setup</i> (segundos)	turnos	POT (minutos)	Tamanho do lote	Anexos
Estampar	3	43%	25200	1	450	4800	122 124 130 132
Bilher	1,43	87%	28800	1	540	25000	122 124 132
Zincar	$\frac{7200}{43200} = 0,16$	70%	-	1	480	43200	122 124 132
Secar	$\frac{600}{42300} = 0,01$	100%	-	1	480	43200	122 124 132
Desgaseificar	$\frac{28800}{43200} = 0,66$	86%	-	1	480	43200	122 124 132
Montar	$\frac{13}{2} = 6,5$	59%	-	2	700	60	122 124 125 132
Soldar	$\frac{20}{2} = 10$	81%	5400	2	755	960	122 124 129 132

Relativamente à atividade externa, há dois fornecedores possíveis para realizar esta operação a *Meclasa* e a *Thyssen*, foi importante reunir algumas informações sobre estes, que se encontram resumidas na Tabela 8.

Tabela 8- Informações sobre a atividade externa

Dados sobre a atividade externa		
Fornecedor	Prazo de entrega	Lote mínimo
Meclasa	3 semanas	85000 peças
Thyssen	1 semana	30000 peças

Analisados os dois fornecedores, decidiu-se considerar o fornecedor *Meclasa* por apresentar o pior cenário em termos de *lead time*, uma vez que o prazo de entrega é maior.

Após recolher todas as informações, completou-se as caixas de dados dos respetivos processos (Figura 59).

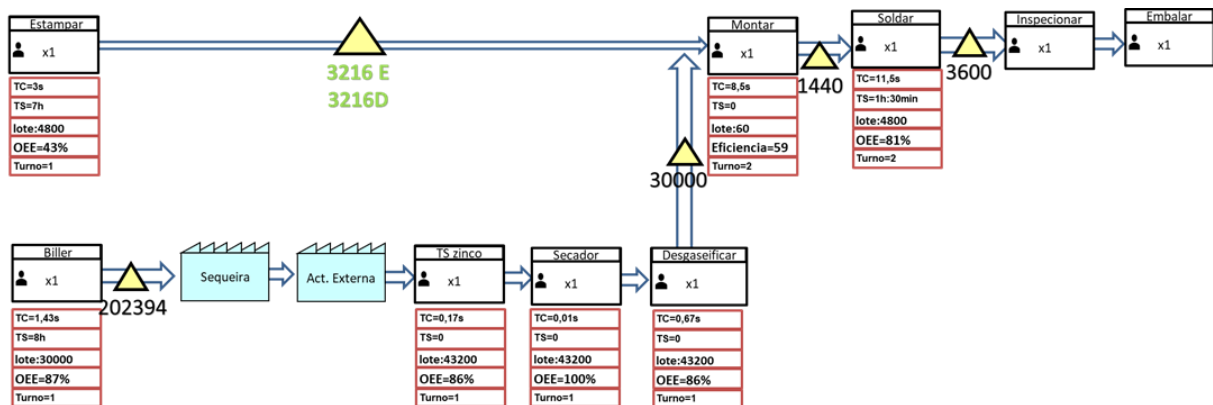


Figura 59-Fluxo de material dos processos produtivos dos conjuntos VU

Depois de completar as caixas com os dados, exportou-se do sistema informático da empresa o WIP entre as operações num dia de trabalho.

Em seguida foram identificados os fornecedores, sendo que, os fornecedores da matéria-prima para a operação de estampagem dos circuitos e da estampagem dos terminais não são considerados objetos de estudo, pelo que não foi necessário recolher informações significativas sobre estes. O fornecedor do plástico necessário para a montagem dos conjuntos é a Plastifa (Figura 60). O prazo de entrega e os dias em que o fornecedor realiza as entregas já eram conhecidos, uma vez que o fornecedor é o mesmo, do que o previamente estudado, para o plástico do conjunto VP. Neste caso, a unidade de encomenda é a palete constituída por 16 caixas com 60 unidades cada.

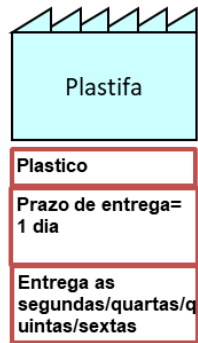


Figura 60- Fornecedor do plástico para os conjuntos VU

Concluída a identificação dos fornecedores, passou-se para a representação de como e quando os produtos acabados são transportados (Figura 61).

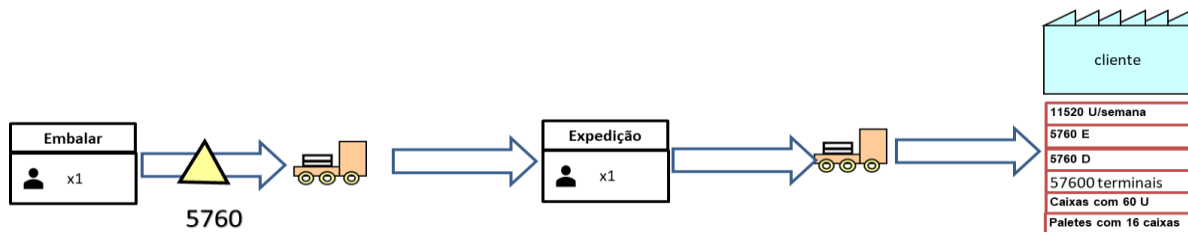


Figura 61-Envio dos conjuntos VU para o cliente final

Representado o fluxo de material colocou-se uma linha de tempo sob as caixas de processos para indicar o *lead time* de produção e o tempo de valor agregado. É de notar que neste há dois processos simultâneos, o dos circuitos e o dos terminais, para a linha de tempo deve ser considerado o que apresenta maior tempo de processamento que, neste caso, é o processo correspondente aos terminais. Obtém-se assim a seguinte linha de tempo (Figura 62).

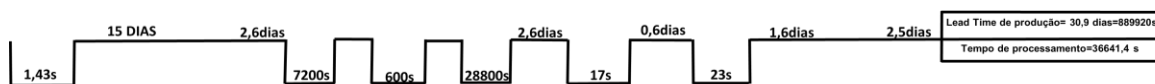


Figura 62-Linha de tempo final do VSM dos conjuntos VU

Analisando o VSM dos conjuntos VU (Anexo 2 – VSM do estado atual dos conjuntos VU), conclui-se que para a empresa conseguir responder às necessidades do cliente dos conjuntos VU tem de garantir a produção diária de 1152 unidades de VU esquerda e 1152 de VU direita. Aplicando a equação (10) da secção 4.2.1, com o quociente entre o tempo de produção disponível num dia de 900 minutos, correspondentes a 2 turnos e uma procura diária de 2304 peças, obtém-se um *takt time* de 23,4 segundos. Isto é de 23,4 segundos em 23,4 segundos o cliente pede uma peça.

Através da análise, obtém-se também um tempo de processamento de cerca de 36641,4 segundos e um prazo de entrega de aproximadamente 31 dias, aplicando a equação (11) da secção 4.2.1 o valor de RVA é de 2,20%, ou seja, 97,8% do tempo não acrescenta valor ao produto.

#### 4.2.3 Fluxo de informação

Para finalizar os VSMS falta apenas explicar o fluxo de informação dos conjuntos. Este foi elaborado da direita para a esquerda na metade superior do mapa, usando setas e ícones. Apesar de se ter desenvolvido dois mapas para os diferentes conjuntos, os fluxos de informação dos mesmos são semelhantes pelo que vão ser explicados neste subcapítulo em simultâneo.

Numa primeira fase, a Aspoeck envia estimativas anuais que são colocadas no sistema informático da empresa, o Primavera, através do departamento de planeamento da produção. Estas estimativas são também enviadas pela Aspoeck para o fornecedor de plástico necessário para a montagem destas referências, a Plastifa, que fica assim, automaticamente, com a estimativa das futuras encomendas que serão feitas pela ETMA. Com esta informação é feita uma estimativa das necessidades dos materiais e o departamento de compras entra em contacto com o fornecedor da matéria-prima necessária para os processos de produção dos circuitos e dos terminais, enviando-lhes uma estimativa de encomenda garantindo que a matéria-prima seja entregue atempadamente. Numa segunda fase, o cliente envia previsões para cinco meses, sendo nesta fase que o departamento de produção faz o nivelamento da produção, e o planeamento das necessidades dos materiais. Uma vez por mês com base nestas previsões é feito o planeamento da produção onde é definido o que vai ser produzido, em que quantidades e quando. Esta informação é transmitida por uma OF, imprimida e distribuída pelos postos de produção, esta contém toda a informação necessária para a produção de uma peça, desde a referência, à quantidade a ser produzida, a data de início de produção, a operação seguinte, matéria-prima e a ferramenta a ser utilizada. Possuindo toda a informação, é da responsabilidade do responsável do setor preparar a máquina para iniciar a produção. Semanalmente, o cliente confirma as encomendas para a próxima semana, sendo que é nesta fase onde são verificadas as necessidades e se necessário ajustado o planeamento.

Os conjuntos VU esquerdo e VU direito apresentam uma particularidade no seu fluxo de informação relativamente ao conjunto VP. Os primeiros são constituídos por componentes que não são produzidos

na integra pela empresa, os terminais. É, portanto, necessário haver comunicação com um fornecedor externo para realizar um tratamento térmico que não é possível realizar na empresa.

### 4.3 Identificação dos problemas

Os sistemas produtivos em estudo apresentam vários tipos de desperdícios, uns mais visíveis do que outros. Na Tabela 9 sintetizam-se todos os problemas identificados ao longo do desenvolvimento dos mapas de fluxo de valor, apresentando as principais consequências e os respetivos desperdícios inerentes.

Tabela 9-Identificação dos problemas

<b>Identificação dos problemas encontrados nos sistemas produtivos em estudo</b>		
Problemas	Consequências	Desperdícios
Armazenamento não padronizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade em saber com exatidão o local dos materiais armazenados;</li> <li>• Supermercados não dimensionados o que conduz ao excesso de <i>stock</i> de alguns artigos e ausência de outros;</li> <li>• Redução na produtividade;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esperas</li> <li>• <i>Stocks</i></li> <li>• Transportes</li> <li>• Movimentações</li> </ul>
Rotas do operador logístico não normalizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operadores parados à espera de materiais;</li> <li>• Operadores a realizarem trabalho logístico;</li> <li>• Operadores logísticos sem informação das necessidades dos processos;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esperas</li> <li>• Movimentações</li> <li>• Transportes</li> </ul>
Layout desadequado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grandes distâncias percorridas;</li> <li>• Falta geral de espaço;</li> <li>• Redução na produtividade;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportes</li> <li>• Movimentações</li> </ul>
Falta de comunicação entre postos de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade em saber com exatidão o estado de produção dos artigos;</li> <li>• Dificuldade em fazer um planeamento eficiente;</li> <li>• Partilha de informação demorada e pouco eficiente;</li> <li>• Redução na produtividade;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esperas</li> <li>• Sobreprodução</li> <li>• Retrabalho</li> </ul>
Sistema de Produção <i>Push</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excesso de <i>stock</i> de produto final;</li> <li>• Quantidades elevadas de WIP;</li> <li>• Falta de material;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Stocks</i></li> <li>• Defeitos</li> <li>• Sobreprodução</li> </ul>
Falta de indicadores e registos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomadas de decisão sem uma base sólida;</li> <li>• Avaliação de resultados ineficientes;</li> <li>• Dificuldades a identificar problemas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Stocks</i></li> <li>• Defeitos</li> <li>• Sobreprodução</li> </ul>

O atual sistema de produção é do tipo *Push*, sendo a principal causa raiz para os restantes problemas identificados. São produzidas quantidades em exagero de determinadas referências, e quantidades que não são suficientes de outras provocando por um lado excesso de *stock*, e por outro falhas. Para além disto, não há um sequenciamento nem nivelamento da produção o que faz com que um posto de trabalho esteja a produzir uma referência em quantidades excessivas ou na sequência errada fazendo com que um posto de trabalho adjacente tenha de parar pois não tem os componentes necessários para continuar a produção.

Após reunir os problemas, realizou-se uma reunião com todos os departamentos envolvidos, onde foi apresentada a Tabela 9. Esta reunião teve como intuito a discussão destes mesmos problemas e a sugestão de possíveis soluções.

Assim, no sentido de reduzir ou mesmo eliminar os problemas identificados, surgiram três principais objetivos:

- Esclarecer e melhorar o fluxo de informação do sistema, para que seja mais eficaz e visível para todos, permitindo um maior controlo do *stock*;
- Produzir apenas o que é necessário e quando é necessário de modo que haja somente o que é necessário na quantidade necessária, provocando assim uma diminuição dos *stocks* de componentes ao longo do sistema;
- Criar zonas específicas e controladas de armazenamento, de forma a organizar e libertar espaço no chão-de-fabrica;

Depois de delineados, os principais objetivos que visam a eliminação dos problemas referidos, o próximo passo foi apresentar a proposta de melhoria.



## 5. PROPOSTA DE MELHORIA

No final do capítulo anterior, foram diagnosticados os principais problemas do sistema produtivo atual, e destacados objetivos que se pretendia alcançar de forma a resolver a maioria dos problemas enunciados na Tabela 9.

Neste capítulo, será apresentada uma proposta de melhoria com o propósito de atingir os objetivos definidos no capítulo anterior e, conseqüentemente, resolver os problemas dos sistemas produtivos em estudo. Depois de descrever a proposta será feita a implementação da mesma.

### 5.1 Apresentação da proposta

Tendo em conta os objetivos delineados no capítulo anterior foi sugerida a implementação de um sistema de produção *Pull*, mais concretamente o sistema *kanban* com supermercados nos processos em estudo. Pretende-se assim melhorar o fluxo de material e de informação entre os processos, produzindo apenas aquilo que o *kanban* determinar ao mesmo tempo que se cria zonas específicas para armazenamento. Após definida a proposta de melhoria foi idealizado o estado futuro dos sistemas de produção em estudo. No Anexo 20 – VSM do estado futuro do conjunto VP, e no Anexo 21 – VSM do estado futuro dos conjuntos VU, estão representados os VSMS desenvolvidos com base nas propostas de melhoria. É de notar que estes mapas serviram inicialmente de orientação para a implementação do sistema *kanban*, no entanto, ao longo da implementação foram realizadas algumas alterações nestes mapas que se revelaram mais adequadas.

#### 5.1.1 Implementação do sistema *Kanban*

Depois de definida a situação futura que se pretende implementar, passou-se para a implementação do sistema *kanban*, seguindo a metodologia defendida por Gross & Mcinnis (2003) e já aplicada por diversas indústrias:

1. Recolher os dados da situação atual;
2. Calcular o número de *kanban* no sistema;
3. Desenhar o sistema *kanban*;
4. Treinar os intervenientes;
5. Iniciação, monitorização e melhoria do sistema;

### 5.1.2 Recolha dos dados da situação atual

Inicialmente, é fundamental reunir um conjunto de dados de forma a entender as capacidades reais dos processos, estes dados vão ser essenciais para calcular as quantidades de *kanbans*. Antes de seguir para a recolha dos dados, em cada posto de trabalho foi definido que o intervalo de programação de produção seria diário, sendo que todos os cálculos foram dimensionados para este intervalo. No capítulo anterior já se tinham recolhido a maior parte dos dados, pelo que nesta fase foi apenas necessário organizá-los e confirmar que as unidades estavam consistentes, corretas e realistas. Os dados recolhidos estão apresentados na Tabela 10 para os processos do conjunto VP e na Tabela 11 para os processos dos conjuntos VU.

Tabela 10- Dados dos processos de VP

<b>Recolha de dados para o processo do conjunto final VP</b>								
Posto de trabalho	Procura diária (peças/dia)	Tempo de <i>setup</i> (minutos)	OEE ou Eficiência (%)	Sucata e retrabalho (%)	Tempos de ciclo (segundos)	Tempo produtivo (minutos)	Capacidade do contentor (peças)	Lote (peças)
Estampagem	1162	21600	43	3	3,3	450	300	3600
Dobrar	1162	-	70	3	7	520	300	300
Montagem	1162	-	53	3	3,3	720	33	33
Soldar	1162	5400	92	3	13,5	755	33	528

Tabela 11-Dados dos processos de VU

<b>Recolha de dados para o processo do conjunto final VP</b>								
Posto de trabalho	Procura diária (peças/dia)	Tempo de <i>setup</i> (minutos)	OEE ou Eficiência (%)	Sucata e retrabalho (%)	Tempos de ciclo (segundos)	Tempo produtivo (minutos)	Capacidade do contentor (peças)	Lote (peças)
Estampagem	1152+1152	25200	43	3	3	450	400	4800
Bihler	11520	28800	87	3	1,43	540	25000	25000
Zinco-secar-desgaseificar	11520	-	70	3	0,16	480	43200	43200
Montagem	1152+1152	-	59	3	6,5	700	60	60
Soldar	1152+1152	5400	81	3	10	755	60	960

Relativamente à sucata e ao retrabalho, como não existia registos relativos a estes nos postos de trabalho, foi tida em consideração a experiência dos responsáveis pela operação considerado 3% para todos os casos.

### 5.1.3 Dimensionamento do sistema *kanban*

Depois de recolhidos os dados necessários para caracterizar os processos, passamos para o cálculo do número de *kanbans* através da adaptação da fórmula da *Bosch* (equação (13)).

$$(13) \quad K = RE + LO + WI + SA$$

Onde:

$K$  = *Number of kanban*

$RE$  = *Replenishment Time coverage*

$LO$  = *Lot Size coverage*

$WI$  = *Withdrawal Peak coverage*

$SA$  = *Safety Time coverage*

Este cálculo é realizado individualmente para cada referência em cada posto de trabalho. É necessário, portanto, criar *kanbans* para cada artigo necessário para a produção dos artigos finais, bem como, para os produtos finais nos diferentes postos de trabalho, a Tabela 12 indica as referências para quais será dimensionado o sistema *kanban*. De forma a facilitar os cálculos foi criada uma planilha em Excel, para além de facilitar os cálculos permite atualizar o número de *kanbans* sempre que alguma variável se alterar.

Tabela 12- Dimensionamento do sistema *kanban*

<b>Dimensionamento do sistema <i>kanban</i></b>			
Referência	Nome	fornecedor	Cliente
7974	Circuito VP	Estampagem (63.14)	Prensa de dobrar (63.20)
8184	Circuito VU esquerdo	Estampagem (63.14)	Montagem
8185	Circuito VU direito	Estampagem (63.14)	Montagem
7974	Circuito VP	Prensa de dobrar (63.14)	Montagem
8541	Conjunto VP	Montagem	Soldadura (40.64)
8539/8537	Conjunto VU esquerdo	Montagem	Soldadura (40.64)
	Conjunto Vu Direito		
8541	Conjunto VP	Soldadura (40.64)	Cliente final
8539/8537	Conjunto VU esquerdo	Soldadura (40.64)	Cliente final
	Conjunto Vu Direito		
8381	Terminal	Bilher (61.02) +atividade externa	Tratamento de superfície (90.01)
8531	Terminal	Tratamento de superfície (90.01)	Montagem

De forma a explicar o raciocínio dos cálculos efetuados para cada referência entre os diferentes postos de trabalhos usou-se como exemplo a referência 7974, denominado circuito VP, entre o centro de trabalho de estampagem (63.14) e a prensa de dobrar (63.20), sendo que para as restantes referências o raciocínio de cálculo é o mesmo, mudando apenas o valor das variáveis. Os cálculos efetuados são explicados de seguida.

Seguindo a equação (13) a primeira variável a ser calculada é o RE. É calculada através da equação (14) para um determinado período, neste caso o dia, e cobre a procura esperada por parte do cliente durante o circuito de um *kanban*.

$$(14) \quad RE = \frac{PR \times RT_{Loop}}{POT \times NPK}$$

Para chegar a este valor são necessários os seguintes dados (Tabela 13):

Tabela 13-Dados para o cálculo do RE

<b>Dados para o cálculo do RE</b>	
Procura (peças/dia)	1162
$RT_{Loop}$ (minutos)	?
POT (minutos)	450
NPK (peças/kanban)	$12 * 300 = 3600$

O tipo de contentor em que as diferentes referências devem ser provisionadas e as quantidades que devem levar deve ser previamente definida, sendo indispensável para a implementação bem-sucedida do sistema *kanban*. Para esta referência a empresa utilizava caixas padronizadas e próprias para o armazenamento em paletes (Figura 63).



Figura 63-Caixas utilizadas para o armazenamento dos circuitos VP

Decidiu-se que as caixas continuariam a ser transportadas em paletes, sendo que a quantidade do *kanban* (NPK) será adaptada às quantidades da paleta e não à da caixa, neste caso, um lote é formado por 12 caixas com 300 peças cada, ou seja, a quantidade que um *kanban* representa é de 3600 peças. O tempo de reaprovisionamento do circuito *kanban* ( $RT_{Loop}$ ) é a variável que falta calcular, refere-se ao tempo que leva um *kanban* retornar ao supermercado desde que é retirado dele, ou seja, corresponde ao tempo do circuito de um *kanban* (Figura 64).

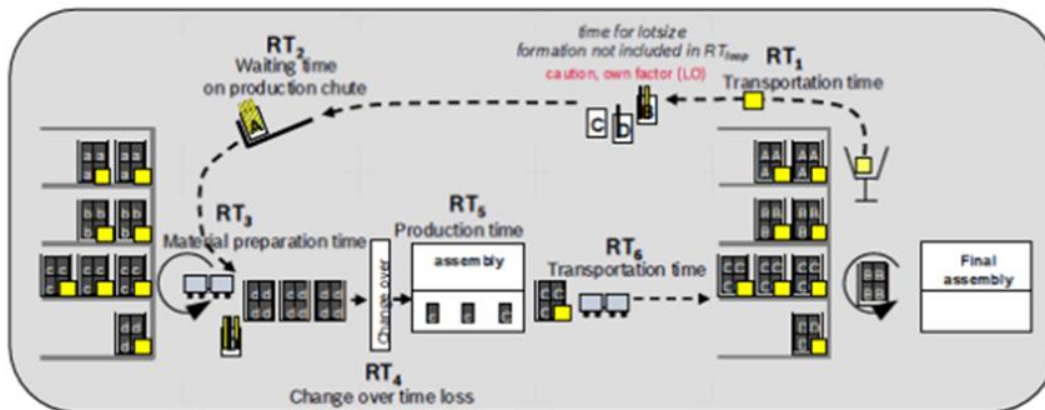


Figura 64-Circuito de um *kanban*. Retirado de: bosh (2011)

Antes de seguir para a recolha destes dados foi necessário definir o sítio onde o supermercado seria implementado, para desta forma conseguir tirar tempos teóricos com base na localização dos mesmos. A criação do supermercado bem como a dimensão será explicada na secção 5.1.4. É de notar que a criação de supermercados só se justifica para os casos em que o processo fornecedor se encontra distanciado do processo cliente.

O cálculo do  $RT_{Loop}$  é dado pela soma dos seguintes parâmetros:

$$(15) \quad RT_{Loop} = RT_1 + RT_2 + RT_3 + RT_4 + RT_5 + RT_6$$

O  $RT_1$  diz respeito ao tempo expectável entre a saída do supermercado e a chegada do *kanban* ao processo fornecedor. O  $RT_2$  corresponde ao tempo máximo que se pode verificar para que um lote comece a ser produzido sem considerar o tempo de *setup*. O  $RT_3$  diz respeito ao tempo de preparação do lote associado ao *kanban*, isto é, o tempo gasto na chegada dos materiais necessários para a produção dos artigos correspondentes a 1 *kanban*. O  $RT_4$  corresponde ao tempo de *setup*. O  $RT_5$  é o tempo de produção das peças correspondentes a um *kanban*, ou seja, neste caso o tempo entregue na produção de um lote de 3600 peças. Por fim, O  $RT_6$  é o tempo gasto no transporte do lote para o respetivo supermercado.

Depois de observar intensamente o sistema produtivo, e considerados os dados anteriormente recolhidos no capítulo anterior, como o tempo de ciclo e o tempo de *setup* foi possível retirar os dados necessários para o cálculo do  $RT_{Loop}$  para o circuito VP ( Tabela 14). É importante mencionar que estes valores correspondem sempre aos valores máximos observados dentro do POT com exceção do tempo de *setup* e de produção do lote que foi com através da média dos valores recolhidos no capítulo anterior.

