



**RAFAEL OLIVEIRA  
JESUS**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA  
INFORMÁTICA PARA DIMENSIONAMENTO DE  
SUPERMERCADOS**



**RAFAEL OLIVEIRA  
JESUS**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA  
INFORMÁTICA PARA DIMENSIONAMENTO DE  
SUPERMERCADOS**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais e à minha irmã pelo apoio incondicional.

## **o júri**

presidente

Prof.<sup>a</sup> Doutora Leonor Conceição Teixeira  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Doutor José António Rodrigues Pereira de Faria  
Professor Auxiliar da Universidade do Porto

Prof.<sup>a</sup> Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

À minha família, pai, mãe, irmã. Um obrigado pelo esforço e sacrifício. Um obrigado por fazerem parte de mim. Um obrigado por me terem feito crescer e aprender a lidar com as circunstâncias do dia-a-dia. Este é o resultado de um longo percurso académico que sem vocês não seria possível. Obrigado.

À minha orientadora da Universidade de Aveiro, Prof.<sup>a</sup> Doutora Helena Alvelos, por todo o apoio e disponibilidade demonstrados no decorrer deste projeto.

Ao meu orientador da OLI – Sistemas Sanitários S.A., Eng.<sup>o</sup> Francisco Almeida por toda a disponibilidade, paciência, confiança e ensinamentos ao longo de 8 meses de aprendizagem diária.

Ao Eng.<sup>o</sup> Rui Lima por toda a disponibilidade e ajuda ao longo de todo o projeto.

A toda a equipa do departamento de Engenharia Industrial, pela motivação, acompanhamento e disponibilidade em ensinar e colaborar.

A todos os colaboradores da OLI – Sistemas Sanitários S.A. com quem tive o prazer de aprender, crescer e trabalhar.

À OLI – Sistemas Sanitários S.A. por ter tornado possível a realização deste estágio em contexto industrial numa empresa onde cresci e aprendi bastante.

A todos os meus amigos que me acompanharam e contribuíram para aquilo que sou hoje.

O meu sincero obrigado.

## palavras-chave

Automatização de Processos, Gestão de *Stocks*, *Kanban*, Logística, Melhoria Contínua, Supermercados, Sistemas ERP, Sistemas *Pull*

## resumo

O presente relatório descreve o processo de dimensionamento de dois tipos de supermercados de abastecimento na OLI – Sistemas Sanitários, SA.

Foi feita uma análise aprofundada do processo de criação e revisão dos dois tipos de supermercados referidos, da qual resultou a identificação de oportunidades de melhoria. Os principais problemas identificados foram a falta de um *standard* na construção física dos supermercados, a baixa confiabilidade dos dados e a elevada complexidade do processo, que se inicia com a análise dos dados e termina com a implementação, no chão de fábrica, do sistema *kanban*.

Com o auxílio de diferentes ferramentas *lean*, foi possível reduzir as grandes diferenças nos supermercados no terreno e melhorar a sua gestão visual.

Estas alterações foram cruciais para o melhoramento do algoritmo de dimensionamento dos mesmos.

Através do desenvolvimento e implementação de duas ferramentas informáticas, o processo de atualização de supermercados tornou-se mais robusto e mais rápido, uma vez que se eliminaram tarefas sem valor acrescentado, e que os dados e a informação passaram a ser analisados apenas num sistema.

O aperfeiçoamento do algoritmo permitiu ainda obter uma redução na movimentação do número de caixas por parte dos operadores logísticos em cerca de 50% e uma redução das quebras de abastecimento em cerca de 3%.

**keywords**

Process Automation, Inventory Management, Kanban, Logistics, Continuous Improvement, Supermarkets, ERP Systems, Pull Systems

**abstract**

This report describes the process of two types of supermarkets sizing at OLI – Sistemas Sanitários, SA.

An in-depth analysis of the creation and review process processes of the supermarkets was made, which resulted in the identification of improvement opportunities. The main problems identified were the lack of standard for physical systems, low data reliability and the complex application of work methods, which begins with the data analysis and ends through kanban system implementation on the factory floor.

With the help of different lean tools, it was possible to reduce the large differences on the factory floor and improve visual management. These changes were crucial to improve the sizing algorithm.

Through the development and implementation of two computer tools, the process of updating supermarkets became more robust and faster, once non-valued tasks were eliminated and data/information were analyzed only in one system.

The improvement of the algorithm also allowed a reduction of the containers movements by about 50% and supply shortages by about 3%.





# Índice

<b>1. Introdução</b>	<b>1</b>
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos da Dissertação	2
1.3. Metodologia Utilizada	3
1.4. Estrutura do Documento	3
<b>2. Contextualização Teórica</b>	<b>5</b>
2.1. Filosofia Lean	5
2.1.1. Os 5 Princípios Lean	5
2.1.2. Os 7+1 desperdícios	6
2.1.3. <i>Just-In-Time</i>	7
2.1.4. Sistema <i>Pull</i>	8
2.2. Ferramentas do Lean Manufacturing	8
2.2.1. Gestão Visual	9
2.2.2. <i>Standard Work</i>	9
2.3. Sistema ERP	9
2.4. Logística	10
2.4.1. Análise ABC	10
2.4.2. Supermercado	10
2.4.3. Sistema <i>Kanban</i>	11
2.4.4. <i>Mizusumashi</i>	15
2.4.5. Caixa de Construção de Lote	15
2.4.6. Caixa de Nivelamento	15
2.4.7. Sequenciador de Produção	16
<b>3. Caracterização do Projeto</b>	<b>17</b>
3.1. Descrição da Empresa	17
3.2. Tipologia de Produtos	18
3.3. Estrutura Organizacional da Empresa	19
3.3.1. Departamento de Engenharia Industrial	20
3.4. Processo de Fabrico de Autoclismos e Mecanismos	20
3.4.1. Armazenamento	21
3.4.2. Tipos de Caixas	23
3.4.3. Tipos de <i>Kanbans</i>	24
3.5. Fluxo Logístico	25
3.5.1. Supermercados em Estantes de Componentes Injetados e Adquiridos e Posições de Palete	26
3.5.2. Supermercados <i>pull</i> de máquinas de injeção	29
<b>4. Desenvolvimento do Projeto</b>	<b>31</b>
4.1. Supermercados em estantes dinâmicas de componentes injetados e adquiridos	31
4.1.1. Descrição e Análise da Situação Atual	31
4.1.2. Descrição dos problemas identificados	36
4.1.3. Propostas de melhoria	39

4.1.4. Resultados .....	52
4.2. Supermercados pull de máquinas de injeção .....	54
4.2.1. Descrição e análise da situação atual.....	54
4.2.2. Descrição dos problemas identificados.....	65
4.2.3. Propostas de melhoria .....	66
4.2.4. Resultados .....	70
<b>5. Conclusões e Sugestões para Trabalho Futuro.....</b>	<b>73</b>
5.1. Conclusões.....	73
5.2. Sugestões para Trabalho Futuro.....	74
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>75</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>79</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 - Sistema Pull (Adaptado de Gaury, Pierreval, & Kleijnen (2000)) .....	8
Figura 3 – O conceito de supermercado e a utilização de cartões kanban (Fonte: Suzaki, 2010) .	12
Figura 4 - Seis tipos de kanban (Adaptado de Coimbra (2009)).....	13
Figura 5 - Fases de desenvolvimento de um produto na OLI .....	17
Figura 6 - OLI no Mundo .....	17
Figura 7 - Sistemas de Instalação Sanitária.....	18
Figura 8 - Estrutura Interna da OLI .....	19
Figura 9 - Fluxo Produtivo .....	20
Figura 10 - Armazém Central .....	21
Figura 11 - Supermercados em estantes .....	22
Figura 12 - Supermercados em carro .....	22
Figura 13 - Tipos de Caixas de Transporte.....	23
Figura 14 - Kanban de transporte .....	24
Figura 15 - Kanban de produção.....	24
Figura 16 - Fluxo Logístico na OLI .....	25
Figura 17 - Supermercados em Estantes Dinâmicas de Componentes Injetados e Adquiridos .....	26
Figura 18 – Funcionamento dos Supermercados de Componentes Injetados e Adquiridos.....	27
Figura 19 - Alteração do número de corredores .....	28
Figura 20 - Supermercados Pull de Máquinas de Injeção .....	29
Figura 21 – Funcionamento dos Supermercados Pull de Máquinas de Injeção.....	30
Figura 22 - Formação de Supermercados de Componentes Injetados e Adquiridos .....	32
Figura 23 - Identificação dos problemas encontrados nos supermercados de Componentes.....	36
Figura 24 - Representação da vista frontal do Supermercado .....	40
Figura 25 - Representação da vista lateral do Supermercado.....	40
Figura 26 - Representação do posicionamento do retorno.....	41
Figura 27 – Fase 1:Apresentação dos consumos dos produtos montados num dado período .....	42
Figura 28 - Exemplo de aspeto dos outputs da 1ª fase .....	43
Figura 29 – Fase 2: Apresentação dos consumos dos componentes referentes aos produtos .....	43
Figura 31 - Fase 3: Apresentação da sugestão do supermercado .....	48
Figura 32 - Exemplo da tabela de outputs da 3ªfase .....	51
Figura 33 – Exemplo da Matriz de Comparação de Supermercados .....	51
Figura 34 - Quebras de abastecimento dos mecanismos.....	53
Figura 35 - Quebras de abastecimento das torneiras .....	53
Figura 36 - Formação de Supermercados Pull de Máquinas de Injeção .....	55
Figura 37 - Problemas identificados nos supermercados pull .....	65
Figura 38 - Fase 1: Apresentação dos consumos dos componentes .....	67
Figura 40 – Fase 2: Apresentação do número total de kanbans necessários .....	68
Figura 41 - Exemplo de tabela de outputs da 2ª fase .....	69
Figura 42 - Exemplo de tabela de outputs da 2ª fase (continuação) .....	69