Tabela 14- Cálculo do  $RT_{Loop}$ 

<b>Dados para o cálculo do <math>RT_{Loop}</math></b>	
$RT_1(min)$	60
$RT_2(min)$	$POT$ × dias maximos que um kanban pode esperar no quadro de planeament *Segundo o observado ao longo dos dias e tendo em conta que este posto de trabalho divide a produção com mais dois artigos o tempo máximo verificado que se demorou a produzir um lote de VP foi de 5,5 dias, ou seja, 2475 minutos.
$RT_3(min)$	300
$RT_4(min)$	420
$RT_5(min)$	$NPK \times Tempo de ciclo + Tempo á espera da qualidade$
$RT_6 (min)$	60

Depois de reunidos os dados necessários aplicamos a equação (16) obtendo:

$$(16) \quad RT_{loop} = 60 + (450 \times 5,5) + 30 + 420 + (3600 \times 0,055 + 30) + 60 = 3273 \text{ minutos}$$

Com o valor do  $RT_{loop}$  podemos agora substituir os valores na equação (14), obtendo:

$$(17) \quad RE = \frac{1162 \times 3273}{450 \times 3600} = 2,34 \sim 3 \text{ kanbans}$$

São, portanto, necessários 3 *kanbans* para assegurar a procura do cliente durante o  $RT_{Loop}$ . O valor de RE é sempre arredondando por excesso.

A segunda parcela do cálculo corresponde ao LO que representa o número de *kanbans* necessários para cobrir o lote de produção (equação (18)).

$$(18) \quad LO = \frac{\text{Tamanho do lote}}{NPK} - 1$$

Neste caso, tendo em conta que foi considerado que o número de peças por *kanban* (NPK) é o mesmo que o tamanho do lote substituiu-se a equação (18):

$$(19) \quad LO = \frac{3600}{3600} - 1 = 0$$

O próximo parâmetro a ser calculado foi o WI, consiste no número de *Kanbans* necessário para cobrir os picos máximos de procura do cliente dentro do  $RT_{Loop}$  que ainda não foram cobertos pelos fatores RE e LO, o seu objetivo é acrescentar uma margem ao número de *kanbans* necessários, de forma a cobrir os picos máximos de procura do cliente (equação (20)).

$$(20) \quad WI = \frac{WA}{NPK} - RE - LO$$

Como se verifica na Tabela 15, para calcular este valor falta-nos apenas calcular o parâmetro WA que corresponde à procura máxima verificada do cliente durante o  $RT_{Loop}$  (equação (21)).

Tabela 15-Dados para o cálculo de WI

<b>Dados para o cálculo de WI</b>	
WA	?
NPK	3600 peças
RE	3 <i>kanbans</i>
LO	0 <i>kanban</i>

$$(21) \quad WA = \frac{\text{Procura máx diária} \times RT_{Loop}}{POT}$$

Para obter o valor desta variável é necessário chegar ao valor da procura máxima diária. Através da análise da folha de *Excel*, onde se encontram os registos históricos da procura deste componente (Anexo 3- Procura do conjunto VP), chegamos ao valor máximo histórico de procura diária de 1891 unidades, assim substituído a equação (21) obtemos:

$$(22) \quad WA = \frac{1891 \times 3273}{450} = 13754 \text{ unidades}$$

Podemos agora substituir os valores na equação (20) obtendo:

$$(23) \quad WI = \frac{13754}{3600} - 3 - 0 = 0,82 \sim 1 \text{ kanban}$$

Caso o resultado da equação seja inferior a 1 o WI assume o valor de zero.

Por fim, é necessário calcular o valor de SA, um fator de segurança que representa os *kanbans* de segurança que as variabilidades do processo exigem (equação (24)).

$$(24) \quad SA = SA_1 + SA_2 + SA_3$$



O  $SA_1$  cobre os tempos de inatividade não planeados, perdas de desempenho e perdas devido à sucata e retrabalho que resultam em atrasos para a produção (equação (25)).

$$(25) \quad SA_1 = \frac{WA_{ext} - WA}{NPK} + \frac{WA}{NPK} \times \frac{(\%Sucata + \%Retrabalho)}{100}$$

Para chegar ao valor de  $SA_1$  é necessário recolher os dados da Tabela 16.

Tabela 16-Dados para o cálculo de  $SA_1$

<b>Dados para o cálculo de <math>SA_1</math></b>	
WA	13754 peças
NPK	3600 peças
$WA_{ext}$	?
%Sucata	3%
%Retrabalho	3%

Falta apenas calcular o valor do  $WA_{ext}$  que cobre a procura máxima do cliente durante um  $RT_{Loop}$  mais extenso influenciado pelo OEE, ou seja considerando as perdas de produção (equação (26)).

$$(26) \quad WA_{Ext} = \frac{RT_{Ext} \times Procura \text{ máx}}{POT}$$

Para chegar a este valor, em primeiro lugar, é necessário calcular o  $Rt_{Ext}$  que corresponde ao tempo do circuito de um *kanban* mais extenso devido às perdas da produção (equação (27)).

$$(27) \quad RT_{Ext} = Perdas \text{ durante o } RT_{loop} + RT_{loop}$$

Para chegar ao valor da equação (27) são necessários os seguintes dados (Tabela 17):

Tabela 17-Dados para o cálculo do  $Re_{Ext}$

<b>Dados para o cálculo do <math>Re_{Ext}</math></b>	
$RT_{Loop}$ em dia	$\frac{RT_{loop}}{POT} = \frac{3273}{450} = 7,27333$ dia
Perdas por dia	$POT - (POT \times OEE) = 450 - (450 \times 43\%) = 257$ minutos
$RT_{Loop}$	3273 minutos

Substituindo os valores da equação (27), obtém-se:

$$(28) \quad RT_{Ext} = (7,27333 \times 257) + 3773 = 5138,61 \text{ minutos}$$

Com o valor do  $RT_{Ext}$  podemos agora substituir as variáveis na equação (26):

$$(29) \quad WA_{Ext} = \frac{Re_{Ext} \times Procura \text{ máx}}{POT} = \frac{5138,61 \times 1891}{450} = 21593,58 \sim 21594 \text{ unidades}$$

Por fim conseguimos chegar através da equação (25) ao valor de  $SA_1$ :

$$(30) \quad SA_1 = \frac{21594 - 12380}{3600} + \frac{12380}{3600} \times \frac{(3\% + 3\%)}{100} = 2,18 \text{ Kanbans}$$

O  $SA_2$  cobre os desvios na procura:

$$(31) \quad SA_2 = \frac{WA}{NPK} \times \frac{Desvio\%}{100}$$

Para este cálculo foi necessário calcular o desvio da procura do cliente para tal, através dos dados históricos da procura do cliente reunidos em *excel*, realizou-se o desvio padrão destes dados (equação (32)).

$$(32) \quad \text{Desvio padrão} \left( \frac{\frac{\sum Procura \text{ semana}}{5}}{\text{Média da procura diária}} \right) \times 100 = 26,33\%$$

Substituído agora os valores na equação (31), obtemos:

$$(33) \quad SA_2 = \frac{13754}{3600} \times \frac{26,33\%}{100} = 0,0101$$

O  $SA_3$  funciona como um “*kit*” de segurança adicional, para eventuais problemas que possam surgir (equação (34)).

$$(34) \quad SA_3 = \frac{Quantidade \text{ adicional}}{NPK}$$

Juntamente com o responsável da empresa neste projeto, não se achou necessário, neste caso, atribuir uma quantidade de segurança adicional (equação (35)).

$$(35) \quad SA_3 = \frac{0}{3600} = 0$$

Substituído por fim a equação (24) do cálculo para o fator de segurança obtemos:

$$(36) \quad SA = 2,18 + 0,0101 + 0 = 2,19 \sim 3 \text{ kanbans}$$

Realizados todos os cálculos para os diversos parâmetros pode-se finalmente, substituir todas as variáveis na equação (13), obtendo:

$$(37) \quad K = 3 + 0 + 1 + 3 = 7 \text{kanbans}$$

Assim, devem circular no sistema 7 *kanbans* referentes ao circuito VP, sendo que um *kanban* representa 1 palete, ou seja, 3600 peças. A produção desta referência deve parar quando no supermercado existirem 7 paletes de VP o que corresponde a 25200 unidades.

Para as restantes referências, o raciocínio de cálculo é igual, no Anexo 22 – Cálculo do número de *kanbans*, pode-se consultar com pormenor os cálculos realizados em *excel* para as restantes referências. A Figura 65 resume o número de *kanbans* obtidos para as diferentes referências nos diferentes postos de trabalho sendo que, a quantidade que um *kanban* representa varia de referência e de posto de trabalho.

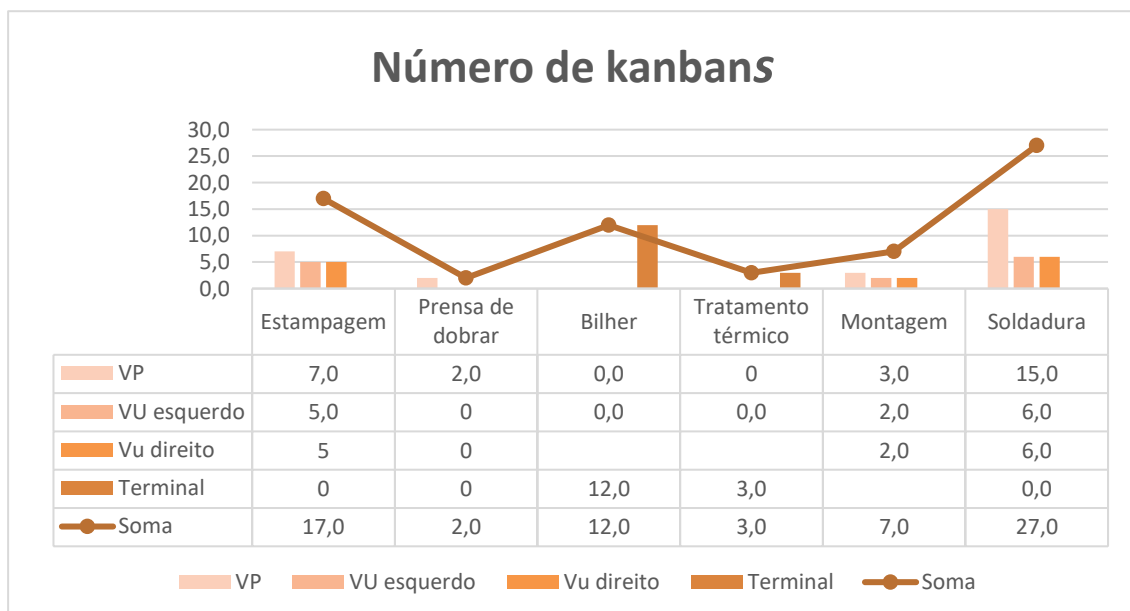


Figura 65-Número de kanbans de cada referência nos diferentes postos de trabalho

#### 5.1.4 Desenho do sistema *Kanban*

Depois de dimensionado o sistema o próximo passo é a criação do mesmo, inicialmente começou-se por definir para cada referência no posto de trabalho em que é produzida qual o sistema *kanban* mais adequado bem como qual o mecanismo de gestão de prioridades. A Tabela 18 mostra o tipo de sistema *kanban* utilizado para as diferentes referências entres os diversos postos de trabalho. Como se verifica

na tabela serão utilizados três tipos de sistemas *kanbans*, o sistema baseado em cartões, o sistema *Look-see* e o sistema duas caixas.

Tabela 18- Tipos de sistemas *kanbans* a implementar

Tipos de sistema <i>kanban</i>					
Referência	Nome	Posto de trabalho	Supermercado	Sistema <i>kanban</i>	Mecanismo de gestão visual/prioridades
7974	Circuito VP	Estampagem (63.14)	Sim	Cartões <i>kanban</i>	Quadro de planeamento de prioridades
8184	Circuito VU esquerdo				
8185	Circuito VU direito				
7974	Circuito VP	Prensa de dobrar (63.14)	Não	<i>Look-see</i>	Marcas no chão
8541	Conjunto VP	Montagem			
8539/8537	Conjunto VU esquerdo Conjunto VU Direito				
8541	Conjunto VP	Soldadura (40.64)	Sim	Cartões <i>kanban</i>	Quadro de planeamento de prioridades
8539/8537	Conjunto VU esquerdo Conjunto VU Direito				
8381	Terminal	<i>Bihler</i> (61.02)	Sim	Sistema duas caixas adaptado	Colunas visuais
8531	Terminal	Tratamento de superfície (90.01)			

O sistema *kanban*, baseado em cartões, foi desenvolvido para a produção de 6 referências, o primeiro passo para o seu desenvolvimento foi a conceção dos cartões a ser utilizados. Juntamente com o responsável da empresa pelo projeto foi escolhido o *design* do cartão e a informação considerada fundamental que este devia de conter.

O cartão desenvolvido para as diferentes referências tem a apresentação da figura seguinte:

Nº do artigo: <b>7974</b>		Designação:  <b>Placa.Circuito</b> <b>(VP)</b>	
Peças por kanban: <b>3600</b>		Fluxo <b>prensa dobrar</b> <b>(63.20)</b>	
Peças por caixa	Caixas por palete	Supermercado	
<b>300</b>	<b>12</b>	<b>Circuitos</b>	

Figura 66- Cartão *kanban*. Exemplo para a placa circuito VP

O cartão apresenta as seguintes informações:

- Referência e designação do artigo;
- Foto de identificação;
- A quantidade de peças que devem ser produzidas;
- O fluxo da produção;
- O supermercado;
- Número de peças por caixa;
- Número de caixas por palete;

O formato dos cartões e as informações são as mesmas para todas as referências nos diferentes postos de trabalho, no entanto, as cores variam de acordo com a referência, servindo assim como gestão visual e ajudando a que não existem trocas ou misturas dos cartões *kanban*. No Anexo 23 – Cartões *kanban* desenvolvidos, encontram-se os cartões criados para as diferentes referências.

Como se verifica na Tabela 18, o processo de estampagem e de soldadura estão dedicados à produção de mais do que uma referência. Pelo que foi necessário criar quadros de planeamento *kanban* para auxiliar a gestão de produção nestes postos de trabalho, tendo como objetivo indicar ao operador que referência produzir e em que sequência. São, portanto, necessários dois quadros de planeamento *kanban*, um para as referências produzidas na estampagem e outro para as referências produzidas na soldadura. Devido às diferentes quantidades de *kanban* e às diferentes características dos processos, foi necessário definir os limites de sinalização para cada referência no respetivo quadro. Considerou-se ideal utilizar três limites de sinalização: verde que é o nível normal de *stock*, amarelo que indica a necessidade de começar a preparar a produção e o vermelho um nível de risco que indica a necessidade urgente de reposição. Foi assim necessário, avaliar com o responsável do setor e com os operadores das máquinas

qual a melhor maneira de distribuir os *kanbans* pelos limites considerado as características da produção do processo fornecedor e do processo cliente, o número indicado de *kanbans* em cada limite para as diferentes referências está representando na Tabela 19.

Tabela 19-Limites de sinalização dos quadros de planeamento

Limites de sinalização do quadro de planeamento					
Posto de trabalho	Referência	Nome	Verde	Amarelo	Vermelho
Estampagem (63.14)	7974	Circuito VP	2	2	3
	8184	Circuito VU esquerdo	2	1	2
	8185	Circuito VU direito	2	1	2
Soldadura (40.64)	8541	Conjunto final VP	3	3	9
	8539/ 8537	Conjunto final VU esquerdo/ Conjunto final VU direito	2+2	2+2	2+2

Depois de definidos os limites foram desenvolvidos os quadros seguintes.



Figura 67-Quadro planeamento Kanban da estampagem e na soldadura

Como se pode observar pela Figura 67, o conjunto final VU esquerdo e o conjunto final VU direito foram considerados juntos no quadro de planeamento da soldadura, uma vez que estes não podem ser produzidos em separado.

Após a criação dos quadros decidiu-se criar *ímanes* que representam o cartão *kanban* anteriormente desenvolvido para que assim fosse mais fácil manusear o quadro (Figura 68).



Figura 68-Íman *kanban*. Exemplo para a placa circuito VP

O íman tem a mesma cor que o cartão *kanban* a que esta associado, indicando a referência e a denominação do artigo bem como a quantidade que deve ser produzida.

Para além do quadro de planeamento e dos *ímanes*, foi criada uma “caixa” de recolha de ímanes (Figura 69).



Figura 69-“Caixa” de recolha de ímanes

Um íman no quadro de planeamento representa uma ordem de produção de uma determina referência, por sua vez um *íman* na “caixa” de recolha representa uma palete produzida em *stock*.

Os cartões *kanban* criados para as referências produzidas na estampagem são utilizados para identificar as caixas, sendo que cada caixa passou a ser dedicada apenas à produção de uma referência, estando devidamente identificada com um cartão *kanban* fixo à caixa (Figura 70).



Figura 70-Caixa dedicada à produção dos circuitos VU esquerdo

Depois de identificadas todas as caixas foi necessário dimensionar e organizar o supermercado dos circuitos, provenientes do centro de trabalho da operação de estampar. Para escolher a localização do supermercado foi importante considerar a sequência de produção dos circuitos e o espaço disponível na fábrica. Este supermercado está localizado juntos aos postos de trabalho clientes das respetivas referências, situado na secção de montagem e tem capacidade para tantas paletes como *kanbans* dimensionados uma vez que um *kanban* nestes casos corresponde a uma paleta (Figura 71).



Figura 71-Supermercado dos circuitos

O supermercado foi organizado e devidamente identificado, sendo que cada referência de circuito tem localização própria. Foi também criada nesta secção uma zona de caixas vazias onde seriam colocadas as caixas depois de os circuitos serem montados (Figura 72).





Figura 72- Caixas vazias dos circuitos depois da operação de montar

O modo de funcionamento do sistema *kanban* entre o posto de trabalho da estampagem é o supermercado dos circuitos é o seguinte:

1. No final de cada turno da operação de montar se acumuladas 12 caixas vazias de uma determinada referência, no parque de caixas vazias à saída do posto de trabalho da montagem, os operadores devem transportar as caixas para o parque de caixas vazias à entrada do posto de trabalho da estampagem;
2. Depois de transportar as caixas para o parque, o operador deve pegar no *íman* correspondente a essas caixas, que se encontra na caixa de recolha de *ímãs* do quadro de planeamento da estampagem e colocá-lo no quadro de cima para baixo, ou seja, do verde para o vermelho. Indicando que esse lote já foi consumido e que por isso deve voltar a ser repostos;
3. No início de cada turno, o operador da estampagem examina o quadro *kanban*, primeiro atento às referências que se encontram no nível vermelho, ou seja, perto da rutura, pois estas são as que terá de produzir primeiro, depois no nível amarelo e por fim o nível verde;
4. Se mais que um *íman* estiver na mesma zona deve produzir consoante o *setup* atual;
5. Se não houver *ímãs* no quadro o operador não produz e deve alertar o chef da secção;
6. O operador da estampagem sempre que produz uma paleta de uma determinada referência, deve retirar o *íman* correspondente à produção dessa paleta no quadro de planeamento e colocá-lo na caixa de recolha, indicando que foi produzida e se encontra em *stock*;

7. O operador logístico deve passar uma vez no fim do turno da manhã e outra no fim do turno da tarde e confirmar se há lotes produzidos na saída do centro de trabalho da estampagem, se houver deve transportar estes para o respetivo supermercado.

No Anexo 24 – Instrução de trabalho do sistema *kanban* no processo de estampagem dos circuitos, pode-se consultar a instrução de trabalho, criada para orientar os operadores sobre o modo de funcionamento do sistema *kanban* entre a estampagem e o supermercado dos circuitos.

Na soldadura os cartões criados anteriormente para as referências produzidas neste posto de trabalho foram eliminados fisicamente e substituídos por *imanes*. Neste caso não foi possível identificar as caixas usadas para a produção dos conjuntos finais, uma vez que estas caixas são do fornecedor externo do plástico necessário na montagem, as caixas depois de chegarem ao cliente final são reencaminhadas para o fornecedor de plástico retornando à empresa, mas com o plástico necessário para a montagem. Para os produtos finais, tal como para as outras referências, os supermercados já tinham sido definidos para que se pudesse calcular o número de *kanbans*, nesta fase foi apenas necessário marcá-lo e organizá-lo devidamente, este tem capacidade máxima para 36 paletes finais sendo que 20 correspondem ao conjunto final VP e 18 ao conjunto final VU sendo que 8 são destinadas ao VU esquerdo e as outras 8 ao direito (Figura 73).



Figura 73- Supermercado do produto final

O modo de funcionamento do sistema *kanban*, entre a soldadura e o supermercado de produto final é idêntico ao da estampagem dos circuitos:

1. Quando as paletes do supermercado do produto final são enviadas para o cliente final, o responsável da secção da soldadura recebe um alerta via e-mail

2. O responsável da secção da soldadura deve dirigir-se à caixa de recolha de imanes, do quadro de planeamento *kanban* da soldadura, e mover os *ímanes* que correspondem às paletes que acabaram de ser enviadas para o cliente para o quadro, de cima para baixo, ou seja, do verde para o vermelho, indicando que essa palete já foi enviada para o cliente e que por isso deve voltar a ser reposta;
3. No início de cada turno, o operador da soldadura examina o quadro *kanban*, primeiro atento às referências que se encontram no nível vermelho pois estas são as que terá de produzir primeiro, depois no nível amarelo e por fim o nível verde;
4. Se diferentes ímanes se encontrarem no mesmo nível o operador deve produzir consoante o *setup* atual;
5. O operador da soldadura sempre que produz uma palete de uma determinada referência deve retirar do quadro de planeamento o íman correspondente à produção dessa palete e colocá-lo na caixa de recolha, indicando que esta já foi produzida e se encontra em *stock*;
6. No fim do turno da manhã e no fim do turno da tarde o operador logístico verifica se há paletes de produto final a saída do posto de trabalho e caso haja deve as transportar para o supermercado de produto final.

No Anexo 25 – Instrução de trabalho do sistema *kanban* no processo de soldadura dos conjuntos pode ser vista a instrução de trabalho desenvolvida para explicar o funcionamento do sistema *kanban* aos envolvidos nestes processos.

O sistema *kanban* de duas caixas foi implementando e adaptado nos processos envolvidos na produção do terminal necessário para a montagem dos conjuntos VU (Figura 74).

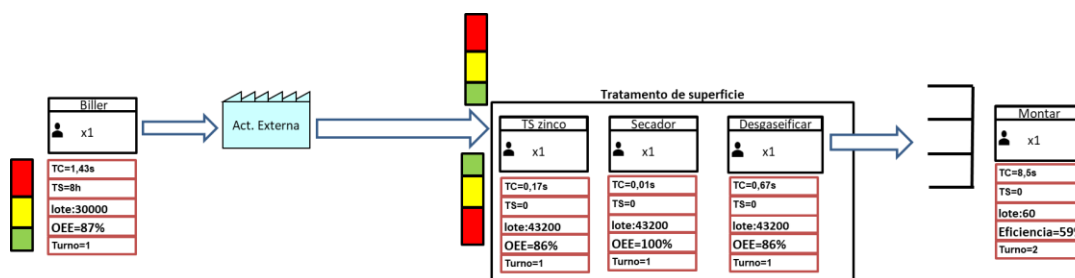


Figura 74-Sistema *Kanban* do tipo look-see

Para criar este sistema entre os processos de tratamento de superfície e o processo de montagem, começou-se por identificar os contentores que passariam a ser dedicados ao armazenamento dos terminais que saem do tratamento de superfície e aguardam o processo de montagem. Foram, portanto,

criados cartões *kanban* para serem afixados aos contentores de forma a identificá-los (Figura 75). O número de contentores é igual ao número de *kanbans* calculados, ou seja, 6 contentores.



Figura 75- Contentores identificados com cartão *kanban*

Depois de identificados os contentores, foi necessário criar um mecanismo de gestão visual que permitisse indicar aos operadores o estado da produção. Foi criado um parque *kanban* para os terminais à entrada do tratamento de superfície onde foi colocada uma coluna com limites pré-definidos, considerando as características dos processos envolvidos, junto a esta coluna seriam colocadas as caixas vazias devidamente identificadas (Figura 76).



Figura 76- Parque *kanban* para os terminais

À entrada do posto de trabalho da montagem foi definido e devidamente identificado um supermercado para os tabuleiros com terminais prontos a ser usados na montagem dos conjuntos finais VU.

O funcionamento deste sistema é simples e eficaz:

1. Sempre que os operadores da montagem necessitam de terminais dirigem-se ao supermercado e pegam num tabuleiro;
2. Depois de consumidos os terminais do tabuleiro, o tabuleiro vazio é transportado para o parque *kanban* dos terminais á entrada dos processos de tratamento de superfície;
3. O operador responsável pelos tratamentos de superfície vai controlado visualmente a coluna das caixas vazias. Quando os tabuleiros vazios atingirem por completo o limite verde pode-se iniciar a produção dos terminais para repor esses mesmos tabuleiros, atingindo o limite amarelo deve ser prioridade produzir e atingido o limite vermelho é urgente produzir para repor os tabuleiros;
4. Após a produção os tabuleiros com os terminais são colocados no parque de produto acabado do tratamento de superfície e aguardam pela aprovação da qualidade
5. Após a aprovação da qualidade estes são transportados para o supermercado dos terminais á entrada do posto de trabalho da montagem.

No Anexo 26 – Instrução de trabalho do sistema *kanban* no processo de tratamento de superfície , pode ser consultada a instrução de trabalho criada para este caso.

Foi também aplicado e adaptado o sistema kanban de duas caixas entre os processos de estampagem na *Bihler*, a atividade externa e o tratamento de superfície. O primeiro passo passou por identificar os contentores que passariam a ser dedicados à produção do terminal nestes processos (Figura 77).



Figura 77-Caixas identificadas para a produção do terminal

Depois de produzir os terminais na *Bihler*, os contentores com terminais são enviados para a atividade externa, posteriormente voltam à fábrica para entrarem nos processos de tratamento de superfície. Neste caso, foram identificados tabuleiros para a produção do terminal na *Bihler* e caixas para os terminais que aguardam a produção no tratamento de superfície. Consequentemente, foi criado um parque *kanban* para os tabuleiros vazios dedicados à produção dos terminais com uma coluna, com os limites-predefinidos à entrada da estampagem de *Bihler* e um parque *kanban* à entrada dos processos de tratamento de superfície com uma coluna com os limites-predefinidos para as caixas dedicadas ao armazenamento dos terminais antes destes entrarem na linha de zinco. Estes limites foram definidos consoante as características dos processos fornecedor e cliente e tendo em consideração o cálculo dos *kanbans* para estes postos.

A coluna colocada à entrada do posto da estampagem na *Bihler* é então destinada aos tabuleiros vazios, indicando a necessidade de reposição. Por sua vez, a coluna colocada à entrada do posto de trabalho do tratamento de superfície era destinada às caixas com terminais que chegam da atividade externa e que aguardam os processos de tratamento de superfície (Figura 78).



Figura 78- Parque *Kanban* para os terminais que aguardam a entrada no tratamento de superfície

O Funcionamento do sistema entre a *Bihler*, a atividade externa e o tratamento de superfície é o seguinte:

1. Os tabuleiros para a produção do terminal na *Bihler* chegam da atividade externa ao tratamento de superfície. O operador responsável pelo sector de tratamento de superfície deve vazar as peças que chegam nestes tabuleiros para as caixas vazias próprias para armazenar os terminais que esperam o processo de tratamento de superfície.

2. Após vazar os terminais para as caixas deve transportar os tabuleiros vazios e colocá-los no parque *kanban* do terminal, à entrada do posto de trabalho da estampagem *Bihler* e as caixas agora com os terminais para o parque *kanban* do terminal à entrada do tratamento de superfície;
3. O operador do tratamento de superfície vai produzindo os terminais e à medida que retira as caixas os limites da coluna vão se tornando visíveis. Atingido o limite amarelo o responsável do sector deve avisar o planeamento que é necessário enviar mais terminais para a atividade externa de forma a repor o *stock*;
4. Os tabuleiros vazios vão sendo colocados junto à coluna no parque *kanban* da estampagem na *Bihler*, atingido o limite verde o operador pode começar a produzir para repor os tabuleiros, atingido o limite amarelo é prioridade produzir o terminal, atingido o limite vermelho é urgente produzir para repor os tabuleiros.

No Anexo 27 – Instrução de trabalho do sistema *kanban* no processo de estampagem dos terminais , encontram se as instruções de trabalho criadas para explicar aos colaboradores envolvidos a sua função neste sistema.

Entre os postos de trabalho da prensa de dobrar, da montagem e da soldadura o objetivo era criar um sistema *kanban* do tipo Look-see com marcas no chão para limitar as quantidades máximas e mínimas. Quando atingidas as quantidades máximas, os operadores devem parar a produção e comunicar ao chefe de secção, quando atingida a quantidade mínima os operadores devem voltar a produzir até atingir novamente a quantidade máxima. Até a entrega deste documento, esta implementação não foi possível uma vez que se aguardava a chegada do material necessário para fazer as marcações no piso.

Para além dos sistemas *kanban* mencionados na Tabela 18, foi também criado um mecanismo de controlo de *stock* do plástico vindo do fornecedor. Para esta situação a empresa já apresentava dimensionado o número máximo e mínimo de paletes no chão de fábrica, no entanto, não tinham um espaço reservado para armazenar o mesmo. A Tabela 20 indica as quantidades máximas e mínimas que a empresa já tinha dimensionado.

Tabela 20- Máximo e mínimo do supermercado

Supermercado do plástico			
Referência	Denominação	Máximo	Mínimo
VP	Plástico VP	18	12
VU	Plástico VU esquerdo	6	4
VU	Plástico VU direito	6	4

O primeiro passo foi, portanto, definir no chão de fábrica um supermercado com capacidade suficiente para estas quantidades e localizado num sítio próximo do processo cliente (Figura 79).



Figura 79- Supermercado do plástico

Quando atingida a quantidade mínima o responsável por encomendar o plástico deve ser alertado para realizar a encomenda de forma a repor as paletes no supermercado, para isso foi criado um mecanismo de gestão de *stock* (Figura 80).

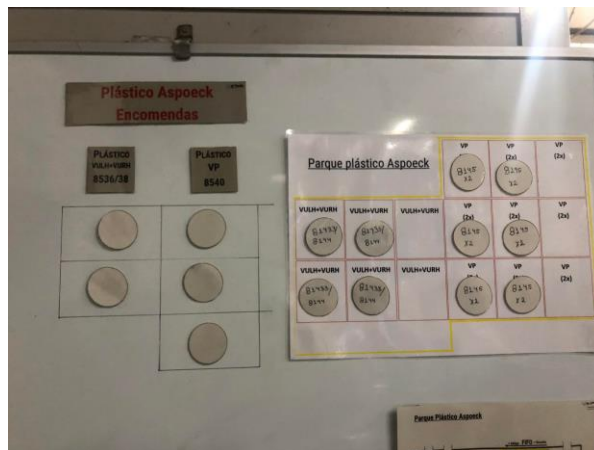


Figura 80- Quadro de gestão de *stock*



Este quadro contém um *layout* do supermercado, indicando a localização das diferentes referências de plástico. Como se pode observar pela Figura 81, o supermercado é dividido em 12 espaços cada um reservado a duas paletes de uma determina referência.



Figura 81- Layout do parque de plástico

Como se pode observar pela Figura 80 foram criados ímanes para identificar os espaços que se encontram ocupados, se algum espaço no *layout* estiver com um íman significa que esse espaço se encontra ocupado com as respectivas paletes. Estes *ímanes* identificam ainda, o número do lote das respectivas paletes indicado assim quais os lotes mais antigos e que por isso devem ser consumidos em primeiro (Figura 82).

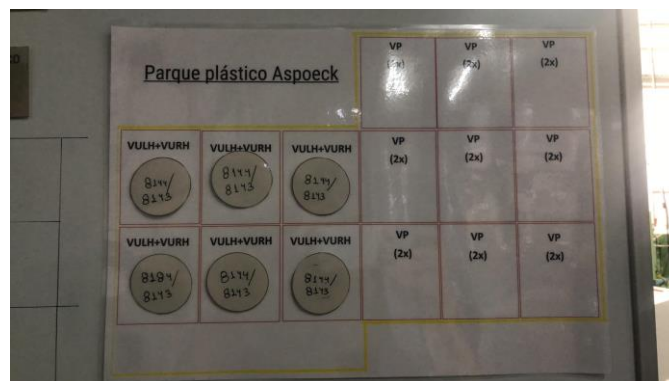


Figura 82- Layout do parque de plástico com ímanes

Foi também criada uma “caixa” de encomendas (Figura 83). Quando são retiradas paletes do parque os *ímanes*, que representam essas mesmas paletes no layout, devem ser retirados do mesmo e colocadas na caixa de encomenda conforme as referências que representam. Quando atingido o limite de espaços para os *ímanes* de uma determinada referência, deve ser enviado um sinal através do e-mail com as quantidades e referência a encomendar ao responsável por realizar a encomenda.

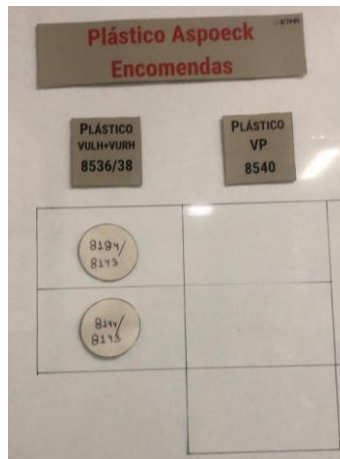


Figura 83- "Caixa" de encomendas

O Funcionamento geral deste sistema é o seguinte:

1. Quando chega uma encomenda, o operador logístico deve por as paletes de plástico nos respetivos sítios tal como indica o layout;
2. Depois de organizado o parque o operador logístico deve ir ao layout que se encontra no quadro junto ao parque e atualizá-lo utilizando os *ímans* para indicar que certo espaço no supermercado se encontra preenchido, para além disso deve escrever nos *ímans* os lotes das paletes que cada íman representa;
3. O chefe da secção montagem quando necessita de plástico de uma determina referência vai ao supermercado e retira duas paletes;
4. Depois de retirar as paletes deve atualizar o layout retirando os *ímans* do layout que correspondem às paletes que acabou de retirar;
5. Estes mesmo imanes devem ser colocados na caixa de encomenda, tendo em consideração as paletes que representam;
6. Quando a caixa de encomenda estiver completa, o chefe da secção deve enviar um e-mail ao departamento de planeamento, indicando a necessidade de encomendar certa referência em certa quantidade e retirar esses imanes da caixa, indicando que a necessidade de encomenda já foi lançada.

No Anexo 28 – Instrução de trabalho do mecanismo de gestão de *stock* criado para o plástico , encontra-se a instrução de trabalho desenvolvida para esta situação.

### 5.1.5 Formação dos intervenientes, iniciação, monitorização e melhoria do sistema

Depois de realizadas todas as implementações, o próximo passo foi a formação de todos os intervenientes. Primeiramente realizou-se uma formação teórica complementar com uma formação prática no chão de fábrica, mostrando às pessoas envolvidas como o sistema iria realmente funcionar, criando para isso cenários hipotéticos. Depois foi desenvolvido um vídeo onde é simulado o funcionamento do sistema, com o objetivo de explicar a cada interveniente qual a sua função no sistema e instruções de trabalho para que os intervenientes no sistema pudessem consultar sempre que tivessem dúvidas.

Antes de iniciar efetivamente o novo sistema de produção, foi essencial confirmar com todos os intervenientes se perceberam o funcionamento, bem como o seu papel no sistema. Para além disso, verificaram-se os supermercados, sendo essencial que o nível de inventário fosse suficiente para garantir que o sistema funcione sozinho.

A monitorização e melhoria do sistema é fundamental. Para este propósito foi definida uma pessoa em cada posto de trabalho, responsável por auditar e melhorar constantemente o sistema. Até a entrega deste documento, o sistema encontrava-se apenas na sua primeira semana de funcionamento, pelo que foi crucial garantir o seu funcionamento. Para tal, realizaram-se auditorias diárias, de forma a perceber essencialmente se os intervenientes seguiram as regras, se existem dúvidas e se as informações nos quadros de planeamento estão corretas. Nas auditorias realizadas nesta primeira semana, não foram necessárias realizar correções, sendo que os sistemas *kanbans* estavam a seguir o seu correto funcionamento.

Definiu-se ainda, que após esta fase inicial a frequência da auditoria passaria a ser semanal e ajustada consoante os resultados das mesmas. Ficou também definido que seria necessário atualizar semanalmente os dados da planilha de dimensionamento do sistema *kanban* criada em *excel* para verificar se o dimensionamento do sistema sofria alguma alteração.

## 6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com a implementação do sistema *kanban* nos processos produtivos em estudo, procurava-se resolver a maior parte dos problemas identificados na Tabela 9. A Tabela 21 resume um conjunto de resultados esperados com esta implementação.

Tabela 21-Resultados esperados

<b>Resultados esperados com a implementação do sistema <i>kanban</i></b>	
1.	Informação real do estado da produção para todos os intervenientes através dos quadros de planeamento
2.	Estabilização dos níveis de WIP entre processos e de <i>stock</i> de produto final e de plástico
3.	Organização e libertação do chão de fábrica
4.	Eficiência e eficácia no trabalho do operador logístico
5.	Planeamento e controlo de produção facilitado
6.	Melhorias nos valores de OEE e eficiência dos operadores

De seguida, explica-se de forma mais concreta estes resultados, é de notar que até a entrega deste documento, a implementação deste sistema decorria apenas na primeira semana, pelo que não foi possível comparar valores antes e após a implementação. No entanto, foi possível visualizar algumas melhorias conseguidas com a implementação destes sistemas nos processos produtivos em estudo uma vez que grande parte das melhorias são de natureza subjetiva.

### 6.1 Informação real do estado da produção para todos os intervenientes através dos quadros de planeamento

No sistema inicial, os operadores produziam de acordo com as ordens de fabrico não sabendo o estado da produção, ou seja, não sabia em tempo real a quantidade de material que se encontrava em *stock* nem a necessidade real do posto cliente. Este método de produção provocava muitas vezes falta de material a jusante e em outras vezes sobreprodução e, conseqüentemente, excesso de *stock*. Com o novo sistema de produção, o operador passa a saber a sequência em que tem de produzir, e qual o

*stock* existente de produto no supermercado, a informação é assim mais clara para todos os colaboradores que fazem parte dos sistemas de produção (Figura 84).

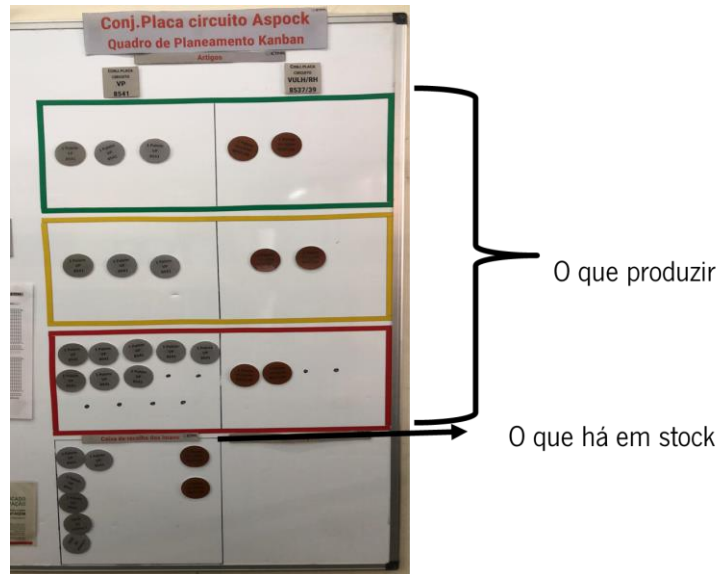


Figura 84- Gestão visual

## 6.2 Estabilização dos níveis de *WIP* entre processos e de *stock* de produto final e de plástico

Antes da implementação deste sistema, os níveis máximos e mínimos de *WIP*, entre os processos bem como o *stock* de produto final e de matéria-prima, não estavam definidos sendo que foi verificado que em alguns casos se produzia/encomendava mais que o necessário e que noutras situações havia falta de material provocando paragens na produção. Com a implementação de sucesso do sistema *kanban* e com a criação dos supermercados, é expectável que os processos saibam quando produzir/encomendar e em que quantidades, havendo uma quantidade máxima que não podia ser ultrapassada e uma mínima a ser garantida. É assim expectável que desperdícios como esperas, excesso de *stock* e de sobreprodução sejam reduzidos ou até mesmo eliminados.

## 6.3 Organização e libertação do chão de fábrica

No sistema inicial, os componentes e as caixas vazias não tinham sítios específicos de armazenamento, sendo armazenados onde houvesse espaço e sem limites mínimos e máximos, causando confusão no

chão de fábrica e obrigando os operadores a perder tempo a procurar os componentes, provocando paragens na produção (Figura 85).

Com a criação dos supermercados, aliado ao sistema *kanban*, os componentes e as caixas vazias passam a ter um sítio específico de armazenamento. Foi logo visível, na primeira de semana de implementação, que o chão de fábrica ficou mais organizado passando a haver mais espaço livre (Figura 85). Para além disto, é esperado que seja reduzido ou mesmo eliminado o desperdício de movimentos uma vez que os operadores sabem com exatidão onde se encontra o material que procuram.



Figura 85-Stock de plástico antes da implementação e depois da implementação

#### 6.4 Eficiência e eficácia no trabalho do operador logístico

Antes da implementação do sistema *kanban*, os operadores logísticos não tinham ciclos definidos fazendo com que muitas vezes tivessem de ser os operadores a fazer o trabalho destes. Com o sistema *kanban* apareceu a necessidade de definir o período em que o operador logístico deveria de passar pelos postos de trabalho. Esta rotina permitia que o operador logístico verificasse, em intervalos de tempo, se havia componentes a saída dos postos de trabalho, para serem transportados. Libertando assim o espaço a saída do posto de trabalho. Para além disto, com a criação dos supermercados os operadores logísticos sabiam agora onde e como deveriam armazenar os componentes facilitando, a tarefa de organizar o chão de fábrica e reduzindo desperdícios de transporte (Figura 86).

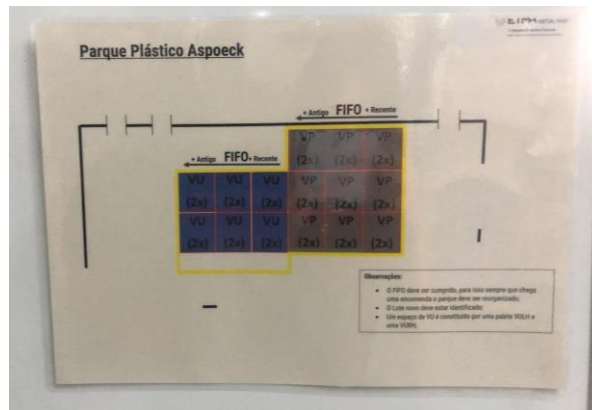


Figura 86- Layout do parque de plástico

## 6.5 Planeamento e controlo de produção facilitado

Com este novo sistema o departamento do planeamento deixa de ter que planejar a produção. Os mecanismos criados permitem que os operadores saibam o que produzir, sem ser necessário ordens de fabrico criadas pelo planeamento. As encomendas da matéria-prima do plástico, necessário para a montagem dos produtos finais, também são facilitadas, uma vez que o mecanismo de gestão de *stock* desenvolvido informa, em tempo real, o responsável pelas encomendas, quando e que quantidades encomendar. É de esperar, portanto que o planeamento ganhe mais tempo para realizar outras tarefas.

## 6.6 Aumento da produtividade

A longo tempo, é expectável que esta implementação seja benéfica para a produtividade dos sistemas produtivos. Espera-se que os valores de OEE e os da eficiência dos operadores da montagem aumentem significativamente. Como já explicado nos subcapítulos anteriores, com a implementação do sistema *kanban* é de esperar que as paragens não planeadas, quer por falta de material quer causadas pela falta de organização derivada do excesso de produção, sejam eliminadas e, conseqüentemente, os valores de OEE e da eficiência da montagem aumentem.

As vantagens financeiras apareceram a longo prazo como resultado do aumento da eficiência na utilização dos recursos.

## 7. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTUROS

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões do projeto e algumas limitações sentidas no decorrer do trabalho. Apresentam-se ainda propostas para trabalho futuro para completar a proposta já desenvolvida.

### 7.1 Conclusões

Este projeto foi realizado em contexto empresarial, e teve como principal objetivo desenvolver e implementar um sistema de produção *Pull*, mais concretamente um sistema *kanban*, em dois processos produtivos da empresa, com o intuito de resolver vários problemas e reduzir ou eliminar os desperdícios encontrados.

Inicialmente, desenvolveram-se os mapas do estado atual do fluxo de valor dos processos produtivos em estudo, de forma a analisar com pormenor os processos e, posteriormente, identificar os principais problemas, as suas causas e os desperdícios associados. Nesta fase foi fundamental a colaboração dos vários departamentos e dos operadores para recolher toda a informação necessária relativa aos processos em estudo.

Depois de recolhidos e analisados os principais problemas, bem como as causas e os desperdícios a eles inerentes, foram definidos os principais objetivos que se pretendia cumprir, tais como esclarecer e melhorar o fluxo de informação do sistema, para que seja mais eficaz e visível para todos. Permitindo assim, um maior controlo do *stock*, produzir apenas o que é necessário e quando necessário e ainda a criação de zonas específicas e controladas de armazenamento, de forma a organizar e libertar o chão-de-fabrica.

De forma a cumprir estes objetivos, foi sugerido a implementação de um sistema de produção *Pull*, mais concretamente, a criação de supermercados entre processos controlados através de sistemas *kanbans* para além disso foi também criado um sistema *kanban* adaptado para controlar as encomendas da matéria-prima. Estas implementações vão permitir principalmente, um controlo total do WIP, uma vez que este está limitado pelas quantidades mínimas e máximas dos supermercados e por uma produção puxada, sendo que apenas são produzidos os artigos que são retirados dos supermercados.



Depois de dimensionada e implementada a proposta, pretendia-se comparar alguns indicadores de forma a entender o quanto esta implementação contribuiu para a melhoria dos sistemas em estudo. No entanto, até a entrega deste documento a implementação só decorria na primeira semana pelo que não foi possível obter valores significativos para comparar com os valores iniciais. Todavia, apesar da implementação ir apenas na primeira semana, foi notória uma mudança no chão de fábrica. Este encontrava-se com muito mais espaço livre, sendo que os componentes envolvidos nestes processos se encontravam devidamente identificados e organizados nos respetivos supermercados, diminuindo assim as paragens causadas pela falta de organização e, conseqüentemente, aumentando a produtividade. Para além disso, também foi notória melhorias a nível do planeamento, tendo sido eliminadas tarefas que representam mais tempo disponível para realizar outras tarefas.

Com o sucesso da implementação na primeira semana, e mantendo o correto funcionamento, é expectável que os restantes objetivos da dissertação sejam cumpridos, na medida em que: O fluxo de informação será mais claro ao longo de todo o processo, uma vez que os quadros de produção mostram o estado da produção, indicando o que é necessário produzir, e em que sequência e ainda o *stock* existente no momento; o WIP passa a ser controlado, evitando a subprodução bem como a falta de material a jusante.

A implementação deste sistema teve um investimento insignificativo, e apesar de ter decorrido apenas uma semana de implementação, é já possível reconhecer o sucesso do projeto efetuado, podendo se afirmar com alguma certeza que o sistema implementando será eficiente.

No desenvolvimento deste projeto, deparamos nos com algumas limitações destacando-se a resistência á mudança de hábitos por parte de alguns operadores. Sendo que o seu reconhecimento só começou a aparecer durante a primeira semana de implementação, uma vez que estes começaram a perceber as vantagens que o novo sistema podia trazer. Os responsáveis pelo planeamento também se mostraram reticentes com a nova implementação, pelo facto de lhes ter sido tirado o controlo, surgindo um sentimento de desconforto com o facto de perderem algum controlo da produção.