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Exemplo do cálculo do número de kanbans internos (adaptado de Coimbra, 2009) ....	14
Tabela 2 - Cálculo do número de kanbans de lote (adaptado de Coimbra, 2009) .....	15
Tabela 3 - Dimensões dos Contentores.....	23
Tabela 4 - Pedido de abastecimento .....	28
Tabela 5 – Tempos medidos na primeira fase da revisão de supermercados .....	37
Tabela 6 - Comparação das quantidades por caixa e cálculo do erro percentual.....	37
Tabela 7 - Exemplo do Ficheiro Excel para contagem de peças.....	38
Tabela 8 - Problemas identificados devido à variabilidade dos supermercados .....	39
Tabela 9 - Combinações possíveis entre caixas num vão de 900mm.....	41
Tabela 10 - Standardização das quantidades de caixas por palete .....	44
Tabela 11 - Critérios de filtragem de componentes que não constam em supermercado .....	45
Tabela 12 - Comparação entre consumos de diferentes componentes .....	46
Tabela 13 - Tempos para abastecimento em supermercado (SPM) .....	46
Tabela 14 - Tempos para abastecimento à palete.....	46
Tabela 15 - Componente B em PAL e Componente A em SPM .....	47
Tabela 16 - Componente A em PAL e Componente B em SPM .....	47
Tabela 17 - Número Caixas Acumulado .....	48
Tabela 18 - Frequência Acumulada .....	48
Tabela 19 - Comparação entre Consumo Total, Número de Caixas e Frequência.....	49
Tabela 20 - Relação entre número de módulos e largura do SPM.....	49
Tabela 21 - Relação entre tipo de caixa e largura ocupada .....	50
Tabela 22 - Comparação do tempo médio despendido pelo abastecedor antes e depois da implementação das propostas .....	53
Tabela 23 - Apresentação dos dados em tabela Excel .....	56
Tabela 24 - Exemplo da ocupação do equipamento.....	58
Tabela 25 - Tipificação dos componentes em MTS e MTO.....	60
Tabela 26 - Quantidade de caixas por carro e por tipologia de caixa.....	60
Tabela 27 - Alteração do tipo de contentorização e das quantidades .....	61
Tabela 28 - Lote de kanbans.....	61
Tabela 29 - Leadtime de reposição.....	63
Tabela 30 - Nível de Reposição .....	63
Tabela 31 - Stock de segurança .....	64
Tabela 32 - Número total de kanbans .....	65
Tabela 33 - Moldes-família .....	68

## Lista de Siglas e Acrónimos

**BL** – Bordo de Linha

**ERP** – *Enterprise Resource Planning*

**FI** – Fator de incorporação

**FIFO** – *First In First Out*

**IFS** – *Industrial and Financial Systems*

**JIT** – *Just-In-Time*

**KB** – *Kanban*

**LT** – *Lead Time*

**MTO** – *Make-to-Order*

**MTS** – *Make-to-Stock*

**TC** – Tempo de Ciclo

**TPS** – *Toyota Production System*

**WC** – *Work Center*

**WIP** – *Work In Progress*



# 1. Introdução

Neste capítulo será feito o enquadramento de todo o projeto, bem como, serão apresentados os objetivos desta dissertação. É também apresentada a metodologia utilizada ao longo deste trabalho e a estrutura do documento.

## 1.1. Enquadramento

Atualmente vivemos numa era de grande mudança, na qual a capacidade de resposta de uma empresa pode ditar o seu sucesso ou insucesso. Com o desenvolvimento tecnológico, o conhecimento humano duplica em cerca de um ano na década atual, enquanto há dois séculos, demorava cerca de 150 anos (Suzaki, 2010). E, numa altura em que os mercados globais têm vindo a ganhar uma maior intensidade e o conhecimento se propaga à velocidade da luz, a capacidade e rapidez de inovação de uma empresa ditam o seu futuro.

O consumidor tornou-se mais exigente com os produtos e serviços, e, sendo que a oferta é maior que a procura, obrigou as empresas a melhorar os seus processos e operações, de modo a fornecer produtos com qualidade, ao menor preço possível, com o tempo de resposta e variedade certas, garantindo a sua sobrevivência entre as organizações empresariais.

Ao mesmo tempo, o ciclo de vida do produto e o seu ciclo de produção são tão curtos que a agilidade e capacidade de aprendizagem e adaptação ao meio tornam-se fulcrais.

É fundamental minimizar e eliminar desperdícios assentando numa perspetiva de melhoria contínua. Assim, a constante procura por alternativas que reduzam os custos, os esforços humanos, o desperdício de tempo e matérias-primas têm grande relevância para os ganhos de produtividade e capacidade de adaptação.

Para atingir estes objetivos, as empresas têm de encontrar o seu ponto de equilíbrio, seguindo uma estratégia bem definida, estável e flexível.

Para fomentar este aspeto, surge a filosofia *lean* que pode integrar diversos sistemas como o *kanban*, *Just-In-Time (JIT)* e o *pull* e diversas metodologias como o *standard work* e a gestão visual, além de muitas outras, para alcançar estas vantagens competitivas.

O pensamento *lean* é uma mentalidade orientada para a eliminação do desperdício e maximização do valor enquanto se foca nas necessidades do cliente. Esta filosofia assenta em métodos, técnicas e ferramentas que se preocupam com a simplificação ou eliminação de processos que não acrescentam valor ao produto – desperdício – fornecendo valor “puro” ao cliente através de um processo perfeito com desperdício zero. Este conceito assenta numa abordagem contínua de melhoria da cadeia de valor dos produtos e só é possível integrá-la no chão de fábrica, caso todos os colaboradores da empresa tenham formação e conhecimento desta forma de pensar.

Alguns desses princípios, técnicas e ferramentas terão maior atenção devido à sua importância na concepção deste projeto, no entanto é de notar que outras metodologias são também utilizadas pela empresa.

Do mesmo modo, as tecnologias existentes atualmente, utilizadas de forma adequada, podem trazer também vantagens competitivas para uma organização. A implementação de um sistema de gestão integrado é obrigatória. Para além de simplificar a gestão de todos os processos diários de uma empresa, possibilita a redução do inventário, o aumento da produtividade, melhorias na gestão de *stocks*, entre outros.

Este projeto foi desenvolvido na empresa OLI – Sistemas Sanitários S.A., a maior produtora de autoclismos da Europa do Sul. Para se manter ao mais alto nível, existe por parte da organização uma preocupação de evoluir e de ter a capacidade de gerir as operações da cadeia de valor da forma mais eficiente possível.

No presente trabalho são explicados os problemas relativos ao dimensionamento dos supermercados internos que a empresa enfrenta. Esses problemas despoletam a necessidade de encontrar respostas rápidas e assertivas para os combater e, conseqüentemente, eliminar desperdícios e aumentar a sua eficiência.

## **1.2. Objetivos da Dissertação**

O principal objetivo deste projeto centra-se no desenvolvimento e implementação de um método facilitador de atualização dos supermercados de produção. Para o atingir, pretende-se desenvolver uma ferramenta informática capaz de efetuar todos os cálculos necessários, tendo em conta o histórico dos consumos dos componentes ou alterações nas previsões de encomendas dos clientes. Com isto, pretende-se também reduzir o tempo despendido nesta tarefa.

Os supermercados são o local onde os componentes são armazenados para, posteriormente, ser feito o *picking* das peças para abastecimento às células de montagem.

Na empresa em estudo, existem dois tipos de supermercados de armazenagem e, por consequência, cada supermercado tem um cálculo associado para obter os resultados necessários que irão ser explicados posteriormente.

Atualmente, independentemente do tipo de supermercado, seguem-se procedimentos já desenvolvidos, maioritariamente utilizando o Microsoft Excel, onde são tratados os dados provenientes do sistema de gestão integrado da Empresa (IFS). A tarefa de extração de dados e interação entre os dois sistemas é extremamente demorada e não acrescenta qualquer valor ao procedimento.

Com o objetivo de diminuir este desperdício, e, para atingir o objetivo inicial, foi proposto o desenvolvimento de uma ferramenta informática para cada um dos tipos de supermercado no sistema de gestão integrado da empresa, com um algoritmo capaz de efetuar todos os cálculos necessários para a obtenção dos resultados pretendidos, eliminando-se alguns dos passos que anteriormente eram feitos manualmente.



Com a implementação desta ferramenta, que tornou todo o processo dinâmico, foi possível dimensionar e atualizar os supermercados de forma quase instantânea.

Outro dos objetivos do projeto é o de melhorar o procedimento de implementação dos supermercados no chão de fábrica após os seus cálculos, com vista a tornar esta tarefa mais eficiente e normalizada.

### **1.3. Metodologia Utilizada**

Inicialmente, de modo a facilitar o desenvolvimento deste trabalho, foi definido um procedimento que serviu de guia durante todas as fases do projeto. Visto que, existem dois tipos de supermercados na empresa, este procedimento foi também subdividido em duas grandes fases respetivas a cada tipo de supermercado.

Numa primeira fase, foi explorada a realidade da organização, dando essencial foco e formação nas áreas a atuar. Posteriormente, procedeu-se à ilustração e compreensão do problema em causa e criou-se um esquema para cada tipo de supermercado com a forma de criação e revisão que era utilizada na altura.

Seguidamente, foi feita uma pesquisa bibliográfica que serviu de suporte a todas as fórmulas e requisitos para o desenvolvimento das ferramentas, corrigindo e melhorando o que até àquela altura era utilizado. Ao longo de todo o projeto, em parceria com o departamento técnico, foram feitos alguns testes e apresentadas algumas alterações de forma iterativa com o objetivo de corrigir eventuais erros. No final, desenvolveram-se manuais de utilização das ferramentas.

Após apresentadas e implementadas as propostas de melhoria, foram recolhidos alguns dados, que depois de tratados, foram tomados como indicadores para avaliar o projeto desenvolvido.

### **1.4. Estrutura do Documento**

O presente trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos: Introdução, Contextualização Teórica, Caracterização do Projeto, Desenvolvimento do Projeto e Conclusões.