A realização deste projeto enriqueceu fortemente os meus conhecimentos sobre a produção *Pull*, mais concretamente o sistema *kanban*, permitindo-me também obter um conjunto de conhecimentos transversais a uma organização.

## 7.2 Propostas para trabalho futuro

A melhoria continua dos processos é essencial para o sucesso da empresa e, para dar continuidade ao trabalho já iniciado é fundamental que o sistema *kanban* seja frequentemente acompanhado, revisto e melhorado, uma vez que há sempre espaço para melhorias. Em seguimento disto, seria fundamental a recolha de indicadores de desempenho por parte da empresa, bem como passar a fazer todos os registos sobre a produção em sistema informático, desta forma seria mais fácil tomar as decisões e identificar oportunidades de melhoria.

Para trabalho futuros e para dar seguimento a este projeto, propõe-se a finalização do sistema *kanban* do tipo *Look-see* através de marcas no chão mal chegue o material necessário para a marcação do piso e a continua melhoria do mesmo. Para além disto, numa fase mais posterior será essencial comparar os valores atuais da produtividade com os verificados antes da implementação, e se confirmado o sucesso desta implementação, propõe-se que esta seja adotada em outros processos produtivos da empresa.

Por fim, e uma vez que para um máximo aproveitamento das potencialidades do sistema *Kanban* é aconselhado tempos de *setup* reduzidos, sugere-se também uma redução dos tempos de *setup*, através da ferramenta *Single Minute Exchange of Dies* (SMED). Se no futuro esta proposta for implementada, as quantidades de *kanban* devem ser devidamente reajustadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

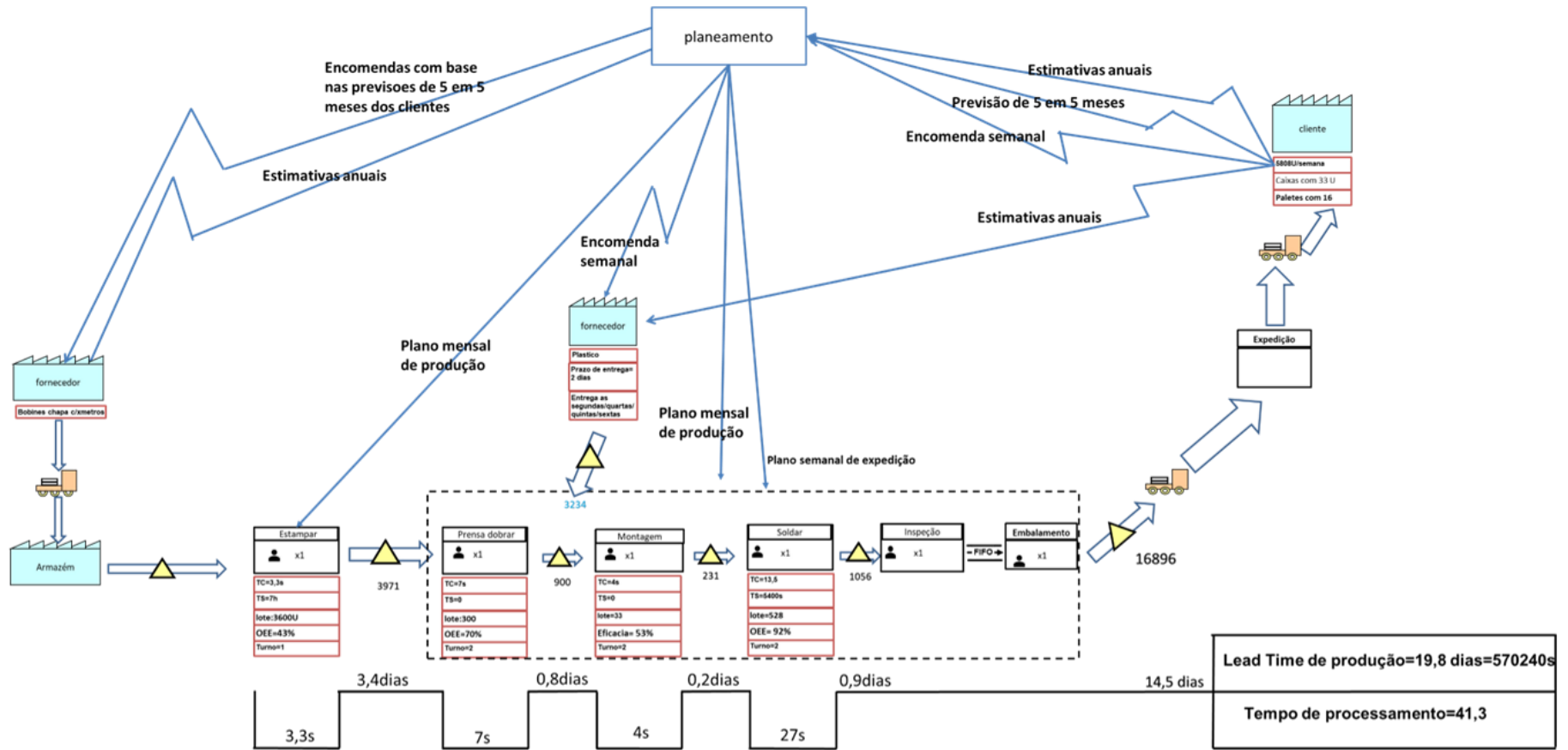
- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, *107*(1), 223–236. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009>
- Adelman, C. (1993). Kurt Lewin and the Origins of Action Research. *Educational Action Research*, *1*(1), 7–24. <https://doi.org/10.1080/0965079930010102>
- Aguilar-Escobar, V. G., Bourque, S., & Godino-Gallego, N. (2015). Hospital kanban system implementation: Evaluating satisfaction of nursing personnel. *Investigaciones Europeas de Direccion y Economia de La Empresa*, *21*(3), 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.iedee.2014.12.001>
- Ahmad, M. O., Dennehy, D., Conboy, K., & Oivo, M. (2018). Kanban in software engineering: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, *137*, 96–113. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.11.045>
- Araujo, L. E. D. (2009). *Nivelamento de Capacidade de Produção utilizando Quadros Heijunka em Sistemas Híbridos de Coordenação de Ordens de Produção*. 135.
- Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Alves, A. C. (2010). Threats and Opportunities for Workplace Ergonomics in Lean Environments. *17th International Annual EurOMA Conference -Managing Operations in Service Economics*, 10.
- Arkadiusz, G., & Aleksander, N. (2017). *Application of OEE Coefficient for Manufacturing Lines Reliability Improvement*. *31(Msmi)*, 189–194. <https://doi.org/10.2991/msmi-17.2017.42>
- Aziz, M. H., Bohez, E., Kanda, Y., Hibino, H., & Sakuma, T. (2013). Bottleneck oriented card-based production control for push repetitive manufacturing systems. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems and Manufacturing*, *7*(3), 377–397. <https://doi.org/10.1299/jamdsm.7.377>
- Beju, L. D., & Legutko, S. (2021). Kanban Systems in the Context of the Enterprise Systems. *MATEC Web of Conferences*, *343*, 03001. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202134303001>
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations and Production Management*, *34*(7), 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Bonney, M. C., Zhang, Z., Head, M. A., Tien, C. C., & Barson, R. J. (1999). Are push and pull systems really so different? *International Journal of Production Economics*, *59*(1), 53–64. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00094-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00094-2)
- Buchmeister, B., Palcic, I., & Ojstersek, R. (2019). Manufacturing Scheduling Performace- A case Study. *DAAAM International*.
- Carvalho, D. (2000). Just In Time: Conceito de JIT e algumas técnicas associadas. *Escola de Engenharia Da Universidade Do Minho, Departamento de Produção e Sistemas*.
- Carvalho, D., & Sousa, R. (2021). *Melhoria Continua nas Organizações*. Lidel.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (2006). *Administração da Produção e Operações Para Vantagens Competitivas*. McGraw Hill.
- Chiadamrong, N., & Kohly, P. (2017). a Comparison of the Push and Pull Production Systems At Their Opti Mal Designs Under the Economic Consideration. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, *22*(4), 313. <https://doi.org/10.29037/ajstd.168>
- Cleto, M. G. (2008). *Apostila da disciplina planejamento e organização da produção*. August. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25738.47046>
- Coetzee, M. (2016). Change-oriented lifelong learning capacities. *Lifelong Learning: Concepts, Benefits and Challenges*, November 2016, 65–78.

- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2007). *Gestão da Produção: Para uma gestão industrial ágil, criativa e cooperante* (5ª). Lidel.
- Da, J. A., & Oliveira, S. (2009). *Implementação de um sistema pull* [Universidade de Aveiro]. <https://ria.ua.pt/handle/10773/26247>
- Dailey, Kenneth. (2003). *The Lean Manufacturing Pocket Handbook*. Publisher Company.
- ETMA. (2017). Manual do Colaborador. *ETMA Intranet*, 35.
- Gallardo, C. A. S. (2007). *Princípios e ferramentas do Lean Thinking na estabilização básica: diretrizes para implantação no processo de fabricação de telhas de concreto pré-fabricadas* [UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO]. <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/1167/1/Dissertação.pdf>
- Ghanem, M., Hamzeh, F., Seppänen, O., & Zankoul, E. (2018). A NEW PERSPECTIVE OF CONSTRUCTION LOGISTICS AND PRODUCTION CONTROL: AN EXPLORATORY STUDY. *Nature*, 539–547.
- Golchev, R., Jovanoski, B., Gechevska, V., & Minovski, R. (2015). Kanban simulation model for production process optimization. *Journal of Engineering Management and Competitiveness*, 5(2), 55–60. <https://doi.org/10.5937/jemc1502055g>
- Gratiela Dana, B., & Işitan, A. (2021). Transfer from traditional KANBAN to KANBAN 4.0 in Smart Factory. *Review of Management and Economic Engineering*, 20(3), 210–227. <https://www.researchgate.net/publication/358493026>
- Gross, J. M., & Mcinnis, K. R. (2003). *Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process* (AMACOM).
- Ioana, A. D., Maria, E. D., & Cristina, V. (2020). Case study regarding the implementation of one-piece flow line in automotive company. *Procedia Manufacturing*, 46, 244–248. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.036>
- Khan, M. A. (2022). Toyota Production System : “ Epistemology of Paradigm shift in Japan. *Global Scientific Journal*, 10(2), 785-.
- Kilani, M. Al, & Kobziev, V. (2016). An Overview of Research Methodology in Information System (IS). *OALib*, 03(11), 1–9. <https://doi.org/10.4236/oalib.1103126>
- Kniberg, H., & Skarin, M. (2010). *Kanban e Scrum-Making the Most of Both*.
- Kumar, C. S., & Panneerselvam, R. (2007). Literature review of JIT-KANBAN system. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 32(3–4), 393–408. <https://doi.org/10.1007/s00170-005-0340-2>
- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34–46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>
- Li, C., & Chang, Q. (2022). Hybrid feedback and reinforcement learning-based control of machine cycle time for a multi-stage production system. *Journal of Manufacturing Systems*, 65(September), 351–361. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.09.020>
- Liker, J. K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. In McGraw-Hill (Ed.), *The Toyota Way* (Issue UshaDarshni).
- Liker, J. K. (2006). *O modelo Toyota 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo* (Bookman (ed.); 2nd ed.). [https://books.google.com.br/books?id=GT5NEAAAQBAJ&pg=PT91&hl=pt-PT&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=GT5NEAAAQBAJ&pg=PT91&hl=pt-PT&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false)
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Mahdavisarif, M., Cagliano, A. C., & Rafele, C. (2022). Investigating the Integration of Industry 4.0 and

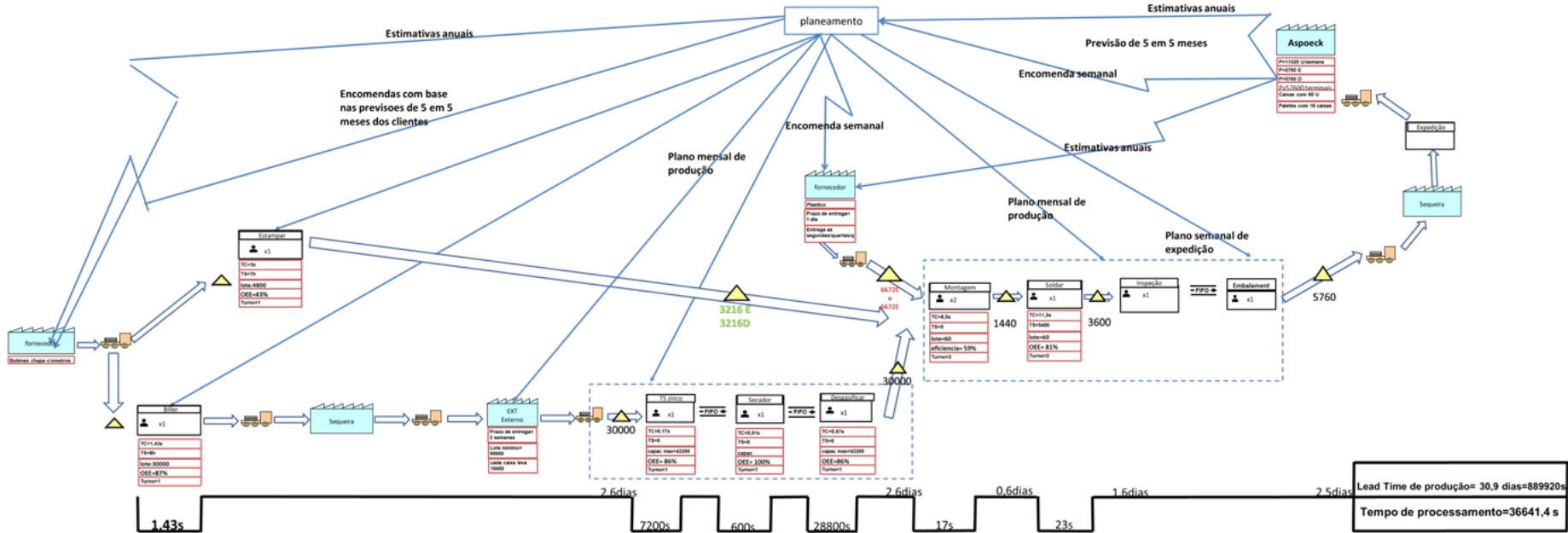
- Lean Principles on Supply Chain: A Multi-Perspective Systematic Literature Review. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/app12020586>
- Marand, L. L. P., Sakata, Y., Hirotsu, D., Morikawa, K., & Takahashi, K. (2013). An adaptive kanban and production capacity control mechanism. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 397(PART 1), 452–459. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-40352-1\\_57](https://doi.org/10.1007/978-3-642-40352-1_57)
- 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>
- Monden, Y. (1998). The Toyota Production System – An Integrated Approach to Just-In-Time. In *CRC Press Taylor & Francis Group*. <http://www.amazon.com/Toyota-Production-System-Beyond-Large-Scale/dp/0915299143%0Ahttp://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/eb054703>
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (Taylor & Francis (eds.)).
- Monetti, F. M., Boffa, E., Maffei, A., & De Giorgio, A. (2022). *The Impact of Learning Factories on Teaching Lean Principles in an Assembly Environment* (Issue October). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-18326-3>
- O'Brien, R. (1998). An overview of the methodological approach of action Research. *University of Toronto*, 1–15.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production* (Productivi).
- Ohno, T. (1998). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Ozkan, N., Bal, S., Erdogan, T. G., & Gök, M. Ş. (2022). Scrum, Kanban or a Mix of Both? A Systematic Literature Review. *Proceedings of the 17th Conference on Computer Science and Intelligence Systems*, 30(August), 883–893. <https://doi.org/10.15439/2022f143>
- Pekarcikova, M., Trebuna, P., Kliment, M., & Rosocha, L. (2020). Material flow optimization through e-kanban system simulation. *International Journal of Simulation Modelling*, 19(2), 243–254. <https://doi.org/10.2507/IJSIMM19-2-513>
- Pelarta, C. B. da L., LERMEN, F. H., MATIAS, G. de S., Silva, V. L. da, RIBEIRO, G. F., & ECHEVESTE, M. E. S. (2017). Princípios Lean no Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) – Uma abordagem qualitativa. *Revista Espacios*, 38(27), 35.
- Pinto, J. (2008). *Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Powell, D., Alfnes, E., Strandhagen, J. O., & Dreyer, H. (2013). The concurrent application of lean production and ERP: Towards an ERP-based lean implementation process. *Computers in Industry*, 64(3), 324–335. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2012.12.002>
- Powell, D. J. (2018). Kanban for Lean Production in High Mix, Low Volume Environments. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 140–143. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.248>
- Puche, J., Costas, J., Ponte, B., Pino, R., & de la Fuente, D. (2019). The effect of supply chain noise on the financial performance of Kanban and Drum-Buffer-Rope: An agent-based perspective. *Expert Systems with Applications*, 120, 87–102. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.009>
- Puchkova, A., Le Romancer, J., & McFarlane, D. (2016). Balancing Push and Pull Strategies within the Production System. *IFAC-PapersOnLine*, 49(2), 66–71. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.03.012>
- Rabbani, M., Layegh, J., & Mohammad Ebrahim, R. (2009). Determination of number of kanbans in a supply chain system via Memetic algorithm. *Advances in Engineering Software*, 40(6), 431–437. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2008.07.001>
- 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)
- Rocha, G., Alves, A., Braga, F., Engenharia, E. De, Electric, G., & Controls, P. (2011). Implementação De

- Um Sistema Pull Numa Linha De. *Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2011)*, 1–13.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. In *Lean Enterprise Institute Brookline*. Lean Enterprise Institute. [http://www.leanenterprises.com/Library/Learning\\_to\\_See\\_Foreword.pdf](http://www.leanenterprises.com/Library/Learning_to_See_Foreword.pdf)
- Saranya, P., & Fumio, A. (2014). The design of Kanban system for improving Bottleneck Problem of multiproduct. *2014 IEEE 6th International Conference on Awareness Science and Technology, ICAST 2014*. <https://doi.org/10.1109/ICAwST.2014.6981834>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students*.
- Sen, R. (2022). *Waste Identification Using VSM For Tyre-Rim Assembly Manufacturing*. October.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Shingo, S. (1981). *A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint* (Revision (ed.)).
- Smalley, A. (2004). *Creating Level Pull: A Lean Production-system Improvement Guide for Production-control, Operations, and Engineering Professionals* (Lean Entep).
- Soliman, M. H. A. (2014). *The Seven Deadly Wastes and How to Remove Them From Your Business: The Heart of the Toyota Production System* (Issue February). <https://doi.org/10.5281/zenodo.4540721>
- Spearman, M. L., & Zazanis, M. A. (1992). Push and pull production systems. Issues and comparisons. *Operations Research*, 40(3), 521–532. <https://doi.org/10.1287/opre.40.3.521>
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564. <https://doi.org/10.1080/00207547708943149>
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582. <https://doi.org/10.2307/2392581>
- Takeda, H. (2006). *The Synchronized Production System: Going Beyond Just-In-Time Through Kaizen*. Kogan Page.
- Thürer, M., Tomašević, I., & Stevenson, M. (2017). On the meaning of ‘Waste’: review and definition. *Production Planning and Control*, 28(3), 244–255. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1264640>
- Tomino, T., Park, Y., Hong, P., & Roh, J. J. (2009). Market flexible customizing system (MFCS) of Japanese vehicle manufacturers: An analysis of Toyota, Nissan and Mitsubishi. *International Journal of Production Economics*, 118(2), 375–386. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.12.002>
- Tubino, D. F. (2000). *Planejamento e controle da Produção*. Atlas.
- Wang, X., Conboy, K., & Cawley, O. (2012). “Leagile” software development: An experience report analysis of the application of lean approaches in agile software development. *Journal of Systems and Software*, 85(6), 1287–1299. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.01.061>
- Womack, J P, & Jones, D. T. (1996). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Womack, J P, & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Womack, James P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production—Toyota’s Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*. [https://books.google.pt/books?id=9NHmNCmDUUoC&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?id=9NHmNCmDUUoC&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

# ANEXO 1 – VSM DO ESTADO ATUAL DO CONJUNTO VP



# ANEXO 2 – VSM DO ESTADO ATUAL DOS CONJUNTOS VU





### ANEXO 3– PROCURA DO CONJUNTO VP

Registos históricos da procura do conjunto VP				
Ano	Mês	Total	Quantas semanas do mês houve encomendas	Média por semana
2022	Fevereiro	13008	3	4336
	Janeiro	15744	3	5248
2021	Dezembro	7968	2	3984
	Novembro	16896	4	4224
	Outubro	21216	4	5304
	Setembro	18816	3	6272
	Agosto	3168	1	3168
	Julho	18480	4	4620
	Junho	7920	2	3960
	Maio	10065	3	3355
	Abril	19866	4	4966,5
	Março	35799	5	7159,8
	Fevereiro	34032	4	8508
	Janeiro	29403	5	5880,6
2020	Dezembro	15893	4	3973,25
	Novembro	27653	4	6913,25
	Outubro	33274	5	6654,8
	Setembro	35904	5	7180,8
	Agosto	13200	2	6600
	Julho	29749	5	5949,8
	Junho	21845	4	5461,25
	Maio	6329	1	6329
	Março	23472	4	5868
	Fevereiro	27136	4	6784
Janeiro	47261	5	9452,2	
Média		21363,88		5686,09

A procura média semanal por parte do cliente é de 5686,09 unidades, como o número de peças tem de ser inteiro arrendou-se este número por excesso obtendo uma procura média semanal de 5687 peças. No entanto, uma vez que a unidade de encomenda do cliente é a palete converteu-se este número para paletes.

Sabendo que uma palete corresponde a 528 unidades obtemos:

$$\frac{5687}{528} = 10,77 \text{ paletes}$$

O número de palete tem de ser um número inteiro, posto isto arredou-se a procura média semanal para 11 paletes, ou seja, 5808 unidades.

Através das fórmulas do Excel foi possível chegar ao valor do desvio padrão dos dados bem como da procura máxima verificada.

Procura média semanal	Arredondar por excesso	Paletes	Arredondar por excesso	Procura diária	Desvio padrão	Procura máxima diária
5686,09	5687	10,77	11	1162	26,33%	1891

## ANEXO 4 – REGISTOS DOS TEMPOS DE CICLO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS DO CONJUNTO VP

Registos dos tempos de ciclo do conjunto VP			
Posto de trabalho	Data	Turno	Tempo de ciclo (s)
Estampagem	07/03/2022	1	3,3
		2	3,3
	08/03/2022	1	3,3
		2	3,3
	09/03/2022	1	3,3
		2	3,3
	15/03/2022	1	3,3
		2	3,3
	16/03/2022	1	3,3
		2	3,3
	17/03/2022	1	3,3
		2	3,3
18/03/2022	1	3,3	
	2	3,3	
24/03/2022	1	3,3	
	2	3,3	
25/03/2022	1	3,3	
	2	3,3	
28/03/2022	1	3,3	
	2	3,3	
29/03/2022	1	3,3	
	2	3,3	
Média			3,3
Capacidade			1
Tempo de ciclo			3,3

Registos dos tempos de ciclo do conjunto VP				
Posto de trabalho	Data	Turno	Tempo de ciclo (s)	
Dobrar	07/03/2022	1	5,5	
		2	7	
	08/03/2022	1	6,5	
		2	7,5	
	09/03/2022	1	8	
		2	7	
	15/03/2022	1	6,5	
		2	7,5	
	16/03/2022	1	8	
		2	8,5	
	17/03/2022	1	8	
		2	7	
	18/03/2022	1	7	
		2	8	
	24/03/2022	1	8	
		2	7	
	25/03/2022	1	7	
		2	7	
	28/03/2022	1	7	
		2	8	
	29/03/2022	1	7	
		2	6	
	Média			7
	Capacidade			1
Tempo de ciclo			7	

Registos dos tempos de ciclo do conjunto VP				
Posto de trabalho	Data	Turno	Tempo de ciclo (s)	
Montagem	07/03/2022	1	3	
		2	3,3	
	08/03/2022	1	3	
		2	4	
	09/03/2022	1	3	
		2	2,7	
	15/03/2022	1	3	
		2	3	
	16/03/2022	1	3	
		2	3	
	17/03/2022	1	3	
		2	3,3	
	18/03/2022	1	3	
		2	3	
	24/03/2022	1	3,5	
		2	4	
	25/03/2022	1	3	
		2	3,4	
	28/03/2022	1	3,5	
		2	3	
	29/03/2022	1	4,5	
		2	5	
	Média			3,3
	Capacidade			1
Tempo de ciclo			3,3	

Registos dos tempos de processamento do conjunto VP				
Posto de trabalho	Data	Turno	Tempo de ciclo (s)	
Soldar	07/03/2022	1	26	
		2	28	
	08/03/2022	1	27,5	
		2	26,5	
	09/03/2022	1	27	
		2	25,6	
	15/03/2022	1	27	
		2	28	
	16/03/2022	1	25	
		2	28	
	17/03/2022	1	26,5	
		2	27,5	
	18/03/2022	1	27	
		2	25,8	
	24/03/2022	1	27,6	
		2	27,5	
	25/03/2022	1	27	
		2	27	
	28/03/2022	1	26	
		2	29	
	29/03/2022	1	27	
		2	26,5	
	Média			27
	Capacidade			2
Tempo de ciclo			13,5	

**ANEXO 5 – REGISTOS DOS VALORES DE OEE DA PRENSA DE ESTAMPAR OS CONJUNTOS VP RETIRADOS DO *POWER BI* DA EMPRESA**

Secção	Máquina	Tempo em Produção	Tempo Total	Disponibilidade	Qtd.	Cadência real média	Cadência plan. média	Cadência máx. média	Desempenho	OEE
FT Prensas	63.14 - Prensa Yangli JM31-250	460 H 59 M	483 H 01 M	95%	194.671	451	1.000	1.000	45%	43%
	<b>Total</b>	<b>460 H 59 M</b>	<b>483 H 01 M</b>	<b>95%</b>	<b>194.671</b>	<b>451</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>45%</b>	<b>43%</b>
<b>Total</b>		<b>460 H 59 M</b>	<b>483 H 01 M</b>	<b>95%</b>	<b>194.671</b>	<b>451</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>45%</b>	<b>43%</b>

# ANEXO 6 – REGISTOS DE PRODUÇÃO NA PRENSA DE DOBRAR

**ETMA METAL PARTS**  
10 Integrated Production Processes  
Technical Support for the Development and Manufacture of Prototypes

Registo produção  
Máquina: 63-20  
Peça: Calibração VP

Operario	Data	Inicio Turno		Final Turno		Parcial	Peças NOK	OBS.
		Hora	Contador	Hora	Contador			
346	10/11/2022	06:00	2324	14:00	5543	2219		Calibração
414	10/11/2022	14:00	5543	22:00	7310	1769		Calibração e limpeza até 16 horas
346	11/11/2022	06:00	7310	14:00	5443	2433		Calibração até 12:00, 14:00 as 14:00 calibração
414	11/11/2022	14:00	9443	22:00	1160	1707		Calibração e limpeza
414	12/11/22	14:00	0	22:00	1730	1730		Calibração e limpeza
341	8/02/2022	06:00	1730	14:00	3700	1970		Calibração e limpeza. TIVE 2 caixas limpas
414	08/02/2022	14:00	0	22:00	1755	1755		Calibração e limpeza
341	09/02/2022	06:00	1755	14:00	3715	2600		Calibração e limpeza. TIVE 2 caixas limpas
414	09/02/2022	14:00	0	22:00	1960	1960		Calibração e limpeza
341	10/02/2022	06:00	0	14:00	1950	1950		Calibração e limpeza. TIVE 2 caixas limpas
414	10/02/2022	14:00	0					Calibração e limpeza
341	11/02/2022	06:00	0	09:00	239	239		Calibração e limpeza
344	18/02/22	14:00	0	22:00	1848	1848		Calibração, limpeza outras tarefas
341	21/02/2022	06:00	0	14:00	0	1908		Calibração e limpeza. TIVE 2 caixas limpas
344	21/02/2022	14:00	0	22:00	1920	1920		Calibração, limpeza
341	22/02/2022	06:00	0	14:00	2100	2100		Calibração e limpeza. TIVE 2 caixas limpas
344	22/02/2022	14:00	0	22:00	2100	2100		
341	23/02/2022	06:00	0	14:00	2300	2300		ss calibração
414	23/02/2022	14:00	0	22:00	2320	2320		" "
341	24/02/2022	06:00	0	14:00	1900	1900		Calibração e limpeza. TIVE 2 caixas limpas
414	24/02/2022	14:00	0	22:00	1450	1450		Calibração outras tarefas
341	25/02/2022	06:00	0	08:30	590	590		ss calibração
341	14/03/2022	14:00	0	14:00	770	770		ss calibração
344	14/03/2022	14:00	0	18:00	1100	1100		Calibração, limpeza

MEC 009/01.0

# ANEXO 7 – REGISTOS DE PRODUÇÃO NA MÁQUINA DE SOLDAR

**ETMA METAL PARTS**  
10 Integrated Production Processes  
Technical Support for the Development and Manufacture of Prototypes

Registo produção  
Máquina: Comex 40.64  
Peça: v.v / v.p

Operario	Data	Início Turno		Final Turno		Parcial	Peças NOK	OBS.
		Hora	Contador	Hora	Contador			
338	02/02/22	06:00	245461	14:00	245333	1856	4	45m (Aquecimento)
479	02/02/22	04:00	245377	23:00	2455415	2706	4	
338	03/02/22	06:00	245545	14:00	2457408	1700	7	45m (Aquecimento)
479	03/02/22	14:00	2457108	23:00	2459208	2100	3	
338	04/02/22	06:00	2459205	14:00	2460895	1700	4	45m (Aquecimento)
479	04/02/22	14:00	2460895	23:00	2462995	2100	0	
338	05/02/22	06:00	2462995	14:00	2464507	1514	2	45m (Aquecimento); Parou às 13h
VP	05/02/22	14:00	2464507	22:00	2466002	1504	9	(Máquina VP) 70mp; 45min (Aquecimento);
338	07/02/22	06:00	2466002	14:00	2467710	1520	10	45m (Aquecimento); Defeito Peças
479	08/02/22	14:00	2467710	22:00	2469770	1808	8	
338	09/02/22	06:00	2469770	14:00	2470211	1240	4	45m (Aquecimento); 1h (falha máquina); Vários S.O.
479	09/02/22	14:00	2470211	22:00	2472108	1802	5	
338	10/02/22	06:00	2472108	14:00	2473624	1510	2	45m (Aquecimento)
479	10/02/22	14:00	2473624	22:00	2475424	1804	4	
338	11/02/22	06:00	2475424	14:00	2476645	1236	15	45m (Aquecimento); 2h (P.Manual); Parou às 12h00m
VVV	11/02/22	14:00	2476645	22:00	2478488	1800	6	
338	14/02/22	06:00	2478488	14:00	2480236	1756	9	45m (Aquecimento)
346	14/02/22	06:00	2480236	22:00	2482010	1786	13	(Falha da Máquina Cameraj)
338	15/02/22	06:00	2482010	14:00	2483615	1610	5	45m (Aquecimento); Trabalho durante algum tempo com -
346	15/02/22	14:00	2483615	22:00	2485591	1968	32	6,5h
338	16/02/22	06:00	2485591	14:00	2487218	1700		45m (Aquecimento)
346	16/02/22	14:00	2487218	22:00	2489139	1932	17	
338	17/02/22	06:00	2489139	14:00	2490941	1810	6	45m (Aquecimento)
346	17/02/22	14:00	2490941	22:00	2492935	1940	6	

Mod.099/GT.0

**ETMA METAL PARTS**  
10 Integrated Production Processes  
Technical Support for the Development and Manufacture of Prototypes

Registo produção  
Máquina: Comex 40.64  
Peça: v.v / v.p

Operario	Data	Início Turno		Final Turno		Parcial	Peças NOK	OBS.	
		Hora	Contador	Hora	Contador				
VVV	479	18/01/22	14:00	2409558	22:00	2411356	1808	4	
338	19/01/22	06:00	2411356	14:00	2412811	762	4	45m (Aquecimento)	
VVV	346	19/01/22	14:00	2412811	22:00	2414865	756	2	parada de Almacém às 12h30
479	19/01/22	14:00	2414865	22:00	2417395	1812	7		
338	20/01/22	06:00	2417395	14:00	2419526	1844	8	45m (Aquecimento)	
479	20/01/22	14:00	2419526	22:00	2421852	1554	8		
338	21/01/22	06:00	2421852	14:00	2423718	1721	5	45m (Aquecimento); 30m (Problemas Máquina)	
479	21/01/22	14:00	2423718	22:00	2425599	1812	23		
479	22/01/22	06:00	2425599	14:00	2427223	1671	6		
338	24/01/22	06:00	2427223	14:00	2428997	1778	4	45m (Aquecimento); Falhas na máquina	
479	24/01/22	14:00	2428997	22:00	2430853	1864	8		
338	25/01/22	06:00	2430853	14:00	2432625	1780	2	45m (Aquecimento)	
479	25/01/22	14:00	2432625	22:00	2434794	2170	4		
338	26/01/22	06:00	2434794	14:00	2436794	2004	4	45m (Aquecimento)	
479	26/01/22	14:00	2436794	22:00	2438648	1856	2		
338	27/01/22	06:00	2438648	14:00	2440312	1672	8	45m (Aquecimento); Várias falhas (cabeça/Molde)	
479	27/01/22	14:00	2440312	22:00	2442042	2100	2		
338	28/01/22	06:00	2442042	14:00	2443810	1700	6	45m (Aquecimento); Falhas máquina e peças	
479	28/01/22	14:00	2443810	22:00	2445959	1852	5		
479	29/01/22	06:00	2445959	14:00	2447959	1806	5	45min (Aquecimento)	
338	31/01/22	06:00	2447959	14:00	2449571	1816	5	45m (Aquecimento)	
479	31/01/22	14:00	2449571	22:00	2451371	2102	2		
338	01/02/22	06:00	2451371	14:00	2453362	1702	6	45m (Aquecimento)	
479	01/02/22	14:00	2453362	22:00	2455461	2100	6		

Mod.099/GT.0

Máquina: 40.64 CEMAS  
 Peça: VU/VU

Operario	Data	Início Turno		Final Turno		Parcial	Peças NOK	OBS.
		Hora	Contador	Hora	Contador			
338	15/12/21	06:00	2379394	14:00	2379393	1500	5	45 min (Aquecimento);
479	15/12/21	14:00	2379393	22:00	2379383	1706	6	
338	16/12/21	06:00	2379383	14:00	2379462	1670	1	45 min (Aquecimento); Passar os 11 h 15 m
479	16/12/21	14:00	2379462	22:00	2379565	970	5	45 min (Aquecimento)
338	17/12/21	06:00	2379565	14:00	2379786	1756	11	45 min (Aquecimento)
479	17/12/21	14:00	2379786	22:00	2379870	1090	7	
338	20/12/21	06:00	2379870	14:00	2380100	1752	6	45 min (Aquecimento)
479	20/12/21	14:00	2380100	22:00	2380109	1864	14	
338	21/12/21	06:00	2380109	14:00	2383327	1424	-	45 min (Aquecimento); Passar de 12 h
479	21/12/21	14:00	2383327	22:00	2384588	1270	9	
479	06/10/22	06:30	2384588	14:00	2389182	1804	6	45 min (Aquecimento)
479	07/10/22	08:00	2389182	14:00	2389459	1280	7	45 min (Aquecimento)
338	10/10/22	06:00	2389459	14:00	2389934	1426	7	45 min (Aquecimento); 30 min (P. Manual; sold)
479	10/10/22	14:00	2389934	22:00	2391637	1702	7	
479	11/10/22	14:00	2391637	22:00	2394820	1840	7	
479	12/10/2022	14:00	2394820	22:00	2396677	1820	8	
338	13/10/22	06:00	2396677	14:00	2398274	1650	7	45 min (Aquecimento)
479	13/10/22	14:00	2398274	22:00	2400080	1800	4	
338	14/10/22	06:00	2400080	14:00	2400774	1700	6	45 min (Aquecimento); 20 min (P. Manual)
479	14/10/22	14:00	2400774	22:00	2402588	1820	8	
338	15/12/22	05:00	2402588	14:00	2403008	1671	1	45 min (Aquecimento); 20 min (P. Manual; sold)
338	17/10/22	06:00	2403008	14:00	2406508	1579	19	45 min (Aquecimento); 20 min (P. Manual); 20 min (P. Manual)
479	17/10/22	14:00	2406508	22:00	2408285	1804	27	
231	19/12/22	06:00	2408285	14:00	2409557	1275	8	2 h e 30 (Aquecimento); 1 h (P. Manual)

Mod.089/GT.0

Máquina: CEMAS 40.64  
 Peça: VU/VU

Operario	Data	Início Turno		Final Turno		Parcial	Peças NOK	OBS.
		Hora	Contador	Hora	Contador			
338	18/02/22	06:00	2409557	10:15	2499796	927	4	45 min (Aquecimento); Passar às 10 h 15
346	18/02/22	14:00	2499796	22:00	2499660	1862	4	camisa sem que a falhar
338	21/02/22	06:00	2499660	14:00	2499243	1600	11	45 min (Aquecimento); 15 min (P. Manual; 20 min (P. Manual)
346	21/02/22	14:00	2499243	22:00	2499028	1838	8	
338	22/02/22	06:00	2499028	14:00	2500733	1680	16	45 min (Aquecimento); 15 min (Aquecimento)
346	22/02/22	14:00	2500733	22:00	2501022	1902	2	
338	22/02/22	06:00	2501022	14:00	2504242	1800	9	45 min (Aquecimento)
346	22/02/22	14:00	2504242	22:00	2506300	1854	7	
338	24/2/22	06:00	2506300	14:00	2508002	1800	7	45 min (Aquecimento); 15 min (P. Manual)
346	24/2/22	14:00	2508002	22:00	2508288	730	4	
346	25/2/22	14:00	2508288	22:00	2512085	1808	6	
346	02/03/22	06:00	2512085	14:00	2512919	1826	6	45 min aquecimento
338	02/03/22	14:00	2512919	22:00	2515707	1815	29	Passar às 18 h 15
346	03/03/22	06:00	2515707	14:00	2517336	1671	7	45 min aquecimento 75 min passagem manual
338	03/03/22	14:00	2517336	22:00	2518834	1500	2	Passar às 17 h 30 m. Passar 2 (VU/VU) 1 h 15 m
346	04/03/22	06:00	2518834	14:00	2520877	1944	9	45 min aquecimento
338	04/03/22	14:00	2520877	22:00	2522683	1922	8	
346	02/03/22	06:00	2522683	14:00	2524602	1928	9	45 min aquecimento
338	07/03/22	14:00	2524602	22:00	2525366	990	6	20 min (Aquecimento) Máquina Parar às 18:00 h
346	08/03/22	06:00	2525366	14:00	2527469	1828	5	45 min aquecimento (parado 20 min (P. Manual)
338	07/03/22	06:00	2527469	14:00	2529477	1952	10	45 min aquecimento
338	09/03/22	14:00	2529477	22:00	2530800	1261	5	Passar às 19 h 15
346	10/03/22	06:00	2530800	14:00	2532561	1898	17	45 min aquecimento
338	10/03/22	06:00	2532561	22:00	2532811	1014	1	Passar às 18 h 00
346	11/03/22	06:00	2532811	14:00	2535492	1942	14	45 min aquecimento

Mod.089/GT.0

## ANEXO 8 – ANÁLISE DOS REGISTOS DA PRODUÇÃO DO CONJUNTO VP NA MÁQUINA DE DOBRAR E CÁLCULO DO OEE

De forma a facilitar a análise dos registos de produção e para posteriormente realizar o cálculo do OEE passou-se os valores das folhas de registo (Anexo 6 – Registos de produção na prensa de dobrar ) para excel.

OEE da prensa de dobrar														
Data	Produção	Defeitos	Paragens não planeadas (min)	Paragens planeadas (min)	Produção planeada	Desempenho	Início de produção (h)	Fim de produção (h)	obs	POT=TT-PP (min)	TF=POT-PNP (min)	Disponibilidade	Qualidade	OEE
14/03/2022	1100	0	0	220	1440	74%	14	18	Só calibrar	520	520	100%	100%	74%
	770	0	0	220	1080		11	14			520			
25/02/2022	590	0	0	220	1080	55%	6	9	calibrar e limpar		520	100%		55%
	0	0	0	220	0						520			
24/02/2022	1450	0	0	220	1440	78%	18	22	só calibrar		520	100%		78%
	1900	0	0	220	2880		6	14	calibrar e limpar		520			
23/02/2022	2300	0	0	220	2880	80%	6	14	calibrar e limpar		520	100%		80%
	2300	0	0	220	2880		14	22			520			
22/02/2022	2100	0	0	220	2880	73%	6	14	Só calibrar		520	100%		73%
	2100	0	0	220	2880		14	22	Só calibrar		520			
21/02/2022	1920	0	0	220	2880	66%	6	14	calibrar e limpar		520	100%		66%
	1908	0	0	220	2880		14	22	calibrar e limpar		520			
18/02/2022	1848	0	0	220	2880	64%	14	22	calibrar e limpar		520	100%		64%
	0	0	0	0	0				calibrar e limpar		520			
11/02/2022	738	0	0	220	1080	68%	6	9	calibrar e limpar		520	100%		68%
	0	0	0	0	0				calibrar e limpar		520			
10/02/2022	0	0	0	0	0	68%			calibrar e limpar		520	100%		68%
	1950	0	0	220	2880		6	14	calibrar e limpar		520			
09/02/2022	1960	0	0	220	2880	80%	14	22	calibrar e limpar		520	100%		80%
	2060	0	0	220	2160		6	12			520			
08/02/2022	1755	0	0	220	2880	74%	14	22	calibrar e limpar	520	100%	74%		
	1970	0	0	220	2160		6	12	calibrar e limpar	520				
07/02/2022	1730	0	0	220	2880	60%	14	22		520	100%	60%		
	0	0	0	0	0					520				
11/01/2022	1707	0	0	220	2880	67%	14	22		520	100%	67%		
	2133	0	0	220	2880		6	14		520				
10/01/2022	1769	0	0	0	2880	69%	14	22	calibrar e limpar	520	100%	69%		
	2219	0	0	220	2880		6	14	calibrar e limpar	520				
Média						70%	-	-	-	-	-	100%	100%	70%

É importante considerar que apesar do tempo de turno ser de 520 minutos o tempo que realmente o operador dedica a esta operação varia de dia para dia, é assim indicado para cada dia em cada turno o início e o fim da produção nesta máquina. Considerando este intervalo de tempo e o tempo de ciclo é calculada a taxa de produção planeada durante esse intervalo de tempo.

$$Produção\ planeada = \frac{(Fim\ de\ produção - Início\ da\ produção)}{Tempo\ de\ ciclo}$$

Neste caso o desempenho calcula-se através da seguinte equação:



$$D2 = \frac{\textit{Produção real}}{\textit{Produção planeada}}$$

A disponibilidade da máquina foi considerada 100% para todos os dias uma vez que não há registos de paragens não planeadas relacionadas com esta. A qualidade por sua vez foi também considerada 100 não havendo registos de não conformidades.

Tendo todos os parâmetros reunidos realizou-se o cálculo diário do OEE da prensa de dobrar, obtendo um OEE de 70%.

## ANEXO 9– ANÁLISE DOS REGISTOS DA PRODUÇÃO DO CONJUNTO VP NA MÁQUINA DE SOLDAR E CÁLCULO DO OEE

OEE da máquina de soldar conjunto VP																
Data	Produção real	Peças Ok	Defeitos	Paragens não planeadas (PNP)	Paragens planeadas (PP)	Tempo de ciclo	Desempenho	POT=TT-PP min	Tempo de Funcionamento=POT-PNP	Disponibilidade	Qualidade	OEE				
03/03/2022	1200	1194	6		45m aquecimento	13,5		755	725	96,0%	98,8%	88,8%				
	1815	1786	29	30min para afinações			94%									
02/03/2022	1700	1692	8		45m de aquecimento		100%						755	100,0%	99,6%	99,4%
	1650	1643	7													
25/02/2022	1600	1584	16		45m de aquecimento		94%						740	98,0%	99,4%	91,8%
	1500	1498	2	15 min paragem manual												
24/02/2022	1600	1589	11		45m de aquecimento		100%						755	100,0%	99,4%	99,7%
	1764	1756	8													
23/02/2022	1486	1486		30min sem soldar	45m de aquecimento		99%						725	96,0%	99,8%	94,8%
	1702	1695	7													
22/02/2022	1500	1495	5		45m de aquecimento		96%						755	100,0%	99,7%	95,2%
	1706	1700	6													
21/02/2022	1300	1289	11		45m de aquecimento		100%						515	68,2%	99,2%	68,0%
	1000	993	7	Parou 4h												
18/02/2022	1724	1718	6		45m de aquecimento		100%						755	100,0%	99,4%	99,8%
	1646	1632	14													
11/02/2022	1424	1424		Parou 2 h	45m de aquecimento		100%						635	84,1%	99,7%	83,9%
	1400	1391	9													
10/02/2022	1467	1464	3	5 minutos a calibrar	45m de aquecimento		95%						750	99,3%	99,7%	94,1%
	1700	1692	8													
09/02/2022	1870	1864	6		45m de aquecimento		104%						755	100,0%	99,5%	103,4%
	1618	1607	11													
10/02/2022	1680	1675	5		45m de aquecimento		99%						755	100,0%	99,5%	98,9%
	1654	1643	11													
11/02/2022	1607	1605	2	15min paragem manual	45m de aquecimento		105%						740	98,0%	99,7%	103,0%
	1860	1850	10													
10/01/2022	1658	1654	4	30 min limpeza	45m de aquecimento		108%						725	96,0%	99,8%	103,1%
	1810	1807	3													
07/01/2022	1003	986	17	2h avaria	45m de aquecimento	98%	515	68,2%	98,9%	66,2%						
	1245	1237	8	2h avaria												
07/01/2022	1003	986	17	2h:30 avarias	45m de aquecimento	100%	605	80,1%	99,0%	79,4%						
	1689	1679	10													
<b>Média</b>							100%	-	-	93%	99%	92%				

Depois de organizar todos os registos referentes à produção do conjunto VP na máquina de soldar bastou substituir as equações referentes a cada parâmetro do OEE, obtendo um valor de OEE de 92%.