No primeiro capítulo é feito um breve enquadramento da indústria atual, remetendo para o conteúdo do trabalho, são definidos os objetivos a realizar com o desenvolvimento do mesmo e as metodologias utilizadas para os atingir, sendo também apresentada a estrutura do documento.

O segundo capítulo contém toda a revisão bibliográfica necessária para o desenvolvimento do presente trabalho. Assim, foram investigados temas como a filosofia *lean* e suas ferramentas e aprofundados temas relacionados com a logística.

No terceiro capítulo é apresentada a empresa onde foi desenvolvido o projeto, bem como, o seu sistema produtivo. Neste capítulo são também apresentados os produtos fabricados na empresa, os tipos de armazenamento que utiliza e o fluxo logístico dos diferentes componentes.

No quarto capítulo expõe-se o desenvolvimento de todo o projeto, apresentando a descrição e análise da situação inicial encontrada na empresa, bem como, a descrição dos problemas identificados e as propostas de melhoria. Este capítulo está dividido em dois subcapítulos. No primeiro são analisados os supermercados em estantes dinâmicas de componentes injetados e adquiridos e no segundo são explorados os supermercados *pull* das máquinas de injeção.

Finalmente, no quinto capítulo são apresentadas todas as conclusões relativas ao projeto desenvolvido, assim como as sugestões para trabalho futuro.

## 2. Contextualização Teórica

Ao longo deste capítulo irão ser abordados e discutidos as ferramentas e conceitos utilizados ao longo de todo o projeto. A contextualização teórica inicia com a explicação da filosofia *lean*, os seus princípios e desperdícios que identifica, sendo também, explicado o sistema *Just-In-Time*. De seguida, são apresentadas as ferramentas *lean manufacturing* que tiveram maior relevância no desenvolvimento deste projeto, como a gestão visual ou o *standard work*. Por fim, é abordado o tema da Logística e tópicos relacionados com esta temática, como os supermercados ou o sistema *kanban*.

### 2.1. Filosofia Lean

O conceito *Lean*, originário no *Toyota Production System*, é uma mentalidade utilizada para eliminar o desperdício, ou seja, atividades que não acrescentam valor ao produto, melhorar a qualidade e o serviço, reduzir o tempo e os custos totais, focando-se nas necessidades do cliente (Zhou, 2016). Foi criado por Taiichi Ohno, após a 2ª Guerra Mundial, altura em que a Toyota estava com grandes dificuldades em competir com a indústria automóvel americana (Womack, Jones, & Roos, 1990).

Esta mentalidade concentra-se na eficiência, utilizando técnicas para a criação de produtos e serviços ao menor custo e o mais rápido possível. Deste modo, percebe-se que esta filosofia traz grandes benefícios para uma organização. No entanto, o elemento humano revela alguma dificuldade em entender e aceitar as teorias Lean, visto que, muitas vezes, os colaboradores fazem o que lhes parece mais correto e intuitivo, contrariando esta filosofia. Assim, a formação é a chave para o sucesso quando identificamos processos com desperdícios associados (Suzaki, 2010).

#### 2.1.1. Os 5 Princípios Lean

De acordo com Terms (1997), esta filosofia rege-se por 5 princípios elementares para orientar os gestores contra o desperdício, sendo eles:

- 1) **Valor** – especificar o valor na perspetiva do cliente, ou seja, no que o cliente está disposto a pagar por um dado produto, com capacidades específicas e num tempo determinado. Assim, entende-se que este conceito apenas pode ser definido pelo cliente, sendo o ponto de partida do pensamento *Lean*;
- 2) **Cadeia de Valor** – identificar a cadeia de valor de cada produto, família de produtos ou serviços, composta por todas as ações necessárias para o seu fabrico ou entrega;
- 3) **Fluxo** – criar processos em que o produto se mova de forma constante e chegue ao cliente sem paragens ou retrabalho, evitando processamento em lotes, espera ou sucata;

- 4) **Pull** – criar sistemas produtivos que fluem apenas por ação do cliente. Este conceito irá ser explorado minuciosamente, uma vez que, caracteriza todo o projeto;
- 5) **Perfeição** – procurar a perfeição continuamente reavaliando cada fluxo de valor para encontrar desperdícios a serem eliminados.

### 2.1.2. Os 7+1 desperdícios

Fujio Cho, atual presidente honorário da Toyota, define desperdício como “tudo o que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra, estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto” (Suzaki, 2010).

(Ohno, 1988) identificou os sete tipos de desperdícios, apresentados de seguida, como sendo os mais proeminentes:

- 1) **Sobreprodução** – Produzir bens para adiantar trabalho ou em quantidades superiores às que o cliente necessita. A Toyota concluiu que este é um dos piores desperdícios, visto que normalmente gera outros como o inventário, espera ou transporte. Quando existe uma sobreprodução, consomem-se mais matérias-primas e cria-se *stock* desnecessário. Por sua vez, existe uma maior necessidade de manusear materiais, transporte e espaço para os armazenar (Liker & Meier, 2006; Suzaki, 2010). Para contrariar este desperdício, deve-se produzir apenas a quantidade necessária para o cliente, no momento certo, com qualidade e a um baixo custo;
- 2) **Defeitos** – Este desperdício refere-se ao trabalho realizado que conduza a defeitos, erros, retrabalho ou à realização de qualquer trabalho adicional (Droste, 2007). A situação mais grave deste desperdício acontece quando os clientes encontram defeitos após a entrega do produto. Para diminuir a ocorrência destes problemas, deverão ser criados procedimentos *standard*, de modo a que qualquer pessoa consiga tomar ações corretivas de forma imediata (Suzaki, 2010);
- 3) **Excesso de Inventário** – Excesso de matéria-prima, material em curso de fabrico (*Work In Process –WIP*), ou produto acabado causa *lead times* mais longos, bens danificados, obsolescência, transporte, custos de armazenamento e atrasos (Liker & Meier, 2006). Este desperdício também é responsável por encobrir outros problemas. Para os identificar e resolver, o inventário deve ser reduzido, mantendo apenas as necessidades do cliente.
- 4) **Movimentos desnecessários** – Todo o movimento de pessoas que não acrescente valor ao produto (Taleghani, 2010). Um operário pode estar ocupado durante algum tempo à procura de ferramentas ou, sendo responsável por várias máquinas, a deslocar-se entre elas, podendo, tal movimentação ser desperdício, não acrescentando valor ao produto. Para contrariar este desperdício, deverão ser reduzidas ou eliminadas distâncias, implementada a ferramenta dos 5S e/ou sincronizados processos;

- 5) **Sobreprocessamento** – Esforço que não acrescenta valor ao produto sob o ponto de vista do cliente (Taleghani, 2010). Técnicas ou equipamentos inadequados e incumprimento de *standards* no posto são alguns exemplos deste tipo de desperdício. Para o resolver, será necessário formar os colaboradores e melhorar os processos tornando-os mais eficientes.
- 6) **Transporte** – Este desperdício acontece quando o transporte não acrescenta qualquer transformação ou valor ao produto (Pheng, Low Sui;Shang Gao; Peter, 2008). O transporte irá apenas trazer custos acrescidos ao produto e aumentar o tempo de fabrico. Para o eliminar, os processos deverão ser sincronizados e as distâncias deverão ser encurtadas ou mesmo eliminadas.
- 7) **Espera** – Este desperdício ocorre quando o tempo não é utilizado de forma eficiente. Resulta nas perdas de tempo e na diminuição da produtividade, afetando tanto os bens, como os colaboradores. Para o resolver, os processos devem ser nivelados e o *layout* deve ser melhorado. Em caso de impossibilidade de eliminação, este tempo deve ser utilizado para formação, manutenção ou atividades *kaizen* (Hines & Rich, 1997).
- 8) **Conhecimento** – O conhecimento dos colaboradores nem sempre é aproveitado da melhor forma pelo que o oitavo desperdício se refere a este aspeto. Aproveitar as ideias dos colaboradores, as suas capacidades ou apenas ouvi-los pode trazer grandes benefícios para a organização (Liker & Meier, 2006).

### 2.1.3. *Just-In-Time*

O inventário elevado é classificado, habitualmente, como uma forma de má gestão (Boute, Lambrecht, & Lambrechts, 2004). O *Just-In-Time* (JIT) contraria este aspeto, visto que é tido como uma forma de gestão numa perspetiva de reduzir os *stocks* elevados (Rahmani, Kamran, 2014). Este conceito foi desenvolvido por Shigeo Shing e Taichi Ohno na fábrica da Toyota (Al Haraisa, 2017).

JIT significa “quantidade de bens correta, no sítio certo e no tempo certo” (Modi & Thakkar, 2014). Os processos a montante e os fornecedores fornecem a quantidade exata dos componentes quando o processo a jusante precisa deles. Assim, não é necessário criar inventário. No entanto, é impossível eliminar todo o *stock* e o *WIP* na prática (Rahmani, Kamran, 2014). Assim, de acordo com Graham (1988), o JIT é uma filosofia de gestão baseada na melhoria significativa da eficiência operacional através de baixos níveis de inventário, *lead times* e despesas gerais. Tem como objetivo eliminar o desperdício de todas as atividades que apenas adicionem custo ao processo de produção, não adicionando, necessariamente, valor ao produto (Madanhire & Mbohwa, 2016).

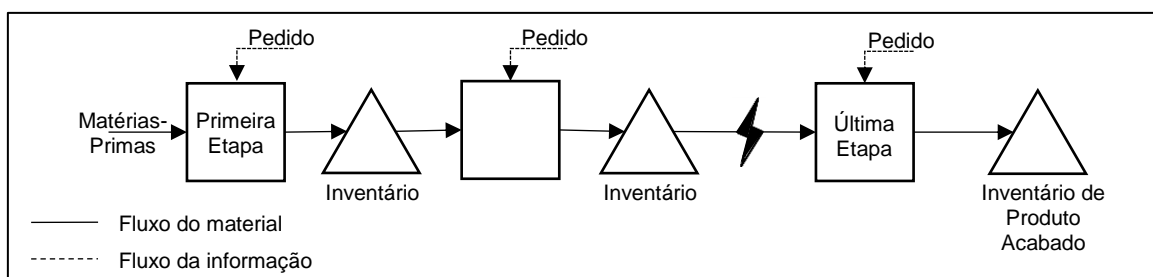
O *Just-In-Time* é um sistema *pull*, em que um processo de produção “puxa” o material de um processo anterior que só produz caso haja necessidade. No entanto, para este sistema funcionar efetivamente, a procura deve ser estável (Ehrhardt, 1997). A

produção JIT requer lotes pequenos, entregas frequentes e alta qualidade dos processos e produtos (Singh & Ahuja, 2012).