# ANEXO 10 – REGISTOS DA PRODUÇÃO DO CONJUNTO VP NA MONTAGEM

**ETMA METAL PARTS**  
10 Integrated Production Processes  
Technical Support for the Development and Manufacture of Prototypes

Registo produção

Máquina:  
Peça:

PRE-MONTAGEM  
VP

Operario	Data	Início Turno		Final Turno		Parcial	Peças NOK	OBS.
		Hora	Contador	Hora	Contador			
222	4/11/21	14:00		22:00	64 caixas	2112		
50	5/11/21	06:00		14:00	40 caixas	1320		(Das 06:00 às 09:00 Limpar peças)
50	22/11/21	06:00		14:00	32 caixas	2376		
222	23/11/21	14:00		22:00	65 caixas	2172		
50	24/11/21	06:00		09:00	24 caixas	792		
222	24/11/21	14:00		22:00	69 caixas	2112		
50	25/11/21	10:00		14:00	45 caixas	1485		
222	25/11/21	14:00		22:00	64 caixas	2112		
50	26/11/21	06:00		12:00	53 caixas	1683		
222	13/12/21	14:00		22:00	24 "	420		
50	14/12/21	06:00		14:00	38 caixas	1254		Das 10:00 As 13:00 limpar peças
222	14/12/21	15:00		22:00	58 "	1914		
50	15/12/21	06:00		14:00	62 caixas	2016		Com ajuda
222	21/12/21	15:00		22:00	64 "	2112		
50	26/01/22	8:30		18:00	53 caixas	1749		
50	27/01/22	8:00		14:00	48 caixas	1584		
50	10/01/22	6:00		14:00	62 caixas	2046		Limpar paletes e outras tarefas
344	10/01/22	14:00		22:00	34 "	1428		
50	11/01/22	06:00		14:00	53 caixas	1749		Reunhas (VVLH) etc...
344	11/01/21	14:00		19:20	48 "	1584		Outras tarefas
344	4/2/22	14:00		22:00	54 caixas	1854		Limpar peças da 6h as 7h.
50	08/02/22	06:00		14:00	55 caixas	1815		Outras tarefas
344	08/2/22	14:00		22:00	64 "	2112		Limpar peças da 6h as 7h.
50	09/02/2022	06:00		14:00	64 caixas	2112		Outras tarefas
344	14/2/22	14:00		22:00	64 "	2112		

## ANEXO 11 – ANÁLISE DOS REGISTOS DA PRODUÇÃO DO CONJUNTO VP NA MONTAGEM E CÁLCULO DA EFICIÊNCIA

Eficiência do processo de montagem de VP								
Data	Produção real por turno	Produção real total	Paragens não planeadas	Paragens planeadas	Tempo total de produção	Produção planeada por turno	Produção planeada total	Eficiência
16/03/2022	1947	3168	90	120	270	4050	5700	56%
	1221		250	120	110	1650		
15/03/2022	2046	3399	90	120	270	4050	5700	60%
	1353		250	120	110	1650		
14/03/2022	2112	3762	90	120	270	4050	7650	49%
	1650		120	120	240	3600		
11/03/2022	2046	4224	90	120	270	4050	9450	45%
	2178			120	360	5400		
24/02/2022	2112	4224	90	120	270	4050	8100	52%
	2112		90	120	270	4050		
23/02/2022	1815	3927	90	120	270	4050	8100	48%
	2112		90	120	270	4050		
22/02/1900	1749	3333	0	120	360	5400	7950	42%
	1584		190	120	170	2550		
15/02/2022	2046	3474		120	360	5400	7800	45%
	1428		200	120	160	2400		
27/01/2022	1254	3168	200	120	160	2400	6450	49%
	1914		90	120	270	4050		
26/01/2022	1485	3597	90	120	270	4050	9450	38%
	2112			120	360	5400		
25/01/2002	792	2904	330	120	30	450	5850	50%
	2112			120	360	5400		
24/01/2022	2112	3168		120	360	5400	6750	47%
	1056		270	120	90	1350		
13/01/2022	1419	2739	150	120	210	3150	5850	47%
	1320		180	120	180	2700		
12/01/2022	2013	3993		120	360	5400	8100	49%
	1980		180	120	180	2700		
11/01/2022	2343	3564		120	360	5400	6750	53%
	1221		270	120	90	1350		
10/01/2022	2772	3696	180	120	180	2700	3150	117%
	924		330	120	30	450		
Média								53%

**ANEXO 12 – REGISTOS DOS TEMPOS DE *SETUP* DO CONJUNTO VP NA PRENSA DE ESTAMPAR  
RETIRADOS DO *POWER BI* DA EMPRESA**

Secção	Máquina	Início OP	O.F.	Em Montagem	Artigo	Setup Plan.	Setup Real	Setup Plan./Real
FT Prensas	63.14	19-08-2021	2101944.00	Falso	321008184	4 H 00 M	2 H 19 M	73%
		01-09-2021	2101946.00	Falso	321007974	4 H 00 M	3 H 55 M	2%
		08-09-2021	2101957.00	Falso	321507907	4 H 00 M	21 H 35 M	-81%
		24-09-2021	2101959.00	Falso	321507907	4 H 00 M	0 H 15 M	
		29-09-2021	2101949.00	Falso	321007974	4 H 00 M	8 H 00 M	-50%
		14-10-2021	2101950.00	Falso	321008184	4 H 00 M	0 H 38 M	
		21-10-2021	2101951.00	Falso	321008185	4 H 00 M	4 H 38 M	-14%
		28-10-2021	2102902.00	Falso	321008184	4 H 00 M	5 H 52 M	-32%
		03-11-2021	2102968.00	Falso	321008185	4 H 00 M	2 H 46 M	45%
		11-11-2021	2102901.00	Falso	321007974	4 H 00 M	4 H 12 M	-5%
		17-11-2021	2103025.00	Falso	321008185	4 H 00 M	20 H 35 M	-81%
		26-11-2021	2103024.00	Falso	321008184	4 H 00 M	3 H 08 M	28%
		09-12-2021	2103214.00	Falso	321007974	4 H 00 M	5 H 25 M	-26%
		12-01-2022	2103286.00	Falso	321008185	4 H 00 M	0 H 01 M	
		17-01-2022	2103287.00	Falso	321008184	4 H 00 M	0 H 57 M	321%
		21-01-2022	2200136.00	Falso	321008185	4 H 00 M	1 H 49 M	120%
		28-01-2022	2200135.00	Falso	321008184	4 H 00 M	0 H 23 M	
		02-02-2022	2200311.00	Falso	321007974	4 H 00 M	7 H 49 M	-49%
		17-02-2022	2200327.00	Falso	321008185	4 H 00 M	7 H 53 M	-49%
		02-03-2022	2200328.00	Falso	321008184	4 H 00 M	1 H 03 M	281%
		17-03-2022	2200771.00	Falso	321008185	4 H 00 M	8 H 24 M	-52%
				<b>Total</b>				<b>68 H 00 M</b>
	<b>Total</b>					<b>68 H 00 M</b>	<b>110 H 20 M</b>	<b>-38%</b>
<b>Total</b>						<b>68 H 00 M</b>	<b>110 H 20 M</b>	<b>-38%</b>

## ANEXO 13 – PROCURA DOS CONJUNTOS VU

Relativamente à procura do conjunto final por parte do cliente a empresa não apresentava até ao momento nenhum estudo, foi, portanto, realizada uma análise dos dados históricos através do *software excel*. Inicialmente exportou-se do Primavera, o sistema interno da empresa, para uma folha *excel*/ os registos dos consumos mensais realizadas pelo cliente durante os meses dos últimos 2 anos, é importante mencionar que não devem entrar para calculo meses atípicos como por exemplo os meses afetados pela fase pandémica passada (covid 19) ou meses que coincidem com o período de férias da empresa ou do cliente.

Registos historicos da procura dos conjuntos VU				
Ano	Mês	Total	Quantas semanas do mês houve encomendas	Média por semana
2022	Fevereiro	18204	4	9102
	Janeiro	31704	4	15852
2021	Dezembro	8518	2	8518
	Novembro	25920	4	12960
	Outubro	15936	4	7968
	Setembro	17472	3	11648
	Agosto	5760	1	11520
	Julho	24480	4	12240
	Junho	9120	2	9120
	Mai	15744	3	10496
	Abril	20736	4	10368
	Março	35799	5	14320
	Fevereiro	20080	4	10040
	Janeiro	22089	4	11044
2020	Dezembro	24384	4	12192
	Novembro	27359	4	13679
	Outubro	22243	5	8897
	Setembro	22560	5	9024
	Agosto	10209	2	10209
	Julho	20340	4	8137
	Junho	15130	4	7565
	Março	21100	4	10550
	Fevereiro	12480	2	12480
Janeiro	30623	5	12250	
Média		19916,25		10842

Considerou-se adequado considerar os consumos históricos referentes aos últimos 2 anos procurando assim uma maior precisão no estudo e permitindo analisar as flutuações da procura.

Depois de recolhidos os dados, o consumo mensal foi convertido em semanal, para isso dividiu-se a procura mensal apenas pelo número de semanas em que efetivamente o cliente realizou uma encomenda, ignorando as semanas em que não houve procura por parte deste. Tendo por base estes valores chegou-se a uma procura média semanal de 10842 unidades dos conjuntos VU, sendo que 5421 correspondem ao conjunto VU esquerdo e as outras 5421 ao VU direito. Uma vez que a unidade de encomenda é a palete, e uma paleta destes conjuntos tem 960 unidades, obtém-se:

$$\textit{Procura semanal em palates do VU} = \frac{5421}{960} = 5,64 \sim 6 \textit{ palates} = 5760 \textit{ unidades}$$

Sabendo, ainda, que tanto uma peça do conjunto VU esquerdo como do VU direito são formados por 5 terminais obtém-se a procura semanal dos terminais:

$$\textit{Procura semanal dos terminais} = (5760 \times 5) + (5760 \times 5) = 57600 \textit{ unidades}$$

Procura média semanal dos conjuntos		Procura média semanal de VU esquerdo		Procura média semanal de VU direito		Procura média semanal dos terminais
10842 unidades	12 palates	5421 unidades	6 palates	5421 unidades	6 palates	54210

## ANEXO 14 – TEMPOS DE CICLO DOS PROCESSOS DOS CONJUNTOS VU

Para os processos em estudo não foi necessário realizar um estudo de tempos, uma vez que são operações cujo tempos de ciclo não apresentavam grande variabilidade. Decidiu-se, no entanto, realizar uma medição por dia ao longo do mês de março, em cada processo, de forma a obter uma amostra significativa.

Registos dos tempos de ciclo do conjunto VU			
Posto de trabalho	Data	Turno	Tempo de ciclo (s)
Estampagem	01/03/2022	1	3
	02/03/2022	1	3
	04/03/2022	1	3
	10/03/2022	1	3
	11/03/2022	1	3
	14/03/2022	1	3
	21/03/2022	1	3
	22/03/2022	1	3
	23/03/2022	1	3
	30/03/2022	1	3
	31/03/2022	1	3
	Média		
Capacidade			1
Tempo de ciclo			3,0

Registos dos tempos de ciclo do terminal				
Posto de trabalho	Data	Turno	Tempo de ciclo (s)	
Bilher	01/03/2022	1	1,43	
	04/03/2022	1	1,43	
	08/03/2022	1	1,43	
	11/03/2022	1	1,43	
	14/03/2022	1	1,43	
	18/03/2022	1	1,43	
	21/03/2022	1	1,43	
	25/03/2022	1	1,43	
	28/03/2022	1	1,43	
	29/03/2022	1	1,43	
	30/03/2022	1	1,43	
	Média			1,43
	Capacidade			1
Tempo de ciclo			1,43	

Registos dos tempos de ciclo do conjunto VU				
Posto de trabalho	Data	Turno	Tempo de ciclo (s)	
Montagem	01/03/2022	1	14	
		2	14	
	02/03/2022	1	12	
		2	13	
	04/03/2022	1	13	
		2	12	
	10/03/2022	1	14	
		2	13	
	11/03/2022	1	15	
		2	13	
	14/03/2022	1	12	
		2	13	
	21/03/2022	1	12	
		2	12	
	22/03/2022	1	13	
		2	12	
	23/03/2022	1	14	
		2	13	
	30/03/2022	1	14	
		2	14	
	31/03/2022	1	12	
		2	13	
	Média			13,0
	Capacidade			2
Tempo de ciclo			6,5	

Registos dos tempos de processamento dos conjunto VU				
Posto de trabalho	Data	Turno	Tempo de ciclo (s)	
Soldar	01/03/2022	1	22	
		2	19	
	02/03/2022	1	20	
		2	21	
	04/03/2022	1	20	
		2	23	
	10/03/2022	1	18	
		2	20	
	11/03/2022	1	20	
		2	20	
	14/03/2022	1	22	
		2	21	
	21/03/2022	1	20	
		2	19	
	22/03/2022	1	19	
		2	19	
	23/03/2022	1	20	
		2	20	
	30/03/2022	1	20	
		2	21	
	31/03/2022	1	20	
		2	19	
	Média			20
	Capacidade			2
Tempo de ciclo			10	



Processo	Tempo de processamento (s)	capacidade	Tempo de ciclo (s)
Zincar	7200	43200	0,166666667
Secar	600	43200	0,013888889
Desgaseificar	28800	43200	0,666666667

Posteriormente realizou-se a média desses registos, os casos em que os processos têm capacidade de produção superior a um o raciocínio deve ser ligeiramente diferente. Por exemplo, a linha de zinco tem capacidade para 43200 unidades de uma só vez, sendo que para esse processo demora um tempo médio de 7200 segundos, para obter o tempo de ciclo, neste caso deve-se aplicar a seguinte equação:

$$\textit{Tempo de ciclo} = \frac{7200}{43200} = 0,166 \text{ segundos}$$

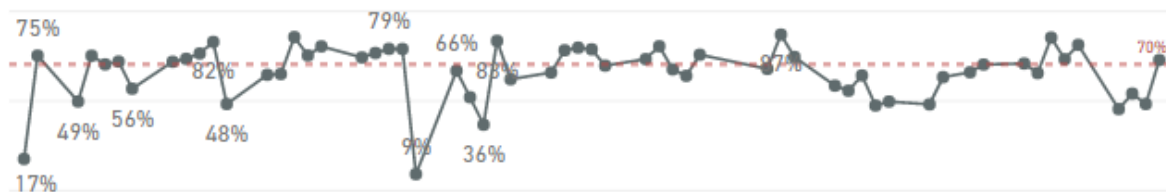
## ANEXO 15 – REGISTOS DOS VALORES DE OEE PARA OS PROCESSOS DO CONJUNTO VU RETIRADOS DO *POWER BI* DA EMPRESA

Para a operação de estampar os conjuntos VU é utilizada a prensa *Yangli JM31-250*, para a operação de estampar os terminais é utilizada a *Bihler* mecânica RM 35 e o processo de zincagem dos terminais acontece na linha automática zinco/níquel. O valor do OEE destas máquinas na produção das respetivas referências encontra-se registado no *Microsoft Power BI* da empresa. De seguida resumem os registos dos parâmetros do OEE, obtidos entre o mês de janeiro de 2022 a março de 2022 retiradas do *Microsoft Power BI* da empresa.

Secção	Máquina	Tempo em Produção	Tempo Total	Disponibilidade	Qtd.	Cadência real média	Cadência plan. média	Cadência máx. média	Desempenho	OEE
FT Pressas	63.14 - Prensa Yangli JM31-250	460 H 59 M	483 H 01 M	95%	194.671	451	1.000	1.000	45%	43%
	<b>Total</b>	<b>460 H 59 M</b>	<b>483 H 01 M</b>	<b>95%</b>	<b>194.671</b>	<b>451</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>45%</b>	<b>43%</b>
<b>Total</b>		<b>460 H 59 M</b>	<b>483 H 01 M</b>	<b>95%</b>	<b>194.671</b>	<b>451</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>45%</b>	<b>43%</b>

Secção	Máquina	Tempo em Produção	Tempo Total	Disponibilidade	Qtd.	Cadência real média	Cadência plan. média	Cadência máx. média	Desempenho	OEE
FT Bihlers Mecânicas	61.02 - Maq.defor.Auto.BIHLER RM 35	282 H 33 M	325 H 12 M	87%	722.181	2.201	2.030	2.030	135%	87%
	<b>Total</b>	<b>282 H 33 M</b>	<b>325 H 12 M</b>	<b>87%</b>	<b>722.181</b>	<b>2.201</b>	<b>2.030</b>	<b>2.030</b>	<b>135%</b>	<b>87%</b>
<b>Total</b>		<b>282 H 33 M</b>	<b>325 H 12 M</b>	<b>87%</b>	<b>722.181</b>	<b>2.201</b>	<b>2.030</b>	<b>2.030</b>	<b>135%</b>	<b>87%</b>

90 - Linha Automática Zinco / ZincoNíquel



A operação de secar e desgaseificar não apresentavam registos históricos no *power bi* da empresa, e dada a complexidade dos processos era difícil conseguir tirar conclusões num período de tempo tão curto sobre os valores de OEE. Foi, portanto, considerado os valores que as empresas tinham considerado como objetivo para estes casos. Sendo de 70% para a estufa de desgaseificação e de 86% para a máquina de secar.

## ANEXO 16 – ANÁLISE DOS REGISTOS DO PROCESSO DE MONTAGEM DOS CONJUNTOS VU

O primeiro passo para o cálculo da eficiência no processo de montagem foi reunir os dados da produção relativos aos últimos três meses, para isso foram consultadas as seguintes folhas de registo.

**ETMA METAL PARTS**  
10 Integrated Production Processes  
Subsidiary Support for the Development and Production of Prototypes

Máquina: *Peç. Montagem VII-LH*  
Peça: *Peç. Montagem VII-LH*

**Registo produção**

Operario	Data	Inicio Turno		Final Turno		Parcial	Peças NOK	OBS.
		Hora	Contador	Hora	Contador			
50	30/11/21	06:00		14:00	14 caixas	840		Das 9,15 às 11,30 Recupera Peças
344	30/11/21	14:00		14:00	15 caixas	900 +	28 peças	
50	02/12/21	06:00		14:00	13 caixas	780		
344	02/12/21	14:00		14:00	4 caixas	420		Ajud. em 6 horas
50	03/12/21	06:00		14:00	20 caixas	1200		
344	03/12/21	14:00		22:00	30 caixas	1800		Outras tarefas
50	07/12/21	06:00		14:00	17 caixas	1020		
344	07/12/21	14:00		22:00	16 caixas	960		
50	09/12/21	06:00		14:00	18 caixas	1080		
344	09/12/21	14:00		22:00	13 caixas	1020		
50	10/12/21	06:00		14:00	11 caixas	660		
344	10/12/21	14:00		22:00	17 caixas	1020		
50	13/12/21	06:00		14:00	12 caixas	720		Outras tarefas
344	13/12/21	14:00		18:00	9 caixas	540		
50	16/12/21	06:00		14:00	17 caixas	1020		
344	16/12/21	14:00		22:00	16 caixas	1056		
50	20/12/21	06:00		14:00	16 caixas	990		(60 peças ved. (20m))
344	20/12/21	14:00		22:00	16 caixas	1056		
50	22/12/21	06:00		15:00	9 caixas	540		com ajuda
344	22/12/21	14:00		22:00	25 caixas	1500		com ajuda
50	23/12/21	06:00		14:00	12 caixas	720		Recupera das 8:00 às 9:00 outras tarefas
344	23/12/21	14:00		22:00	12 caixas	792		Estabele ajuda e vida
50	14/01/22	06:00		14:00	16 caixas	960		
344	14/01/22	14:00		22:00	17 caixas	1020		

**ETMA METAL PARTS**  
10 Integrated Production Processes  
Subsidiary Support for the Development and Production of Prototypes

Máquina: *Peç. Montagem VII-LH*  
Peça: *Peç. Montagem VII-LH*

**Registo produção**

Operario	Data	Inicio Turno		Final Turno		Parcial	Peças NOK	OBS.
		Hora	Contador	Hora	Contador			
50	15/01/22	06:00		14:00	14 caixas	840		
344	15/01/22	14:00		22:00	8 caixas	480		
50	18/01/22	06:00		14:00	16 caixas	960		(Das 08:00 às 08:00 Recupera)
344	18/01/22	14:00		22:00	17 caixas	1020		
50	19/01/22	06:00		14:00	14 caixas	840		
344	19/01/22	14:00		22:00	17 caixas	1020		
50	20/01/22	06:00		14:00	14 caixas	840		
344	20/01/22	14:00		22:00	12 caixas	720		
50	21/01/22	06:00		14:00	16 caixas	960		Outras tarefas
344	21/01/22	14:00		22:00	16 caixas	960		
50	24/01/22	06:00		14:00	15 caixas	900		
344	24/01/22	14:00		22:00	17 caixas	1020		
50	25/01/22	06:00		15:00	12 caixas	720		
344	25/01/22	14:00		22:00	14 caixas	840		
50	26/01/22	06:00		15:00	19 caixas	1140		
344	26/01/22	14:00		22:00	15 caixas	900		
50	27/01/22	06:00		15:00	15 caixas	900		
344	27/01/22	14:00		22:00	17 caixas	1020		
50	28/01/22	06:00		14:00	14 caixas	840		Outras tarefas
344	28/01/22	14:00		22:00	17 caixas	1020		
50	29/01/22	06:00		14:00	14 caixas	840		
344	29/01/22	14:00		15:00	12 caixas	720		

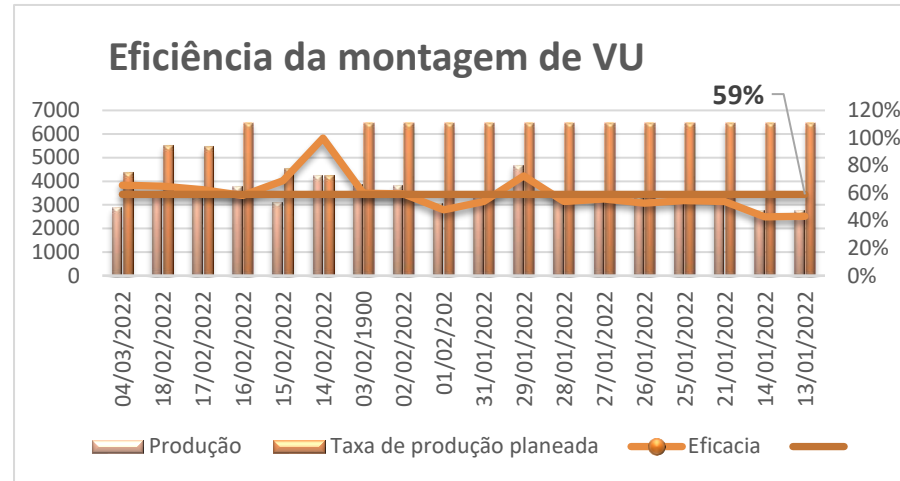
Operario	Data	Inicio Turno		Final Turno		Parcial	Peças NOK	OBS.
		Hora	Contador	Hora	Contador			
344	31/01/22	15:00		22:00	15 caixas	900		
50	01/02/22	08:00		15:00	12 caixas	720		
344	01/02/22	15:00		22:00	15 caixas	900		
50	02/02/2022	07:30		15:00	18 caixas	1080		
50	03/02/2022	08:00		15:00	16 caixas	960		
344	31/21/22	15:00		22:00	11	924		
50	04/02/2022	08:00		14:00	12 caixas	720		
344	4/2/22	14:00		22:00	14	924		
50	07/02/2022	08:00		13:00	12 caixas	720		Ajudi na fase final
344	10/2/22	14:00		22:00	17	1020		
50	14/02/2022	06:00		12:00	13 caixas	780		Sanção de 66 peças com 66 peças
344	14/02/22	14:00		20:00	12 caixas	792		
50	15/02/2022	06:00		12:30	15 caixas	900		
344	15/02/22	14:00		20:00	14 caixas	840		
50	16/02/22	06:00		12:00	12 caixas	720		
344	16/2/22	14:00		22:00	15 caixas	900		
50	17/02/2022	06:00		14:00	15 caixas	990		caixas com 66 peças
344	17/02/22	14:00		20:00	13 caixas	818		8 caixas com 66 peças
50	18/02/2022	06:00		09:00	6 caixas	360		caixas com 60 peças
50	03/02/2022	06:00		14:00	19 caixas	610		Das 05:45h às 11:45h fase a posterior
344	03/02/22	14:00		20:15	14 caixas	840		
50	04/02/2022	06:00		16:00	18 caixas	1080		
344	04/03/22	18:30		22:00	5 caixas	300		

Mod. 009/01.2

De forma a analisar os dados, organizou-se os registos numa folha excel.