#### 2.1.4. Sistema Pull

Um sistema *pull* é caracterizado por processos a jusante que puxam o material dos processos a montante quando é necessário. Seguidamente, os processos a montante produzem apenas para repor o material que foi consumido (Spearman & Zazanis, 1992). De acordo com Womack e James P. (2003), o sistema *pull* é um dos princípios fundamentais no *lean manufacturing* e traduz-se no facto de que nenhuma atividade a montante deve produzir um bem ou serviço até que o cliente a jusante peça.

A Figura 1 apresenta uma representação do sistema *pull*.



**Figura 1 - Sistema Pull (Adaptado de Gaury, Pierreval, & Kleijnen (2000))**

Segundo Coimbra (2009), os resultados para o sistema *pull* são a entrada para um processo nivelado. Neste ponto, é necessário decidir o quê e quanto se deve lançar para a produção. Ao seguir este sistema, será mais fácil reduzir a utilização de previsões de produção.

O primeiro passo para este sistema é decidir a estratégia, em primeiro lugar, para o produto acabado e, de seguida, para os componentes necessários para esse produto, existindo duas estratégias a escolher:

- MTO (*Make-To-Order*) – significa que o produto não irá estar disponível em inventário e o cliente irá ter que esperar até que a sua encomenda esteja completa;
- MTS (*Make-To-Stock*) – significa que o produto irá estar disponível para entrega ao cliente quando a encomenda chegar e irá ser produzido mais produto para repor o seu consumo.

Na maior parte dos casos, estas duas estratégias são utilizadas em conjunto. No caso da estratégia MTS, é necessário utilizar um algoritmo que permita calcular a ordem de reposição dos produtos e componentes.

## 2.2. Ferramentas do Lean Manufacturing

A aplicação da filosofia *lean* é conseguida e suportada por várias ferramentas, técnicas e conceitos que permitem a sua implementação e manutenção rumo à

excelência. De seguida, irão ser apresentados alguns desses conceitos e técnicas que se revelaram bastante importantes no desenvolvimento deste projeto.

### **2.2.1. Gestão Visual**

A gestão visual é um sistema de melhoria organizacional que pode ser aplicado a qualquer tipo de organização que se foca no que é importante e melhora o desempenho de todas as áreas. Este método adiciona uma nova dimensão aos processos, sistemas e estruturas das organizações, através de técnicas de visualização gráfica robustas para aumentar o foco no desempenho através de estímulos capazes de despertar um ou vários sentidos humanos (Liff & Posey, 2004). Esta abordagem utiliza um ou vários dispositivos visuais de forma a sinalizar, limitar ou garantir informação para comunicar com os colaboradores de forma autoexplicativa (Galsworth, 2006).

Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos (2009) identificam nove funções da contribuição da gestão visual para as organizações. Estas funções são apresentadas por diferentes autores. Transparência, disciplina, melhoria contínua, trabalho facilitado, treino no trabalho, criação de espaços partilhados, gestão baseada em factos, simplificação e unificação são as diferentes funções identificadas. Todas elas estão relacionadas e interagem em diferentes níveis das organizações.

### **2.2.2. Standard Work**

De acordo com Míkva, Prajová, Yakimovich, Korshunov, & Tyurin (2016), o *Standard Work* é o elemento-chave do *Lean Manufacturing*. Um processo normalizado é a base para a melhoria contínua, pois não existem melhorias onde não existem *standards* (Imai, 1986). Ao serem criados e melhorados padrões, as práticas anteriormente utilizadas deixam de ter validade e os novos procedimentos tornam-se a base das melhorias. Para isso, é necessário aliar esta ferramenta ao ciclo de Deming (*Plan, Do, Check and Act* – PDCA) de modo a conseguir estar a orientação para a resolução de problemas e melhoria contínua (Berger, 1997).

A existência de padrões e regras cria ligações entre as pessoas, eliminando as zonas cinzentas na decisão, aumentando a produtividade e beneficiando a interligação entre processos (Bowen, 1999).

Assim, entende-se que melhorar o *standard work* é um processo que não tem fim.

## **2.3. Sistema ERP**

Os *Enterprise Resource Planning systems* ou apenas ERP's, sistemas de recursos da empresa, têm origem nos sistemas desenvolvidos nos Estados Unidos da América, na segunda metade do século passado.

Estes sistemas visam auxiliar a gestão integrada dos diversos processos subjacentes aos vários departamentos de uma organização (Stief, Dantan, Etienne, & Siadat, 2018). Alguns dos benefícios da utilização destes *softwares* são o acesso a

informações confiáveis, a eliminação de redundância no processo de dados, redução de *stocks*, entregas pontuais, redução do pessoal, aumento da produtividade, melhoria no processo de negócio e melhor capacidade de resposta (Stief et al., 2018).

De acordo com Guedes et al. (2017), um sistema ERP tem como principais características ser: modular, parametrizável, integrado, flexível e partilhável. O sistema é modular, uma vez que é composto por diferentes módulos ligados a diferentes departamentos. Também é parametrizável, pois pode ser alterado de acordo com as necessidades da organização. Diz-se que é integrado, visto que, tem uma base de dados comum e toda a informação é partilhada sem existir a necessidade de duplicação de dados. Por fim, pelas características apresentadas anteriormente, é flexível, adaptando-se ao sistema envolvente.

## **2.4. Logística**

A logística pode ser definida como o planeamento e controlo do fluxo do material e produto acabado desde o ponto de origem até ao ponto de uso para atender às necessidades do cliente. É, essencialmente, um processo de planeamento e uma atividade de informação, sendo que visa otimizar o fluxo de material através da sua organização e das suas operações (Kain & Verma, 2018).

De acordo com Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous (2006), o cliente é a principal preocupação do processo logístico. Todos os esforços devem estar concentrados para o satisfazer, dispondo de todos os meios necessários. Afirmam também que a logística já não é apenas uma questão de circulação de produtos, mas também se prende com a circulação de informação.

### **2.4.1. Análise ABC**

A análise ABC é amplamente utilizada na gestão de *stocks* e pode ajudar as organizações a dividir os bens em classes de acordo com diferentes critérios de avaliação (Liu, Liao, Zhao, & Yang, 2016).

Este método consiste na divisão dos artigos em três classes: classe A, classe B e classe C. A classe A corresponde aos artigos mais relevantes. De acordo com o contexto, este critério pode ser utilizado em diferentes setores de atividade.

A análise ABC baseia-se na regra 80/20 (regra de Pareto). Assim, numa perspetiva de gestão de *stocks*, a classe A constitui 20% dos artigos que representam 80% dos consumos, a classe B é formada por 30% dos artigos que representam 15% dos consumos e a classe C apresenta 50% dos artigos que representam 5% dos consumos (Guedes et al., 2017; López-Soto, Angel-Bello, Yacout, & Alvarez, 2017).

### **2.4.2. Supermercado**

Em 1956, numa visita aos Estados Unidos, Taiichi Ohno deparou-se com o sistema americano de supermercados. O fundador do sistema *Just-In-Time* já conhecia



este sistema, pois tinha começado a implementá-lo em 1953 na Toyota. No entanto, encontrava alguns problemas que só com a sua visita conseguiu esclarecer (Suzaki, 2010).

Ao observar o seu funcionamento, percebeu que o cliente se dirige ao supermercado para obter produtos que necessita, no instante e quantidades necessárias. O processo a jusante repõe as quantidades de produtos que foram retiradas para que estas se encontrem disponíveis para o cliente que virá mais tarde.

Taiichi Ohno adaptou este conceito à indústria. A aplicação deste conceito está associado ao sistema *Pull*, um dos princípios Lean já referido. No entanto, não se verifica a filosofia JIT, visto que os itens/produtos são produzidos antes de serem necessários.

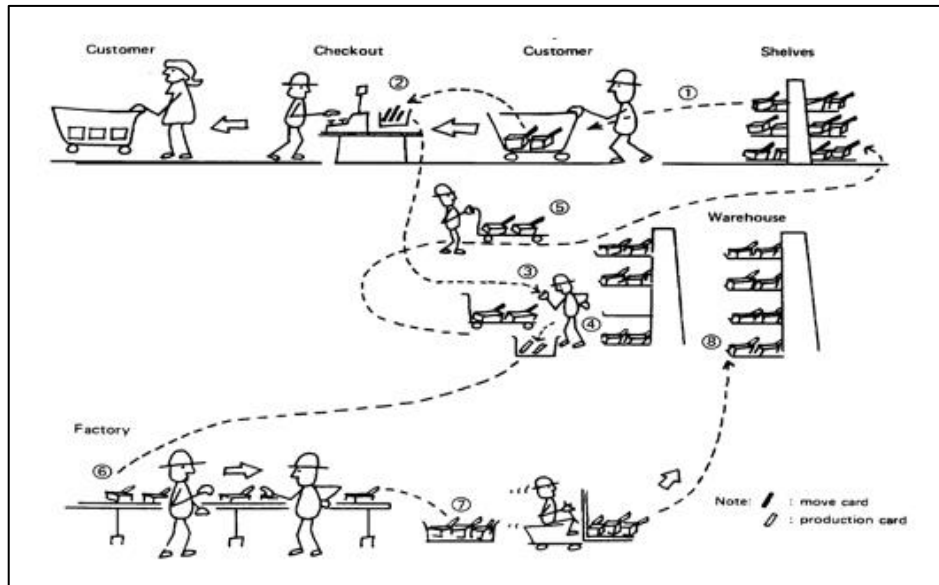
### **2.4.3. Sistema *Kanban***

O sistema *kanban* é uma das ferramentas da gestão da produção dos sistemas industriais cujo objetivo é o de reduzir o nível de existências (Rahman, Sharif, & Esa, 2013). Devido à sua simplicidade de utilização, torna-se bastante importante no seio de uma organização, visto que, é uma ferramenta que ajuda a aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, a diminuir o desperdício na produção (Courtois et al., 2006).