Eficiência do proceso de montagem dos conjuntos VU								
Data	Produção real por turno	Produção real total	Paragens não planeadas (min)	Paragens Planeadas (min)	Tempo total de produção	Produção planeada por turno	Produção planeada total	Eficiência
04/03/2022	1800	2880		130	350	3231	4385	65,68%
	1080		225	130	125	1154		
18/02/2022	1800	3600	100	130	250	2308	5538	65,00%
	1800			130	350	3231		
17/02/2022	1980	3432		130	350	3231	5492	62,49%
	1452		105	130	245	2262		
16/02/2022	1920	3768		130	350	3231	6462	58,31%
	1848			130	350	3231		
15/02/2022	1560	3120	90	130	260	2400	4523	68,98%
	1560		120	130	230	2123		
14/02/2022	1440	4242	120	130	230	2123	4246	99,90%
	2802		120	130	230	2123		
03/02/1900	2280	3864		130	350	3231	6462	59,80%
	1584			130	350	3231		
02/02/2022	1920	3840		130	350	3231	6462	59,43%
	1920			130	350	3231		
01/02/202	1400	3080		130	350	3231	6462	47,67%
	1680			130	350	3231		
31/01/2022	1800	3480		130	350	3231	6462	53,86%
	1680			130	350	3231		
29/01/2022	1560	4680		130	350	3231	6462	72,43%
	3120			130	350	3231		
28/01/2022	1560	3480		130	350	3231	6462	53,86%
	1920			130	350	3231		
27/01/2022	1800	3600		130	350	3231	6462	55,71%
	1800			130	350	3231		
26/01/2022	1400	3400		130	350	3231	6462	52,62%
	2000			130	350	3231		
25/01/2022	1600	3520		130	350	3231	6462	54,48%
	1920			130	350	3231		
21/01/2022	1800	3480		130	350	3231	6462	53,86%
	1680			130	350	3231		
14/01/2022	1680	2760		130	350	3231	6462	42,71%
	1080			130	350	3231		
13/01/2022	1200	2784		130	350	3231	6462	43,09%
	1584			130	350	3231		
Média								59%

Após realizar o cálculo diário do valor da eficiência realizou-se a média destes valores obtendo um valor médio de eficiência de 59%



## ANEXO 17 – ANÁLISE DOS REGISTOS DO PROCESSO DE SOLDADURA DOS CONJUNTOS VU

O primeiro passo para calcular o OEE da máquina de soldar os conjuntos VU foi organizar os registos da produção (Anexo 7 – Registos de produção na máquina de soldar) numa folha excel.

OEE da máquina de soldar conjuntos VU													
Data	Produção	Peças Ok	Defeitos	Paragens não planeadas (PNP)	Paragens planeadas (PP)	Tempo de ciclo (s)	Desempenho	POT=TT-PP (min)	Tempo de funcionamento=POT-PNP (min)	Disponibilidade	Qualidade	OEE	
04/03/2022	1900	1891	9		45m aquecimento + lanches	10		755	755				
	1922	1914	8		lanches		84%	755		100,00%	99,6%	84,0%	
02/02/2022	1856	1852	4		45m aquecimento + lanches				755	755	100,00%	99,8%	87,3%
	2106	2102	4		lanches		87%						
03/02/2022	1700	1693	7		45m aquecimento + lanches				755	755	100,00%	99,7%	77,0%
	1800	1797	3		lanches		77%						
04/02/2022	1720	1716	4		45m aquecimento + lanches				755	755	100,00%	99,9%	84,2%
	2100	2100	0		lanches		84%						
14/02/2022	1756	1747	9		45m aquecimento + lanches				755	740	98,01%	99,4%	77,7%
	1786	1773	13	Falha na camara(15min)	lanches		80%						
15/02/2022	1610	1605	5		45m aquecimento + lanches				755	755	100,00%	99,0%	78,2%
	1968	1936	32		lanches		79%						
16/02/2022	1700	1689	11		45m aquecimento + lanches				755	755	100,00%	99,4%	79,7%
	1932	1921	11		lanches		80%						
17/02/2022	1810	1804	6		45m aquecimento + lanches				755	755	100,00%	99,7%	82,5%
	1940	1934	6		lanches		83%						
01/02/2022	1702	1696	6		45m aquecimento + lanches				755	755	100,00%	99,7%	83,7%
	2100	2094	6		lanches		84%						
31/01/2022	1816	1811	5		45m aquecimento + lanches				755	755	100,00%	99,7%	84,0%
	2000	1995	5		lanches		84%						
28/01/2022	1728	1722	6	Falha de camara (30 min)	45m aquecimento + lanches				755	725	96,03%	99,7%	78,8%
	1852	1847	5		lanches		82%						
27/01/2022	1672	1664	8	Falhas (30 min)	45m aquecimento + lanches				755	725	96,03%	99,7%	83,0%
	2100	2098	2		lanches		87%						
26/01/2022	2004	2000	4		45m aquecimento + lanches				755	755	100,00%	99,8%	85,1%
	1856	1854	2		lanches		85%						
25/01/2022	1782	1780	2		45m aquecimento + lanches			755	755	100,00%	99,8%	87,1%	
	2170	2166	4		lanches	87%							
24/01/2022	1778	1774	4	Falha na camara(15min)	45m aquecimento + lanches			755	740	98,01%	99,7%	80,1%	
	1864	1856	8		lanches	82%							
21/01/2022	1721	1716	5	Falha na camara(30min)	45m aquecimento + lanches			755	725	96,03%	99,2%	77,4%	
	1812	1789	23		lanches	81%							
20/01/2022	1844	1836	8		45m aquecimento + lanches			755	755	100,00%	99,5%	74,7%	
	1554	1546	8		lanches	75%							
Média							83%			99,07%	99,6%	81%	

Depois de reunidos todos os dados necessários calculou-se para cada dia os parâmetros do OEE através da equação (4), da equação (5) e da equação (6) da secção 4.2.1, depois de calcular os parâmetros calculou-se o valor do OEE diário. Por fim realizou-se a média destes valores tendo obtido um valor médio de OEE de 81

## ANEXO 18 – REGISTOS DOS TEMPOS DE *SETUP* NOS PROCESSOS RELATIVOS AOS CONJUNTOS VU

O tempo de *setup*, apenas se calculou para as operações de estampar os circuitos, na operação de estampar os terminais e na operação de soldar, visto que no restantes este é insignificante.

Para obter o tempo de *setup* na prensa de estampar os circuitos recolheu-se os registos dos últimos 8 meses referentes aos tempos de *setup* de qualquer peça para o circuito VU esquerdo ou VU direito. É da responsabilidade do operador que realiza o *setup* registar o início e o fim do *setup* sendo que estes registos são automaticamente integrados no *software Power BI*, verificou-se, no entanto, que os dados registados apresentavam algumas lacunas não sendo possível através dos dados fazer uma análise real. Dada a impossibilidade de acompanhar um *setup* do início ou fim decidiu-se recolher as informações com os operadores e chef de secção, depois de conversar com estes conclui-se que um tempo de *setup* ,neste caso, pode demorar no máximo 7h.

Para o tempo de *setup* da Bihler utilizada para a estampagem dos terminais recolheu-se os registos dos últimos 8 meses, também neste caso é o operador responsável pelo *setup* que regista o início e o fim do *setup* sendo que estes registos são automaticamente integrados no *software Power BI*, verificou-se, no entanto, que os dados registados apresentavam algumas lacunas sendo essencial perceber junto dos operadores quais os dados incoerentes para estes não serem considerados na análise.

Secção	Máquina	Início OP	O.F.	Em Montagem	Artigo	Setup Plan.	Setup Real	Setup Plan./Real
FT Bihlers Mecânicas	61.02	19-08-2021	2101402.00	Falso	327806588	4 H 00 M	7 H 18 M	-45%
		02-09-2021	PA08925G02	Falso	521608925	4 H 00 M	9 H 07 M	-56%
		07-09-2021	2101399.00	Falso	327706047	4 H 00 M	23 H 31 M	-83%
		30-09-2021	2102308.00	Falso	321608925	4 H 00 M	21 H 18 M	-81%
		26-10-2021	2102934.00	Falso	321707797	6 H 00 M	35 H 11 M	-83%
		18-01-2022	2103272.00	Falso	321007959	8 H 00 M	9 H 05 M	-12%
		09-02-2022	2200217.00	Falso	321008381	8 H 00 M	8 H 31 M	-6%
		<b>Total</b>					<b>38 H 00 M</b>	<b>114 H 01 M</b>
<b>Total</b>					<b>38 H 00 M</b>	<b>114 H 01 M</b>	<b>-67%</b>	
<b>Total</b>					<b>38 H 00 M</b>	<b>114 H 01 M</b>	<b>-67%</b>	



Os dados coletados foram então filtrados obtendo os seguintes registros.

Tempos de setup bilher mecanida referentes ao terminal		
Peça inicial	Peça final	Tempo de setup (segundos)
x	6588	30660
6588	8925	25200
7797	7959	28800
7959	8381	28800
Média		28365 8H

Realizou-se uma média dos valores registados tendo obtido um tempo de *setup* médio de 7h e 52 minutos, através de conversas com os operadores decidimos arredondar este valor considerando 8h de tempo de *setup*.

Relativamente à máquina de soldar não havia registos dos tempos de *setup*, em conversa com o chefe de secção responsável por realizar o *setup* da máquina concluiu-se que no máximo um *setup* nesta máquina para começar a produção destes conjuntos pode demorar no máximo 1h e 30 minutos, sendo que foi este o valor considerado.

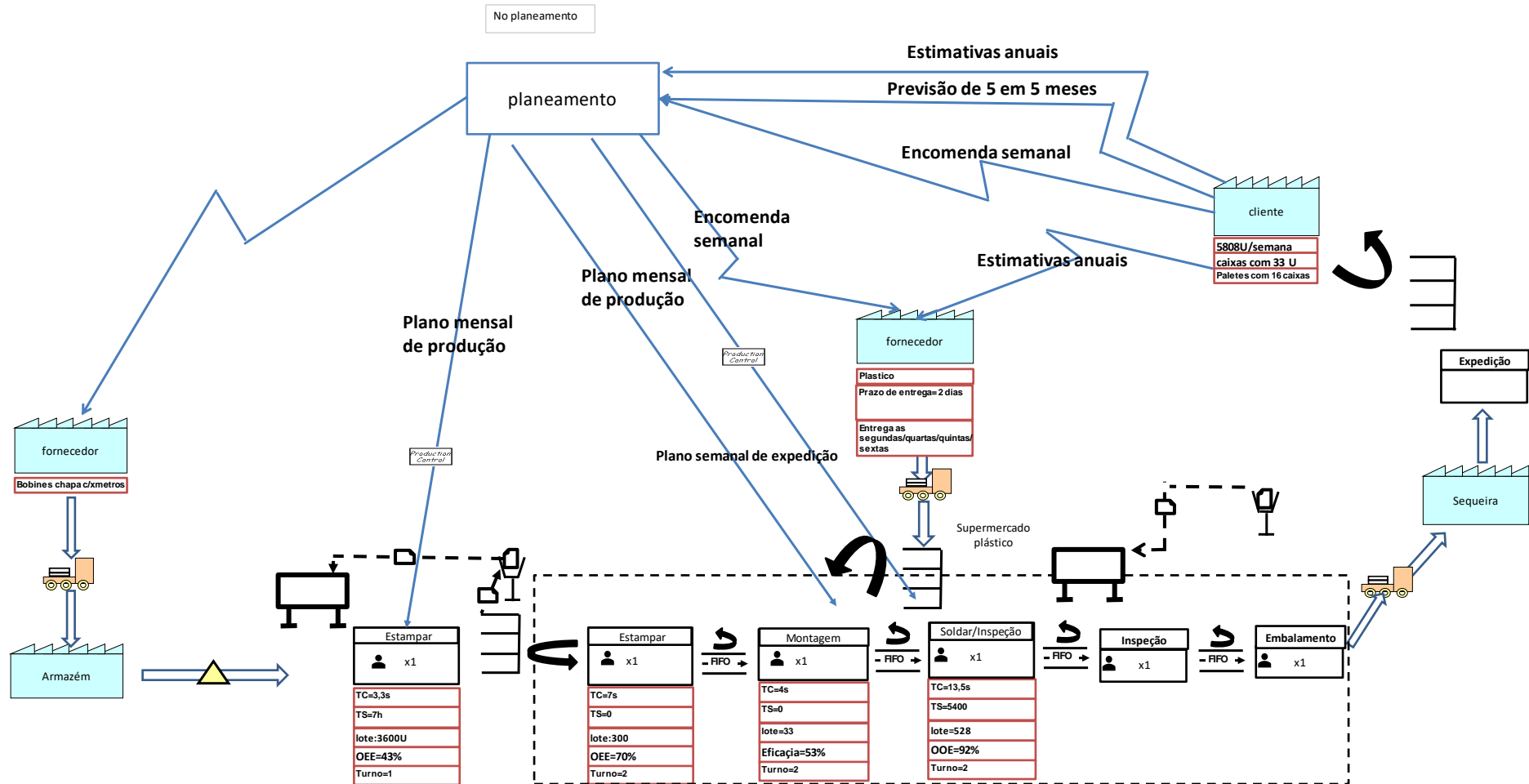
## ANEXO 19 – NÚMERO DE TURNOS, TAMANHO DOS LOTES E TEMPO PLANEANDO PARA A PRODUÇÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DOS CONJUNTOS VU

Os dados relativos ao número de turnos e tamanho dos lotes foram visualizados ao longo das visitas ao chão de fábrica e discutidos com alguns colaboradores. Para calcular o POT que é o tempo planeado para a produção em cada posto de trabalho foi aplicada a equação (1) da secção 4.2.1.

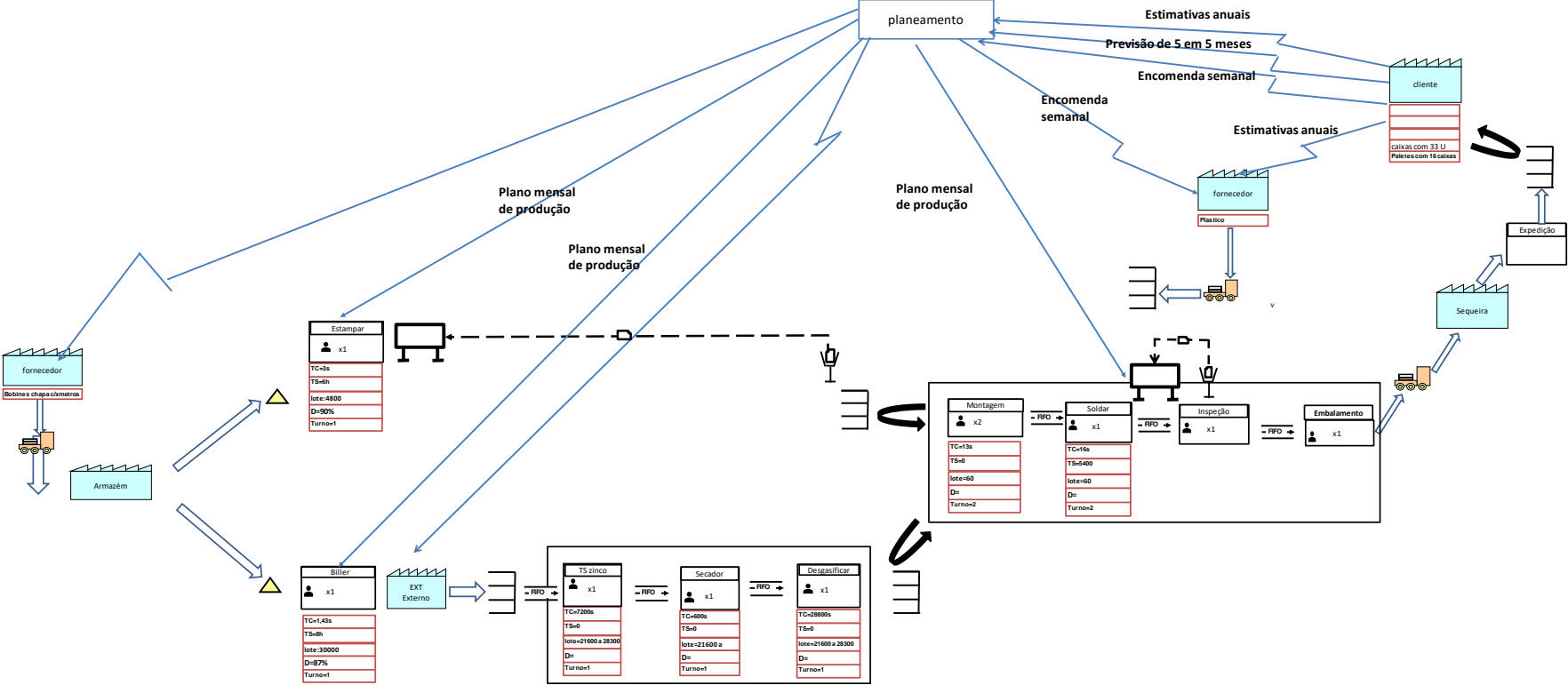
Recolha de dados			
Operação	Turnos	POT (min)	Tamanho do lote
Estampar	1	$540 - 90 = 450$	$400 \times 12 = 4800$
Bihler	1	540	25000
Zincar/secar/desgaseificar	1	$540 - 60 = 480$	432000
Montar	2	$960 - 260 = 700$	60
Soldar	2	$960 - 205 = 755$	$60 \times 12 = 960$

A máquina de *Bihler* é automática pelo que não precisa de um operador totalmente dedicado a produção desta, considerando isto, a máquina nunca para de produzir nem nas pausas planeadas por parte dos operadores sendo assim o tempo planeado para a produção de 9h.

# ANEXO 20 – VSM DO ESTADO FUTURO DO CONJUNTO VP



# ANEXO 21 – VSM DO ESTADO FUTURO DOS CONJUNTOS VU



## ANEXO 22 – CÁLCULO DO NÚMERO DE *KANBANS*


Na secção 5.1.3 dimensionou-se o número de *kanbans* para a referência 7974 produzida no posto de trabalho da estampagem, neste anexo apresentam-se os cálculos efetuados para as restantes referências nos diferentes postos de trabalho. Só aparecerão os valores das variáveis, uma vez que o raciocínio para chegar aos valores dos diferentes parâmetros é o mesmo que o explicado na secção 5.1.3. O número de *kanbans* para o circuito VU esquerdo (8184) é o mesmo que o número de *kanbans* do circuito VU uma vez que são peças independentes, mas cujo processo cliente e fornecedor são exatamente iguais o mesmo acontece com o conjunto final VU esquerdo (8537) e o conjunto final VU direito (8539). De seguida apresenta-se os dados necessários para o cálculo do número de *kanbans* de cada referência nos diferentes postos de trabalho que foram reunidos e organizados numa folha *excel*.

Dados recolhidos																
Rerências 8184/8185 no posto de trabalho 63.14	Procura (peças/dia)	1152	Referência 7974 no posto de trabalho 63.20	1162	Referência 8541 no posto de trabalho da montagem	1162	Referência 8539/8537 no posto de trabalho da montagem	1152	Referência 8541 no posto de trabalho 40.64	1162	Referência 8539/8537 no posto de trabalho 40.64	1152	Referência 8381 no posto de trabalho 61.02	11520	Referência 8381 no posto de trabalho 90.01	11520
	NPK (peças/kanban)	4800		3600		528		960		528		960		25000		25000
	Tamanho do lote (peças)	4800		300		33		60		528		960		25000		25000
	POT (minutos)	450		520		720		700		755		755		540		540
	RT1 (minutos)	60		0		0		0		60		60		30		0
	RT2 (minutos)	2925		35		2,2		8,5		2265		1510		0		480
	RT3 (minutos)	30		10		10		20		0		0		0		0
	RT4 (minutos)	420		0		0		0		90		90		480		0
	RT5 (minutos)	270		420		35,2		136		148,8		214		8875,833		1275
	RT5(minutos)	60		0		0		0		120		120		1080		0
	Sucata (%)	3%		3%		3%		3%		3%		3%		3%		3%
	Retrabalho (%)	3%		3%		3%		3%		3%		3%		3%		3%
	Desvio da procura (%)	18,21%		26,33%		26,33%		18,21%		26,33%		18,21%		18,21%		18,21%
	OEE (%)	43%		70%		53%		59%		92%		93%		87%		90%
	TC (minutos)	0,05		0,11667		0,06667		0,1417		0,225		0,1917		0,023833		0,0142
	Procura máxima (peças/dia)	1586		1891		1891		1586		1891		1586		15860		15860
	Quantidade adicional (peças)	0		0		0		0		0		0		0		0

Através destes dados e aplicando para cada referência nos diferentes postos de trabalho as equações explicadas na secção 5.1.3 , obteve-se para cada variável os seguintes valores:

Cálculos realizados																
Referências 8184/8185 no posto de trabalho 63.14	K	5	Referência 7974 no posto de trabalho 63.20	2	Referência 8541 no posto de trabalho da montagem	3,0	Referência 8539/8537 no posto de trabalho da montagem	2	Referência 8541 no posto de trabalho 40.64	15	Referência 8539/8537 no posto de trabalho 40.64	6	Referência 8381 no posto de trabalho 61.02	12	Referência 8381 no posto de trabalho 90.01	3
	RE	3		1		1		1		8		4		9		2
	LO	0		0		0		0		0		0		0		0
	WI	0		0		1		0		5		1		1		0
	SA	2		1		1		1		2		1		2		1
	Rtloop (minutos)	3765		465		47,4		164,5		2683,8		1994		10465,833		1755
	WA	13270		1691		125		373		6722		4189		307386		51545
	SA1	1,577492		0,141393		0,111884		0,159608		1,026578		0,307826		1,6057773		0,207417
	SA2	0,005034		0,001237		0,000623		0,000707		0,033526		0,007945		0,0223876		0,003754
	SA3	0		0		0		0		0		0		0		0
	Waext	20834		2199		184		526		7260		4482		347346		56699,5
	Rtloopext (minutos)	5911,05		604,5		69,678		231,945		2898,504		2133,58		11826,392		1930,5

## ANEXO 23 – CARTÕES *KANBAN* DESENVOLVIDOS



Nº do artigo: 8184 		Designação:  <b>Placa.Circuito</b> (VU. esquerdo)
Peças por kanban: <b>4800</b>		Fluxo Prensa(63.14) - Montagem Supermercado
Peças por caixa <b>400</b>	Caixas por palete <b>12</b>	<b>Circuitos</b>

Nº do artigo: 8185 		Designação:  <b>Placa.Circuito</b> (VU. direito)
Peças por kanban: <b>4800</b>		Fluxo Prensa(63.14) - Montagem Supermercado
Peças por caixa <b>400</b>	Caixas por palete <b>12</b>	<b>Circuitos</b>


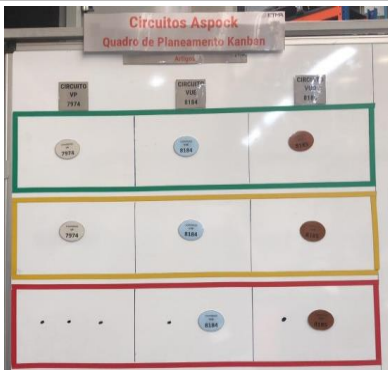
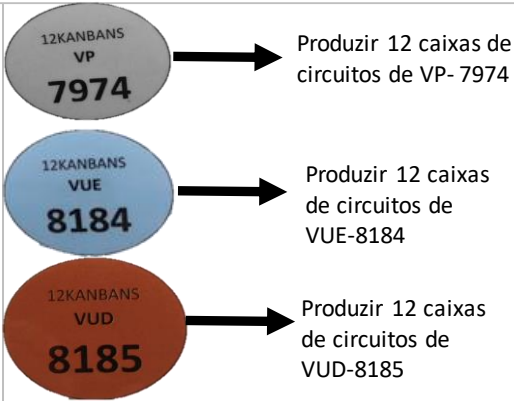
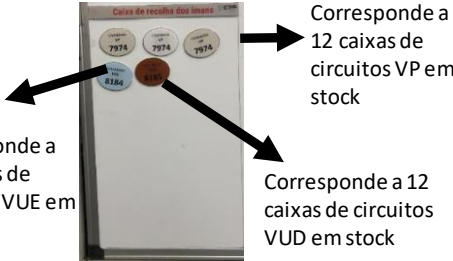
Nº do artigo: 7974 		Designação:  <b>Placa.Circuito</b> (VP)
Peças por kanban: <b>3600</b>		Fluxo prensa dobrar (63.20) Supermercado
Peças por caixa <b>300</b>	Caixas por palete <b>12</b>	<b>Circuitos</b>

Nº do artigo: 8541 		Designação:  <b>Conj.Placa.Circuito</b> (VP)
Peças por kanban: <b>528</b>		Fluxo Soldar(40.64) - Cliente final Supermercado
Peças por caixa <b>33</b>	Caixas por palete <b>16</b>	<b>Produto final</b>

Nº do artigo: 8539 		Designação:  <b>Conj.Placa.Circuito</b> (VU. direito)
Peças por kanban: <b>960</b>		Fluxo Soldar(40.64) - Cliente final Supermercado
Peças por caixa <b>60</b>	Caixas por palete <b>16</b>	<b>Produto final</b>