A palavra *kanban* significa cartão ou etiqueta e representa a encomenda do material de um cliente a um fornecedor (Coimbra, 2009). Este sistema foi criado no Japão, por Ohno, após a Segunda Guerra Mundial e é conhecido por ser um tipo de sistema *pull*. O sistema *kanban* utiliza um conjunto de cartões para controlar o *WIP* entre os postos de trabalho. Visto que existe um número limitado de cartões, existirá também apenas um número limitado de *WIP*. O material só é puxado pelo sistema quando recebe o sinal autorizando a sua movimentação, isto é, o processo a montante só produz quando recebe o sinal ou *kanban* do processo a jusante (Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 1977).

#### **2.4.3.1. Utilização do sistema *kanban***

A utilização deste sistema traz grandes vantagens para uma organização, como por exemplo, a sua facilidade de implementação e o seu baixo custo. Ao ser um método de gestão visual, melhora a comunicação entre as equipas, ajuda na priorização e gestão das tarefas e diminui o *work-in-process*.



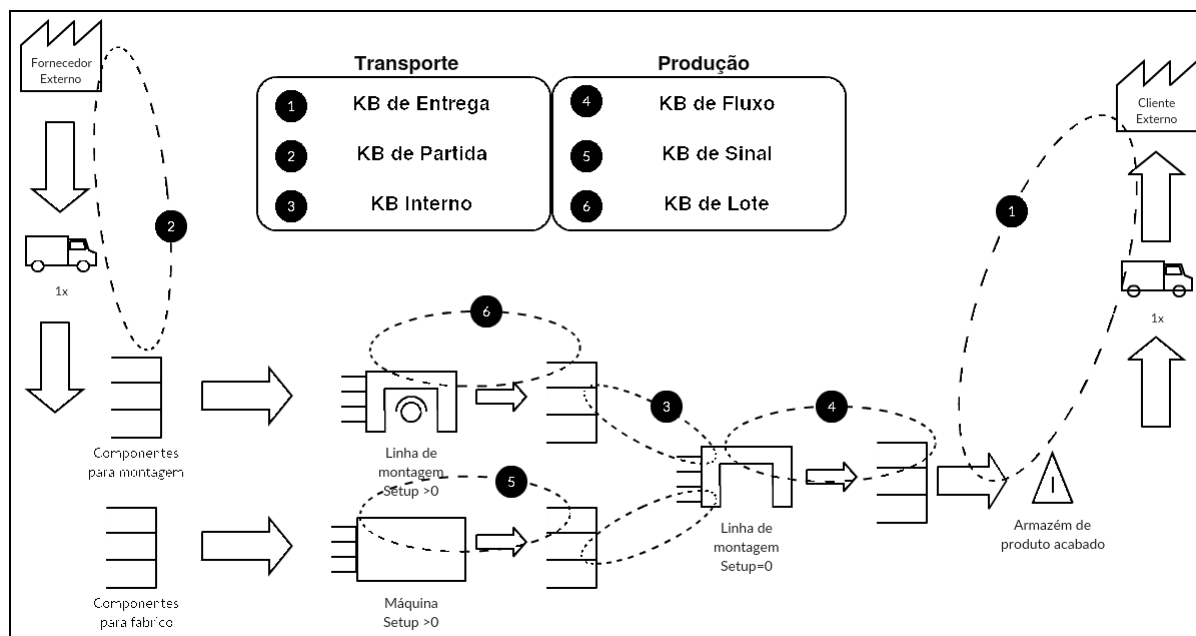
**Figura 2 – O conceito de supermercado e a utilização de cartões *kanban* (Fonte: Suzaki, 2010)**

Na Figura 2 está representada a utilização de cartões *kanban* no contexto de supermercado de acordo com Suzaki (2010). Através da figura, será retratada a sequência de acontecimentos:

1. O cliente retira os artigos que pretende do supermercado;
2. Na caixa, os *kanbans* de transporte são retirados dos artigos e colocados numa caixa (quadro *Kanban*);
3. Os *kanbans* de transporte são enviados para o armazém. Ao retirar do armazém os artigos necessários para reposição, são substituídos pelos *kanbans* de produção;
4. Na altura da troca, os *kanbans* de produção são colocados numa outra caixa (outro quadro *Kanban*);
5. Os artigos necessários são novamente colocados nas prateleiras do supermercado, anexados aos respetivos *kanbans* de transporte;
6. Os *kanbans* de produção são levados para a fábrica, onde os operários irão produzir apenas a quantidade indicada;
7. Quando terminar a produção, os *kanbans* são anexados aos artigos produzidos;
8. Os artigos são transferidos para o armazém, fechando o ciclo.

### 2.4.3.2. Tipos de *kanban*

De acordo com Coimbra (2009), existem dois grandes grupos de *kanbans*: *kanbans* de transporte e *kanbans* de produção. Dentro de cada grupo, existem ainda três tipos de *kanbans* para cada situação.



**Figura 3 - Seis tipos de *kanban* (Adaptado de Coimbra (2009))**

Na Figura 3, é possível observar os diferentes circuitos dos seis tipos de *kanbans* de acordo com o seu funcionamento. Os circuitos um, dois e três representam os *kanbans* de transporte, enquanto os circuitos quatro, cinco e seis representam os *kanbans* de produção.

Nos *kanbans* de transporte, o circuito um converte a ordem do cliente num *kanban*. O circuito dois é o método de encomenda do material e dos componentes adquiridos aos fornecedores e o circuito três representa a movimentação do material do supermercado até à linha de montagem.

Por outro lado, nos *kanbans* de produção, o circuito quatro apresenta o sinal do pedido de produção numa linha de montagem quando o tempo de *setup* é zero, o que implica que a encomenda ou o tamanho do lote tenda para zero. No circuito cinco, o tempo de *setup* é maior do que zero e o tamanho do lote que otimiza a utilização da máquina deve ser calculado. O circuito seis é semelhante ao cinco, sendo que a única diferença está no formato e utilização dos *kanbans*. No circuito cinco, apenas se utiliza um *kanban* que representa o tamanho do lote. No circuito seis, existe um *kanban* por contentor e uma caixa de construção de lote.

### 2.4.3.3. Cálculo do número de *kanbans*

De acordo com os tipos de *kanbans* apresentados no ponto anterior, serão expostos os cálculos para os dois circuitos que serão abordados ao longo do documento, sendo eles, o *kanban* interno (3) e o *kanban* de lote (6).

No caso do *kanban* interno, o número total de *kanbans* é conseguido através das seguintes fórmulas apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1 – Exemplo do cálculo do número de *kanbans* internos (adaptado de Coimbra, 2009)**

	Parâmetros	Fórmula	Unidades	Peça A	Peça B	Peça C
a	Procura média		peças/hora	30	15	5
b	Leadtime médio		hora	1	1	1
c	Variação da procura		%	10%	10%	20%
d	Variação do leadtime		%	0%	0%	0%
e	Tamanho do contentor(kb)		peças/kb	4	4	2
f	Ciclo de <i>stock</i>	$a*b$	peças	30	15	5
g	<i>Stock</i> de segurança com a variação da procura	$f*c$	peças	3	1.5	1
h	<i>Stock</i> de segurança com a variação do leadtime	$(f+g)*d$	peças	0	0	0
i	Tamanho (em peças)	$(f+g+h)*2+e$	peças	70	37	14
j	Tamanho (em contentores)	$i/e$	contentor	18	10	7

No caso do *kanban* de lote, o número total de *kanbans* é calculado com base em alguns conceitos de acordo com Coimbra (2009):

- Um certo número de referências são alocados a uma máquina;
- Os tempos de ciclo são usados para calcular o tempo total de produção;
- O tempo disponível para mudanças é calculado através da subtração do tempo de produção e do tempo de paragens ao tempo de abertura da máquina;
- Utilizando a unidade de tempo de mudanças, é calculado o número possível de mudanças. O resultado é utilizado para calcular o tamanho do lote.

Através dos conceitos genéricos anteriormente descritos, é possível calcular o tamanho do lote, por forma a que a máquina seja utilizada de uma forma eficaz.

A Tabela 2 apresenta um exemplo para o cálculo do número de *kanbans* de lote.

**Tabela 2 - Cálculo do número de *kanbans* de lote (adaptado de Coimbra, 2009)**

	Parâmetros	Peça 1	Peça 2	Peça 3	Peça 4	Peça 5
a	Referência	1	2	3	4	5
b	Tamanho do contentor (peças)	50	50	50	50	50
c	Procura (peças/dia)	438	18	13	10	7
d	Tempo de Ciclo (min)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
e	Tempo de produção (min)	569	23	17	13	9
f	Tamanho do lote (peças)	110	5	3	3	2
g	Nº <i>setups</i> /dia	4	4	4	4	4
h	Tempo em máquina (min)	143,5	5,9	4,3	3,3	2,3
i	Tempo de transporte (min)	60	60	60	60	60
j	Leadtime (min)	208,5	70,9	69,3	68,3	67,3
k	Takt time (min)	2,1	51,1	70,8	92,0	131,4
l	Max LT (min)	208,5	208,5	208,5	208,5	208,5
m	Número total de <i>kanbans</i>	5	2	2	2	2
n	Lote de <i>kanbans</i>	3	1	1	1	1

#### 2.4.4. Mizusumashi

O *mizusumashi* é um operador logístico que faz o transporte interno de bens, através de uma rota fixa *standard*. É responsável por movimentar todas as informações relativas às ordens de produção, bem como todo o fluxo das caixas entres os supermercados e os bordos de linha. Para o auxiliar, utiliza um comboio com uma capacidade adequada de acordo com as necessidades da sua rota.

Os clientes do *mizusumashi* são os operadores de produção das linhas de montagem. Estes têm um fornecedor logístico que os abastece consoante um tempo de ciclo fixo, garantindo a inexistência de quebras de abastecimento (Coimbra, 2009).

#### 2.4.5. Caixa de Construção de Lote

De acordo com Coimbra (2009), a caixa de construção de lote armazena um certo número de cartões antes destes serem enviados para linha de produção. O número de cartões é igual ao tamanho do lote definido para a linha de produção. Este procedimento também pode ser feito na caixa de nivelamento, que, por sua vez, serve de *poka yoke* próximo da linha de produção.

#### 2.4.6. Caixa de Nivelamento

A caixa de nivelamento tem como objetivo agendar os detalhes das produções diárias. Está dividida de acordo com uma escala de tempo igual ao tempo de ciclo do *mizusumashi*. Esta ferramenta é o ponto de partida do trabalho deste operador logístico,

uma vez que contém os *kanbans* com as informações dos produtos. Da mesma forma, nesta caixa são fornecidas outras informações como listas de *picking* (Coimbra, 2009).

#### **2.4.7. Sequenciador de Produção**

O sequenciador de produção é um dispositivo que contém os *kanbans* na ordem que chegam à linha de produção. É uma ferramenta de gestão visual que possibilita observar a carga que existe na linha de produção. Muitos *kanbans* podem significar que a linha está atrasada. Por outro lado, poucos *kanbans* podem significar que a linha está adiantada ou que tem menos trabalho (Coimbra, 2009).

### 3. Caraterização do Projeto

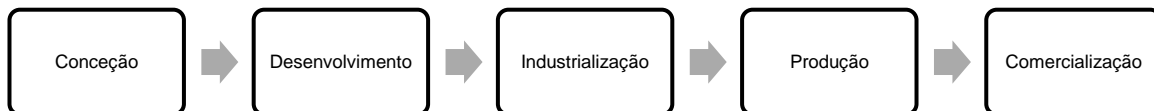
Neste capítulo será feita uma breve introdução à empresa estudada, bem como, serão apresentados os seus produtos e a sua organização interna. É também descrito o seu processo produtivo, dando ênfase aos seus tipos de armazenamento, ao fluxo logístico e aos tipos de *kanbans* e supermercados existentes, visto que, são estas as áreas onde serão aplicadas as propostas de melhoria apresentadas.

#### 3.1. Descrição da Empresa

A OLI – Sistemas Sanitários S.A. foi fundada a 1 de março de 1954, na cidade de Aveiro, pelos irmãos António Rodrigues Oliveira e Saul Rodrigues Oliveira.

Inicialmente, conhecida como uma empresa familiar que, ao longo do tempo, passou por diferentes áreas de negócio, criou uma unidade de produção de autoclismos, nos anos 80, sendo esta a área onde se insere atualmente. A partir dessa altura, devido a um crescimento sustentado e exponencial, integrou, em 1993, o grupo Fondital, com sede em Itália.

Esta empresa é a maior produtora de autoclismos da Europa do Sul, assegurando uma produção semanal de 39 mil autoclismos e 159 mil mecanismos, num horário laboral de 24 horas durante 7 dias por semana, contando com cerca de 380 colaboradores. A fábrica dispõe de uma área total de 82 mil metros quadrados, nos quais se desenvolve toda a cadeia de valor de um autoclismo, desde a conceção e desenvolvimento da ideia até à industrialização, produção e comercialização do produto (ver Figura 4).



**Figura 4 - Fases de desenvolvimento de um produto na OLI**

Com uma exportação de 80% dos seus produtos, a marca OLI é conhecida mundialmente devido às soluções de banho mais eficientes e ecológicas, confortáveis e autónomas presentes em mais de 70 países dos cinco continentes. Na Figura 5 estão representados as principais zonas no mundo para onde são exportados os produtos OLI.



**Figura 5 - OLI no Mundo**

### 3.2. Tipologia de Produtos

A OLI desenvolve e produz uma ampla gama de soluções de sistemas de instalação sanitária divididos da seguinte forma: autoclismos interiores, autoclismos exteriores, placas de comando e mecanismos (torneiras de boia e válvulas de descarga).

A Figura 6 apresenta exemplo dos vários produtos referidos anteriormente.

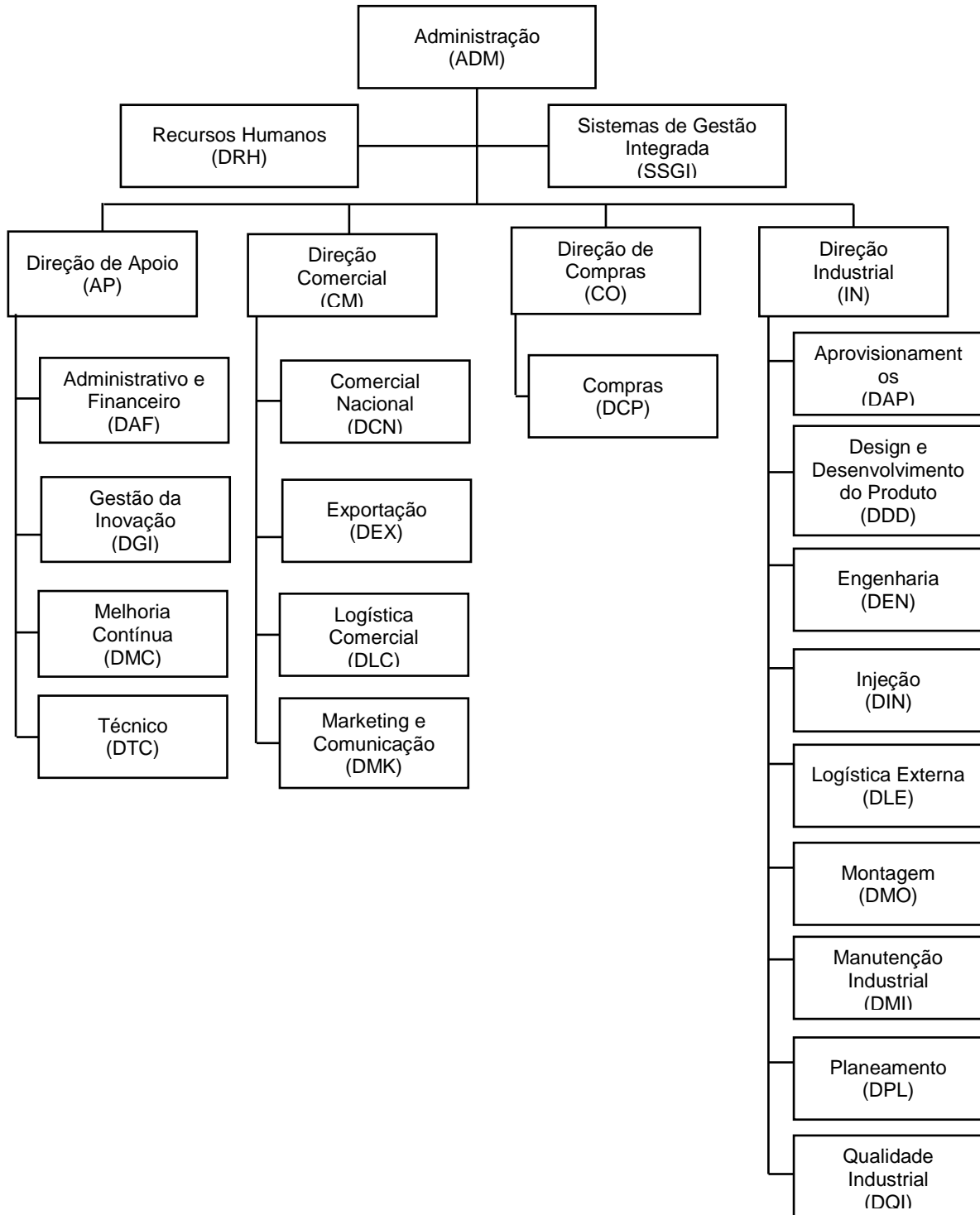


*Figura 6 - Sistemas de Instalação Sanitária*



### 3.3. Estrutura Organizacional da Empresa

A OLI – Sistemas Sanitários S.A. possui quatro áreas de direção, tendo cada área departamentos associados. Cada departamento tem um responsável pela sua gestão.



**Figura 7 - Estrutura Interna da OLI**

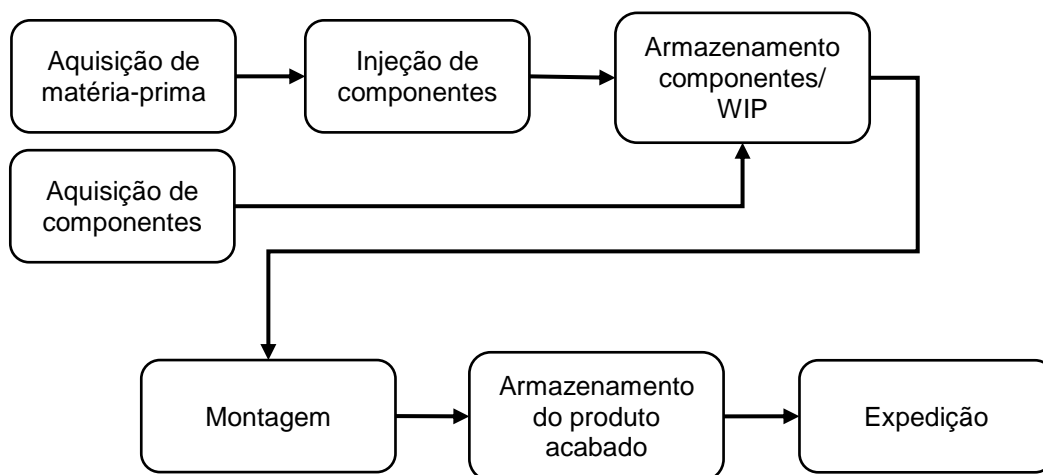
### 3.3.1. Departamento de Engenharia Industrial

Este projeto foi desenvolvido no Departamento de Engenharia Industrial da empresa. Este departamento é responsável por desenvolver todo o processo de fabrico dos novos produtos que irão integrar o mercado – industrialização - bem como de fazer o acompanhamento e melhoramento dos mesmos depois de industrializados.