Nº do artigo: 8537 		Designação:  <b>Conj.Placa.Circuito</b> (VU. esquerdo)
Peças por kanban: <b>960</b>		Fluxo Soldar(40.64) - Cliente final Supermercado
Peças por caixa <b>60</b>	Caixas por palete <b>16</b>	<b>Produto final</b>

# ANEXO 24 – INSTRUÇÃO DE TRABALHO DO SISTEMA *KANBAN* NO PROCESSO DE ESTAMPAGEM DOS CIRCUITOS

		<h2>Instrução de Trabalho</h2>		
<b>IT/GT– Funcionamento do sistema Kanban para os circuitos da Aspoeck( 7974 e 8184/8185)</b>				
Elaborado	Aprovado	Revisão	Data	Pag.
Bruna Fernandes		0	19-07-2022	1 / 4
<b>1. OBJECTIVO</b>				
Esta instrução de trabalho tem como objetivo exemplificar o funcionamento do sistema kanban para as referências 7974 e 8184/8185				
<b>2. Explicação</b>				
2.1	Quadro de planeamento constituído por três zonas: Verde; amarelo e vermelho. O quadro indica a quantidade a produzir, sendo que cada ponto desenhado representa a quantidade máxima de imans que cada zona deve ter			
2.2	Cada iman no quadro representa a produção de paletes			
2.3	Cada iman na caixa de recolha representa 12 caixas de circuitos final em stock			




# Instrução de Trabalho

## IT/GT– Funcionamento do sistema Kanban para os conjuntos da Aspoeck( 8541 e 8537/8539)

Elaborado	Aprovado	Revisão	Data	Pag.
Bruna Fernandes			19-07-2022	2 / 4


**2.4** Cada caixa é dedica à produção de uma só referência, estando devidamente identificada com um cartão kanban



**2.5** Os cartões kanban nas caixas indicam informações relevantes para a produção da referência

Nº do artigo: 7974	Designação: Placa Ci.Metal (VP)	ETMA	→ Produzir 300 peças de circuito VP
Peças por kanban: <b>300</b>	Fluxo: Prensa(63.14) - Prensa dobrar (63.20) Supermercado		
Kanban por lote: <b>12</b>	Peças por lote: <b>3600</b>	Circuitos	
Nº do artigo: 8184	Designação: Placa.Circuito (V.U.LH)	ETMA	→ Produzir 400 peças de circuito VUE
Peças por kanban: <b>400</b>	Fluxo: Prensa(63.14) - Montagem Supermercado		
Kanban por lote: <b>12</b>	Peças por lote: <b>4800</b>	Circuitos	
Nº do artigo: 8185	Designação: Placa.Circuito (V.U.RH)	ETMA	→ Produzir 400 peças de circuito VUD
Peças por kanban: <b>400</b>	Fluxo: Prensa(63.14) - Mo ntagem Supermercado		
Kanban por lote: <b>12</b>	Peças por lote: <b>4800</b>	Circuitos	

**2.6** Quando acumuladas 12 caixas vazias de circuito de uma referência estas devem ser transportadas para o parque de caixas vazias

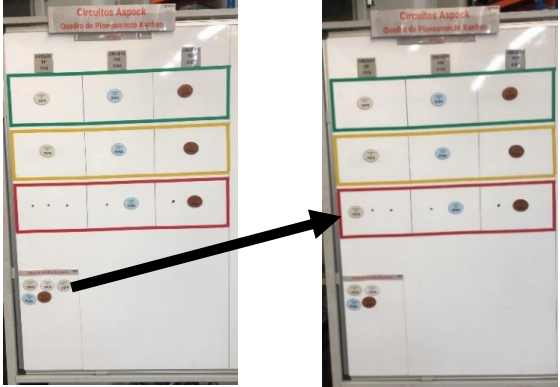


## IT/GT– Funcionamento do sistema Kanban para os conjuntos da Aspoeck( 8541 e 8537/8539)

Elaborado	Aprovado	Revisão	Data	Pag.
Bruna Fernandes	0	0	19-07-2022	3 / 4


2.6.1

Depois de transportar as caixas para o parque deve pegar no imã correspondente a essas caixas que se encontra na caixa de recolha de ímãs e colocá-lo no quadro de cima para baixo, ou seja, do verde para o vermelho



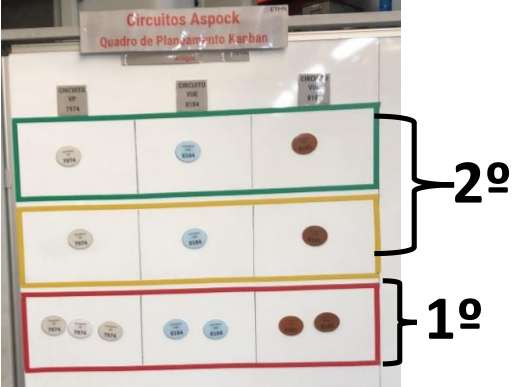
2.7

Ao iniciar a produção de uma referência deve-se ir ao parque das caixas vazias e recolher as caixa associada a esse artigo



2.7.1

Deve produzir primeiro as referências que se encontram na zona vermelha e so depois as que se encontram na amarela e verde



# Instrução de Trabalho

**IT/GT– Funcionamento do sistema Kanban para os conjuntos da Aspoeck( 8541 e 8537/8539)**


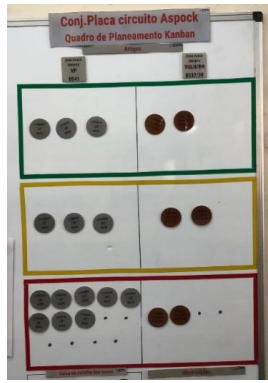
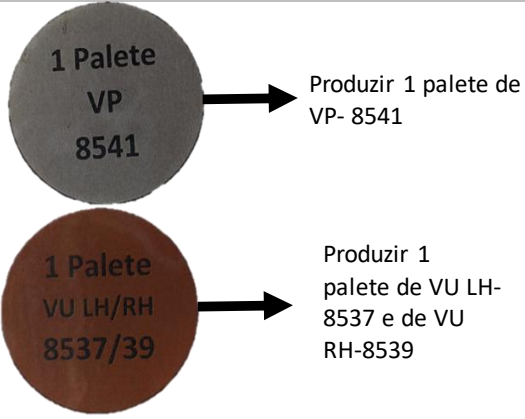
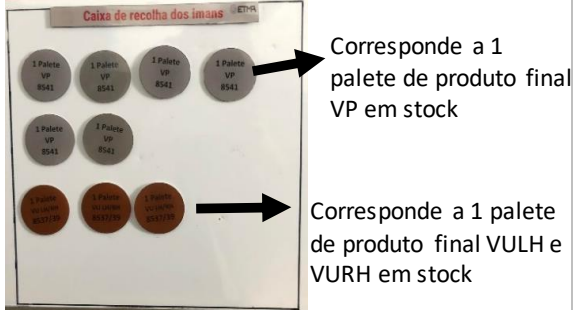
Elaborado	Aprovado	Revisão	Data	Pag.
				4 / 4

**2.7.2** Só deve mudar de referência se ocorrer um sinal vermelho

**2.7.3** Quando produzida 1 palete deve retirar o iman que representa a produção dessa paleta do quadro e colocá-lo na caixa de recolha

**2.8** O operador logístico deve passar no inicio e no fim do turno da manhã e da tarde para verificar o estado da produção, caso haja paletes de circuitos produzidas deve transporta-las para o supermercado de circuitos.

# ANEXO 25 – INSTRUÇÃO DE TRABALHO DO SISTEMA *KANBAN* NO PROCESSO DE SOLDADURA DOS CONJUNTOS

		<h2>Instrução de Trabalho</h2>		
<b>IT/GT – Funcionamento do sistema Kanban para os conjuntos da Aspoeck( 8541 e 8537/8539)</b>				
Elaborado	Aprovado	Revisão	Data	Pag.
Bruna Fernandes			19-07-2022	1 / 3
<b>1. OBJECTIVO</b>				
Esta instrução de trabalho tem como objetivo exemplificar o funcionamento do sistema kanban para as referências 8541 e 8537/8539				
<b>2. Explicação</b>				
2.1	Quadro de planeamento constituído por três zonas: Verde; amarelo e vermelho. O quadro indica a quantidade a produzir, sendo que cada ponto desenhado representa a quantidade máxima de imãs que cada zona deve ter			
2.2	Cada ímã no quadro representa a produção de paletes			
2.3	Cada ímã na caixa de recolha representa uma paleta de produto final em stock			


# Instrução de Trabalho

IT/GT– Funcionamento do sistema Kanban para os conjuntos da Aspoeck( 8541 e 8537/8539)

Elaborado	Aprovado	Revisão	Data	Pag.
Bruna Fernandes			19-07-2022	2 / 3

2.4

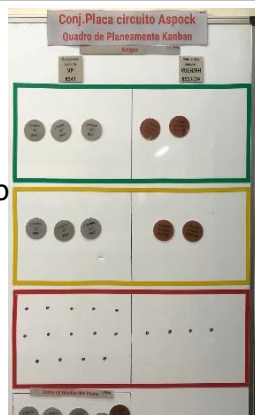
Deve produzir as referências por ordem: primeiro as referências dos imãs que tiverem na zona vermelha, depois amarela e por fim na verde



2.4.1

Se mais que uma referência estiver na mesma zona produza de acordo com o setup atual

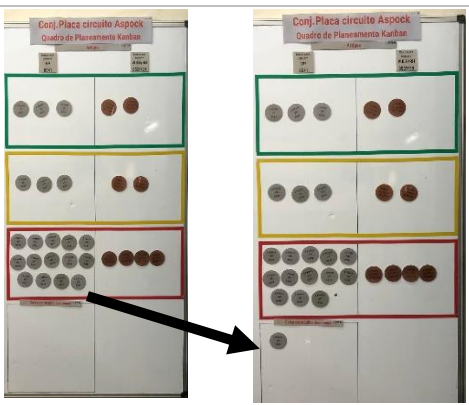
Produção atual:VP



Continuar a produzir :VP

2.4.2

Quando produzida 1 palete deve retirar o iman que representa a produção dessa palete do quadro e colocá-lo na caixa de recolha



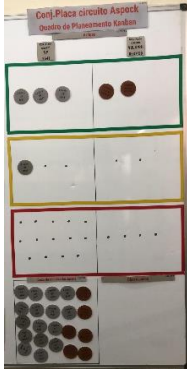
# Instrução de Trabalho

## IT/GT– Funcionamento do sistema Kanban para os conjuntos da Aspoeck ( 8541 e 8537/8539)

Elaborado	Aprovado	Revisão	Data	Pag.
Bruna Fernandes	0	0	19-07-2022	3 / 3

**2.5** Quando se envia uma encomenda para o cliente o responsável deve atualizar o quadro e a caixa de recolha

Situação atual

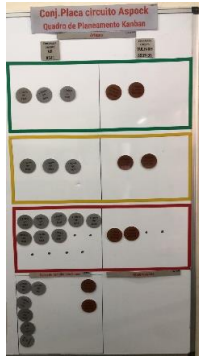


	19/07/2022
20-0107-217	10
20-0109-227	4
20-0108-227	4


↓

Envio para o cliente de 10 paletes de VP e 4+4 de VU

Atualização do quadro



**2.6** Quando não for possível seguir o funcionamento normal do quadro devem ser cumpridas as indicações colocadas nas observações pelo responsável



**2.8.1**

## ANEXO 26 – INSTRUÇÃO DE TRABALHO DO SISTEMA *KANBAN* NO PROCESSO DE TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE

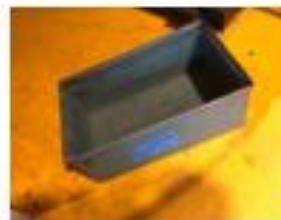
	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>
IT/GT.045 ORDEM DE PRODUÇÃO KANBAN para terminal Aspoeck	

Elaborado	Aprovado	Revisão	Data	Pág.
Bruno Fernandes		0	19/07/2022	1/3

### 1. OBJETIVO

Esta instrução de trabalho tem como objetivo definir, a metodologia do Kanban a aplicar.

#### 1.1. Caixas a utilizar no Kanban.



**ATENÇÃO:** NÃO PODEM SER UTILIZADAS OUTRAS CAIXAS. Caso não tenha caixa comunicar ao chefe de sector.

#### 1.2. Identificação parques de material.



### 2. Procedimento

**"INFORMAÇÃO PARA OPERADORES DA LINHA DE TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE:"**

#### 2.1. Ordens de Produção

- 2.1.1 No parque **P KANBAN (Terminal)**, encontram-se as caixas vazias do terminal
- 2.1.2 Produção do terminal **deve INICIAR** sempre que a linha verde seja atingida na totalidade pelas caixas vazias;
- 2.1.3 Produção do terminal é **PRIORITÁRIA** sempre que a linha amarela seja atingida pelas caixas vazias;
- 2.1.4 Produção do terminal é **URGENTE** sempre que a linha vermelha seja atingida;



Exemplo:  
**2 Caixas:** Iniciar produção

#### 2.2. Após Produção

- 2.2.1. Colocar peças no parque P4A PRODUTO ACABADO e aguardar pela aprovação qualidade;

Atual: 09/07/2022


	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>
<b>IT/GT.045 ORDEM DE PRODUÇÃO KANBAN para terminal Aspoeck</b>	

2.2.2. Após aprovação qualidade com FICHA VERDE Mod.005/DQ1. Levar as peças para o parque P montagem terminal;



**"INFORMAÇÃO PARA OPERADORES DAS MONTAGENS:"**

2.3. Retorno das caixas para PKANBAN (terminal)

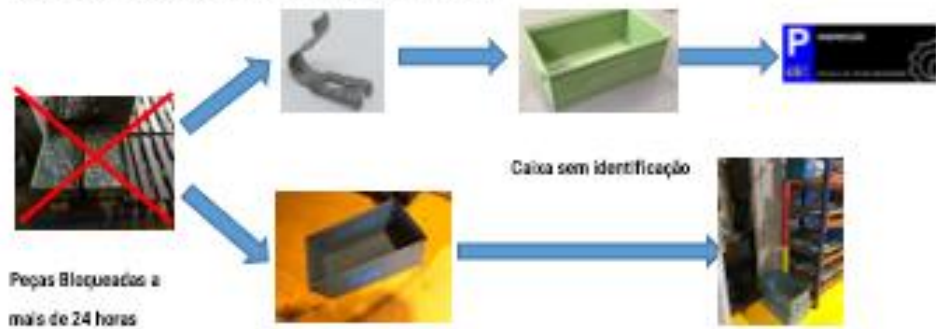
2.3.1. Sempre que consumida no processo de montagem uma caixa  esta deverá ser colocada novamente no parque P KANBAN (terminal);



2.4. Caso exista bloqueio da qualidade por mais de 24h:

2.4.1. Vazar peças para caixas limpas **sem ID de KANBAN** e colocar no parque Qualidade

2.4.2. Colocar **caixa vazia KANBAN** no respectivo parque (Fig.2D)



2.4.3. Caso as peças sejam desbloqueadas pela Qualidade, colocar novamente as peças nas respectivas caixas KANBAN.



## ANEXO 27 – INSTRUÇÃO DE TRABALHO DO SISTEMA *KANBAN* NO PROCESSO DE ESTAMPAGEM DOS TERMINAIS

		<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>		
IT/GT.045 ORDEM DE PRODUÇÃO <i>KANBAN</i> para terminal Aspoek				
<b>Elaborado</b>	<b>Aprovado</b>	<b>Revisão</b>	<b>Data</b>	<b>Pág.</b>
Bruna Fernandes		03	19/07/2022	1/3

### 1. OBJETIVO

Esta instrução de trabalho tem como objetivo definir, a metodologia do *Kanban* a aplicar.

#### 1.1. Cadeiras a utilizar no *Kanban*.



**ATENÇÃO:** NÃO PODEM SER UTILIZADAS OUTRAS CAIXAS. Caso não tenha caixa comunicar ao chefe de sector.

### 1. Procedimento

#### "INFORMAÇÃO PARA OPERADORES DA LINHA DE TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE."

#### 2.1. Ordens de encomenda

- 2.1.1. No parque **P *KANBAN* (terminal)**, encontram-se as caixas com os terminais para tratamento de superfície.
- 2.1.2. As caixas com os terminais depois de enviadas para tratamento de superfície devem aguardar novas peças no parque de caixas vazias.
- 2.1.3. Sempre que a linha amarela fique totalmente visível, ou seja, quando existir no parque 6 caixas deve ser enviado um sinal ao planeamento, responsável por fazer chegar mais terminais.



Figura 5 – Exemplo:  
**6 Caixas:** lançar ordem de encomenda

#### 2.2. Chegada das peças da atividade externa

- 2.2.1. Colocar peças nas caixas próprias que se encontram na zona de caixas vazias e coloca-las no parque peças de act. externa e aguardar pela aprovação qualidade.
- 2.2.2. Após aprovação qualidade com **FICHA VERDE** Mod.005/DQ1. Levar as peças para o parque *P kanban* terminal para zincar.

Mod.004/DQ.1

	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>
<b>IT/GT.045 ORDEM DE PRODUÇÃO KANBAN para terminal Aspoek</b>	

- 2.3. Caso exista bloqueio da qualidade por mais de 24h:
- 2.3.1. Vazar peças para caixas limpas **sem ID de KANBAN** e colocar no parque Qualidade
  - 2.3.2. Colocar **caixa vazia KANBAN** no respectivo parque (Fig.20)
  - 2.3.3. Caso as peças sejam desbloqueadas pela Qualidade, colocar novamente as peças nas respectivas caixas KANBAN.



- 2.4. Retorno das caixas para PKANBAN (terminal) na bilher
- 2.4.1. Sempre que um tabuleiro dedicado aos terminais vindos da atividade externa ficar vazio deverá ser colocada novamente no parque P KANBAN (terminal).

**"INFORMAÇÃO PARA OPERADORES DA ESTAMPAGEM NA BILHER:"**

- 3.1. Produção na bilher
- 3.1.1. No parque P KANBAN (Terminal), encontram-se as caixas vazias do terminal
  - 3.1.2. Produção do terminal **deve INICIAR** sempre que a linha verde seja atingida na totalidade pelas caixas vazias;
  - 3.1.3. Produção do terminal é **PRIORITÁRIA** sempre que a linha amarela seja atingida pelas caixas vazias;
  - 3.1.4. Produção do terminal é **URGENTE** sempre que a linha vermelha seja atingida;
- 3.2. Após Produção
- 3.2.1. Colocar peças no parque de peças para enviar para atividade externa

# ANEXO 28 – INSTRUÇÃO DE TRABALHO DO MECANISMO DE GESTÃO DE STOCK CRIADO PARA O PLÁSTICO



## Instrução de Trabalho

IT/GT– Funcionamento do sistema Kanban para o plástico da Aspoeck ( 8540 e 8536/8538)

Elaborado	Aprovado	Revisão	Data	Pag.
Bruna Fernandes			19-07-2022	1 / 4

### 1. OBJECTIVO

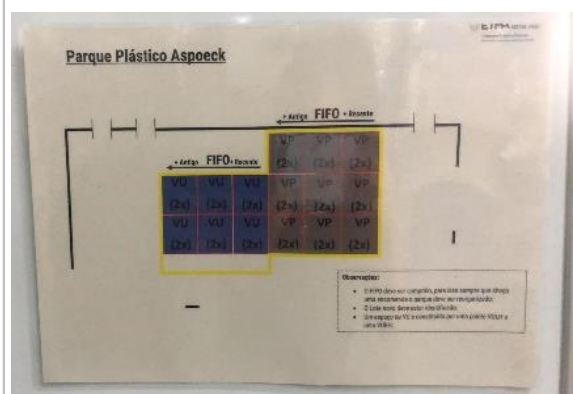
Esta instrução de trabalho tem como objetivo exemplificar o funcionamento do sistema kanban para as referências 8540 e 8536/8538

### 2. Explicação

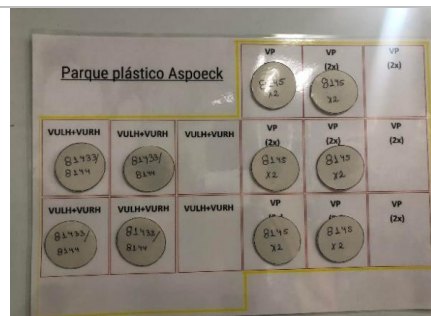
2.1 Layout do parque de plástico da Aspoeck



2.2 Layout do parque de plástico com indicações de como se deve cumprir o FIFO



2.3 Os imans no layout do parque indicam a presença de duas paletes devidamente identificados com o numero dos lotes que representam



# Instrução de Trabalho

## IT/GT- Funcionamento do sistema Kanban para o plástico da Aspoeck ( 8540 e 8536/8538)

Elaborado	Aprovado	Revisão	Data	Pag.
Bruna Fernandes			19-07-2022	2 / 4

**2.4**

Caixa de ordem de encomenda:  
 Um imã na caixa de encomenda representa duas paletes que devem ser repostas, quando preenchidos com ímãs todos os espaços reservados para cada uma das referências deve ser lançada a necessidade de encomenda

Lançar encomenda      Lançar encomenda

**2.5**

Quando chega uma encomenda o operador logístico deve colocar as paletes das referências no respetivo sitio cumprindo o FIFO e respeitando o layout

**2.5.1**

Atualizar os ímãs no layout, representando a situação verificada no parque

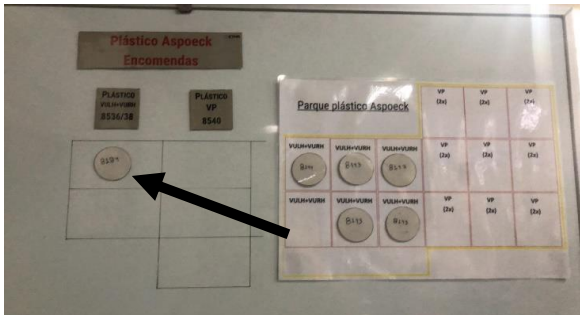
# Instrução de Trabalho

## IT/GT– Funcionamento do sistema Kanban para o plástico da Aspoeck ( 8540 e 8536/8538)

Elaborado	Aprovado	Revisão	Data	Pag.
Bruna Fernandes	0	0	19-07-2022	3 / 4

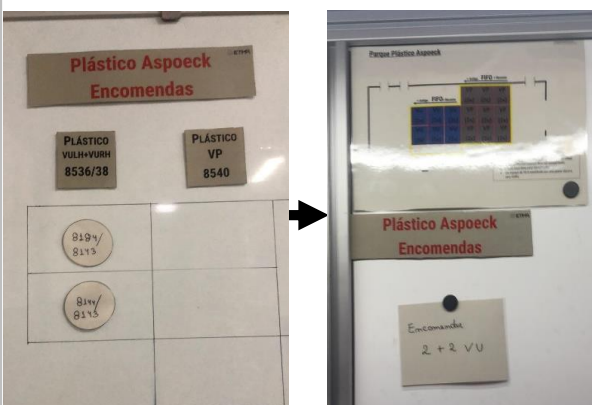
2.6

Ao retirar duas paletes do parque deve atualizar o layout retirando do mesmo os imãs que representam essas paletes e colocá-los nas caixas de ordem de encomenda de cima para baixo




2.7

Preenchidos todos os espaços com os imãs das respetivas referências deve ser indicada a necessidade de encomenda no quadro situado no armazém



2.7.1


Depois de lançada a necessidade de encomenda deve retirar os imãs das caixas e colocá-los na caixa de recolha que se encontra junto ao quadro



# Instrução de Trabalho

**IT/GT– Funcionamento do sistema Kanban para o plástico da Aspoeck ( 8540 e 8536/8538)**

Elaborado	Aprovado	Revisão	Data	Pag.
				4 / 4

2.8	<p>Os operadores logisticos devem no inicio e no fim do turno da manhã e da tarde verificar o quadro do armazém, caso haja alguma necessidade de encomenda devem a reencaminhar para o planeamento</p>		<p>Levar a informação de necessidade de encomenda para o planeamento</p>
-----	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--