Desta forma, interage com todas as áreas da fábrica, encontrando as melhores soluções para conseguir fluxos de produção eficientes, reduzindo as operações sem valor acrescentado para o cliente e aumentando os lucros provenientes destas melhorias.

### 3.4. Processo de Fabrico de Autoclismos e Mecanismos

Na Figura 8 apresenta-se um diagrama representativo do fluxo produtivo de modo a compreender toda a dinâmica fabril. As etapas para a produção de um autoclismo serão também descritas de seguida.



**Figura 8 - Fluxo Produtivo**

- 1. Aquisição de matéria-prima e componentes** – compra de matéria-prima para transformação e aquisição de componentes prontos a ser utilizados na montagem;
- 2. Injeção de componentes** – injeção de polímeros por moldação ou extrusão de modo a obter diversos componentes para a produção de um autoclismo;
- 3. Armazenamento de componentes/WIP** – após serem injetados, os componentes são armazenados num armazém central, em supermercados em carro ou em supermercados em estantes. Os componentes adquiridos aos fornecedores são armazenados em estantes destinadas a componentes adquiridos ou são armazenados nos supermercados correspondentes às células de trabalho onde vão ser necessários.
- 4. Montagem** – neste processo, os componentes são montados, originando produtos intermédios (mecanismos como válvulas e torneiras) ou produto final.

No caso dos produtos intermédios, estes poderão ser embalados individualmente, sendo vendidos como peças de substituição ou integrar um produto final (autoclismos interiores ou exteriores). Nesta fase, 100% dos mecanismos e autoclismos são ensaiados e testados.

5. **Armazenamento produto acabado** – após a montagem, o produto acabado é embalado em paletes e é transportado para uma zona de armazém onde se dá a expedição.
6. **Expedição** – o produto acabado é expedido diretamente para o cliente ou transportado para centros logísticos.

### 3.4.1. Armazenamento

Entre os diversos processos de fabrico, o material é armazenado de diversas formas. No caso da OLI, as estruturas de armazenagem são:

- **Armazém Central:** armazenam componentes ou WIP dispostos em paletes (grandes lotes). São caracterizados pela facilidade de movimentação de grandes quantidades de bens (ver Figura 9);



*Figura 9 - Armazém Central*

- **Supermercados em estantes dinâmicas de componentes injetados e adquiridos:** armazenam uma grande variedade de componentes em quantidades reduzidas. Cada componente tem um determinado número de corredores correspondente, onde são armazenadas as caixas (unidade de movimentação). Para complementar estes supermercados, são também disponibilizadas posições de palete para os componentes com maiores consumos e maior frequência de utilização (ver Figura 10);



**Figura 10 - Supermercados em estantes**

- **Supermercados em carro:** armazenam componentes de uma determinada máquina de injeção, estando, desta forma, posicionados junto das mesmas. A utilização deste tipo de supermercados assenta num sistema *pull* e reduz o trabalho logístico dos abastecedores, visto que, o operador responsável pela máquina transporta o material injetado diretamente para o supermercado (ver Figura 11).



**Figura 11 - Supermercados em carro**

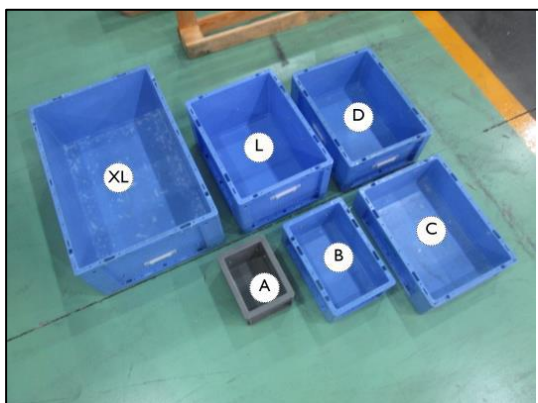
### 3.4.2. Tipos de Caixas

Os componentes que circulam no processo de fabrico são transportados maioritariamente em contentores normalizados, podendo estes ser de cartão ou de plástico.

As caixas de plástico são reutilizáveis e têm resistência elevada, tendo um ciclo de vida superior às caixas de cartão. Existem 6 dimensões diferentes para este tipo de caixas podendo transportar diferentes componentes. No entanto, cada tipo de componente pode ser transportado num único tipo de caixa, estando definido nas características do produto no sistema ERP.

Para a identificação do material, cada caixa contém um *kanban* com diferentes informações. No ponto 3.4.3. serão apresentados os tipos de *kanbans* que a empresa utiliza e nos pontos 3.5.1 e 3.5.2. será explicada a utilização dos mesmos com os diferentes supermercados.

Na Figura 12 e Tabela 3 podem ser observados os tipos e dimensões dos vários tipos de contentores.



**Figura 12 - Tipos de Caixas de Transporte**

**Tabela 3 - Dimensões dos Contentores**

Tipo	Largura (mm)	Profundidade (mm)	Altura (mm)
A	150	200	120
B	200	300	120
C	300	400	120
D	300	400	170
L	300	400	220
XL	400	600	220

As caixas de cartão são utilizadas, essencialmente, em componentes adquiridos ao fornecedor naquele formato, podendo ser utilizados instantaneamente. Tem existido grande preocupação por parte da empresa em conseguir que os fornecedores enviem estas caixas com as mesmas dimensões das caixas definidas como *standard*, facilitando todo o processo de fluxo interno de material.

Esta forma de armazenamento dos componentes permite aos operadores movimentarem o material à mão, sem necessitarem de equipamentos mecânicos ou empilhadores.

### 3.4.3. Tipos de Kanbans

Para controlar os fluxos de produção ou de transporte, são utilizados cartões de sinalização, também conhecidos como *kanbans*. O sistema *kanban* foi explicado no ponto 2.4.3.

A utilização do sistema *kanban* traz grandes vantagens para uma indústria, uma vez que, é capaz de gerir os *stocks* e controlar os fluxos dos componentes.

No caso da OLI, são utilizados dois tipos de *kanbans*:

**Kanban de transporte** – utilizado como sinal para movimentar o material desde os supermercados até às linhas de montagem. Apresenta alguns dados do produto como o tipo de caixa e a sua quantidade, o número de caixas que devem circular para não haverem ruturas nas linhas de montagem e o ponto de partida e chegada de acordo com o supermercado e células de trabalho, respetivamente.

[Supermarket Name]				[Date]
[Part No. Bar Code]				
[Part No.]		[Part Description]		
<b>CAIXA</b>		<b>ESTANTE</b>		<b>POSIÇÃO</b>
<b>QTD / CAIXA</b>		<b>CEL1</b>		
		<b>CEL2</b>		
<b>EM CIRCULAÇÃO</b>		<b>SPM</b>		

Figura 13 - Kanban de transporte

**Kanban de produção** – utilizado como sinal para a produção dos componentes que integram um sistema *pull*. Visto que, neste caso, os componentes vão ser produzidos, numa perspetiva de rentabilizar os custos do *setup* e do espaço, cada *kanban* deste tipo representa uma paleta em vez de uma caixa. Contém as informações necessárias para a produção do componente como o tipo e a quantidade por caixa, o número de caixas que uma paleta deve conter e a localização no supermercado onde a paleta deve ser armazenada.

MÁQUINA ###			LOGO
<b>Cx/Paleta</b>	<b>Caixa</b>	<b>Qtd / Cx</b>	
###	##	####	
<b>[PART NO.]</b>			
[PART DESCRIPTION]			
POSIÇÃO DE SUPERMERCADO			
<b>[ZONA] P.##</b>			
# / #			

Figura 14 - Kanban de produção

No caso dos supermercados em estantes de componentes injetados e adquiridos são utilizados apenas os *kanbans* de transporte. Por outro lado, no caso dos supermercados *pull* de máquinas de injeção, tanto os *kanbans* de transporte, como os *kanbans* de produção são utilizados.

Nos pontos 3.5.1. e 3.5.2. serão referenciados estes dois tipos de *kanbans* que irão integrar diferentes circuitos de transporte e de produção.

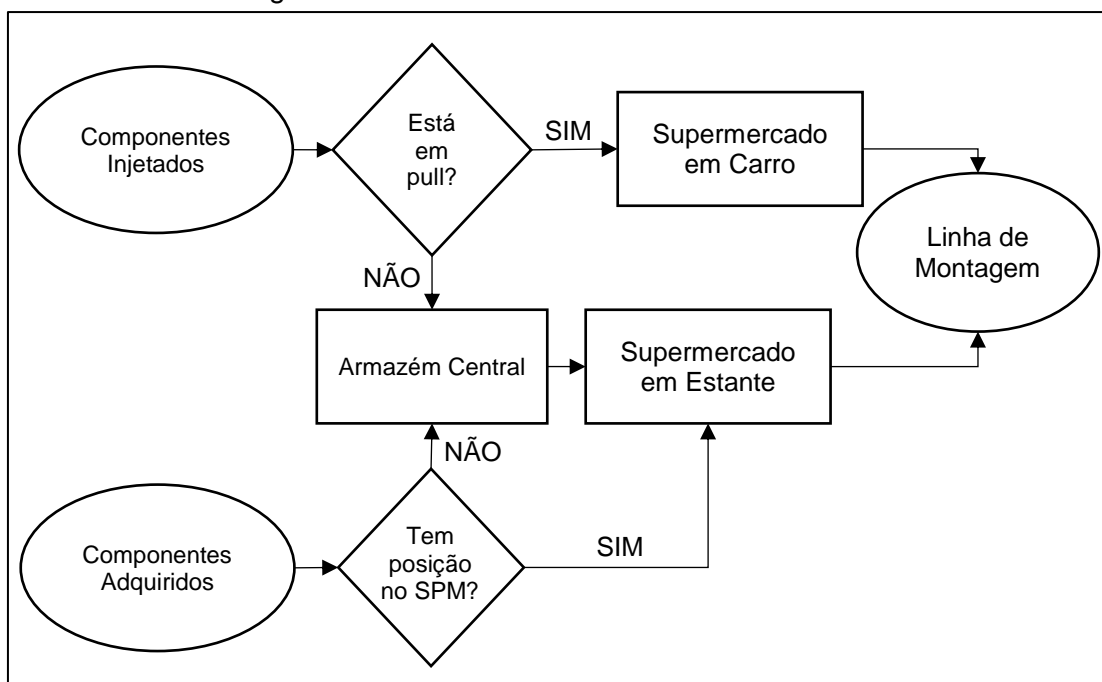
### 3.5. Fluxo Logístico

É importante entender como funciona todo o fluxo logístico para perceber como são divididos os componentes e os caminhos que percorrem até serem transformados em produto acabado.

Na descrição do processo produtivo foi possível verificar que existem dois grandes grupos de produtos:

- Componentes injetados (ou produzidos);
- Componentes adquiridos.

De seguida, irá ser explicado o fluxo logístico que estes componentes percorrem até às linhas de montagem.



**Figura 15 - Fluxo Logístico na OLI**

Como é possível observar na Figura 15, diferentes componentes seguem fluxos logísticos diferentes.

Os componentes injetados, dependendo se estão a funcionar em sistema *pull* ou não, poderão ser armazenados em supermercados em carro ou no armazém central para cada um dos casos, respetivamente. No caso de não estarem em *pull*, quando são necessários, são abastecidos aos supermercados em estantes dinâmicas, local onde o *mizusumashi* irá fazer o *picking*, transportando-os, de seguida, até à linha de montagem. Por outro lado, caso assentem num sistema *pull*, o *picking* é feito diretamente dos supermercados em carro, estando estes posicionados na rota do *mizusumashi*.

Os componentes adquiridos poderão ter uma posição definida em supermercado em estantes dinâmicas, e, neste caso, são transportados para este tipo de armazéns

aquando da sua chegada. Por outro lado, caso não tenham posição definida, são guardados em armazém até serem necessários.

### 3.5.1. Supermercados em Estantes de Componentes Injetados e Adquiridos e Posições de Palete

Os supermercados em estantes dinâmicas de componentes injetados e adquiridos são compostos por componentes injetados internamente e adquiridos a algum fornecedor. Estes supermercados disponibilizam as referências para *picking* aos abastecedores das células produtivas (*mizusumashi*) e estão organizados por células de trabalho. Este tipo de organização facilita o *picking* dos componentes.

Fisicamente, são posicionados por baixo das estantes do armazém central para as movimentações do abastecedor serem mínimas, visto que o transporte dos componentes até ao supermercado não acrescenta valor para o produto.

Como já foi referido anteriormente, estes supermercados são complementados com posições em palete posicionadas, normalmente em frente ao supermercado, no mesmo corredor, garantindo o *picking* pelo *mizusumashi* numa só paragem.

No mesmo corredor do armazém estão posicionados diferentes supermercados. A inclusão de um supermercado num corredor é feita de acordo com o *mizusumashi* responsável por transportar os componentes até às linhas de montagem. Assim, garante-se que não há cruzamento de *mizusumashis* no mesmo corredor evitando tempos de espera.

De seguida, será explicada a interação dos diferentes operadores logísticos com o supermercado, sendo complementada com as figuras Figura 16 e Figura 17.



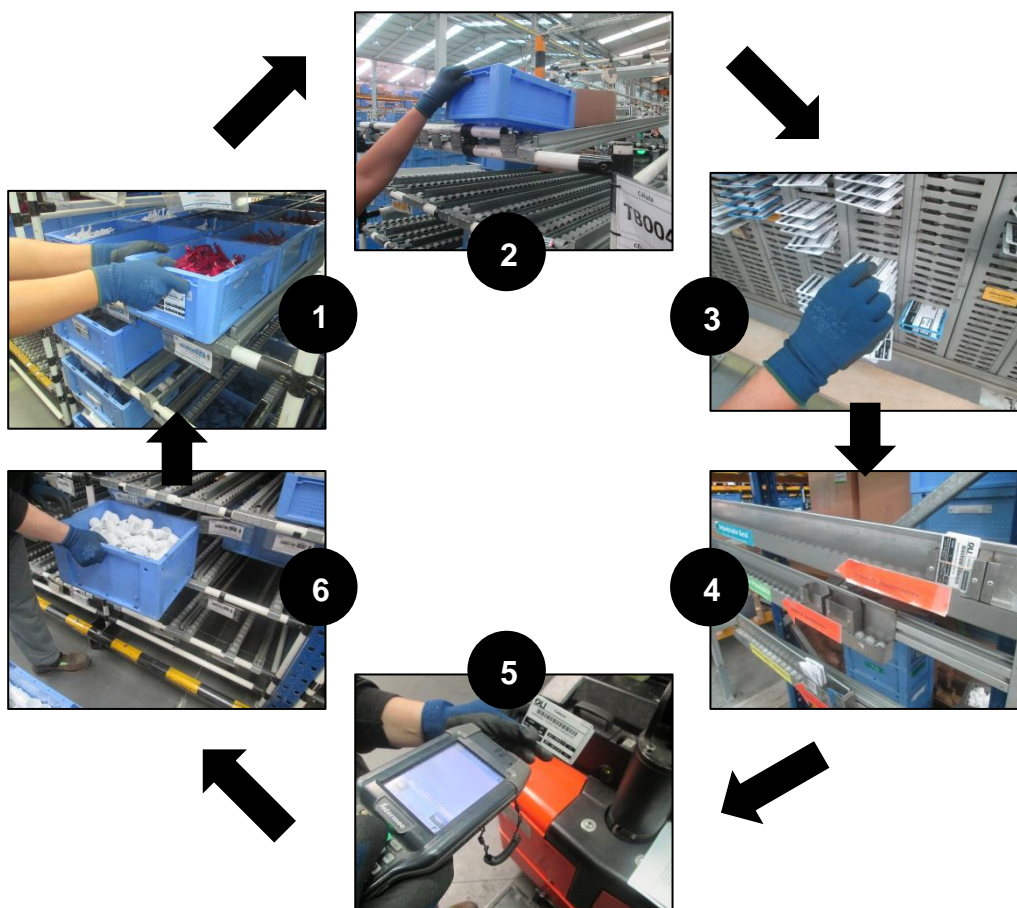
**Figura 16 - Supermercados em Estantes Dinâmicas de Componentes Injetados e Adquiridos**



O processo que envolve estes supermercados pode ser descrito da seguinte forma:

1. O *mizusumashi* retira os componentes identificados com um *kanban* do supermercado, transportando-os até à célula de montagem;
2. Na célula de montagem, são recolhidas as caixas vazias com o respetivo *kanban* de transporte;
3. Os *kanbans* de transporte são colocados na caixa de construção de lote pelo *mizusumashi*;
4. Quando forma um lote, o *mizusumashi* coloca os *kanbans* no sequenciador;
5. O abastecedor retira os *kanbans* do sequenciador e lê o código de barras do componente localizando-os em armazém;
6. De seguida, reabastece o supermercado com os componentes identificados e faz a transferência informática do material do armazém para o supermercado.

A Figura 17 representa a sequência de acontecimentos anteriormente descrita.



**Figura 17 – Funcionamento dos Supermercados de Componentes Injetados e Adquiridos**

Relativamente ao funcionamento deste tipo de supermercados, também é necessário perceber como é iniciado este processo e como estão distribuídos os componentes no supermercado de modo a que o operador logístico saiba onde encontrá-los.

O processo logístico de abastecimento às linhas de montagem inicia com um pedido de abastecimento disponibilizado no quadro de nivelamento duas horas antes do início da montagem. Este pedido inclui todos os componentes que irão ser necessários, bem como o seu posicionamento entre os diversos tipos de armazéns.

A Tabela 4 exemplifica um pedido de abastecimento para uma produção que irá ser explicado de seguida.

**Tabela 4 - Pedido de abastecimento**

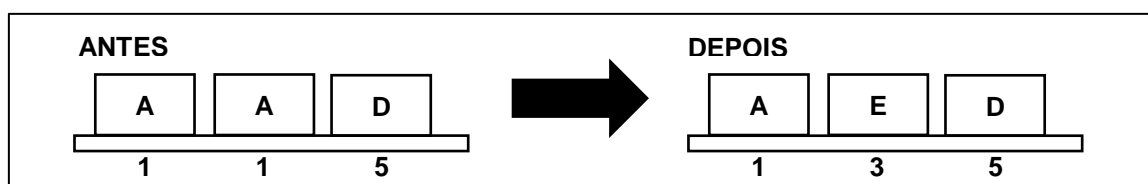
**Pedido de Abastecimento**

Componente A	VD006 5.1
Componente B	PAL P.1
Componente C	VAR

De acordo com a tabela anterior, entende-se que o componente A está posicionado no supermercado VD006, na posição 5.1, o componente B está em palete na posição 1 e o componente C está em posição variável. Assim, o operador logístico dirige-se ao supermercado e abastece-se com os componentes A e B que se encontram instantaneamente disponíveis. No caso do componente C, o operador deve colocar um *kanban* no sequenciador para pedir que o abasteçam no supermercado.

A partir do momento em que se inicia a produção, o processo logístico e a gestão destes supermercados funciona de acordo com a sequência descrita na Figura 17.

Por fim, é necessário entender como são atribuídas as coordenadas aos componentes que integram os supermercados em estantes dinâmicas. Como é possível observar na Figura 18, o componente A está em VD006 5.3. A coordenada “VD006” refere-se ao nome do supermercado. A coordenada “5” refere-se ao número do vão do supermercado, sendo que, esta contagem inicia em zero partindo do vão situado mais abaixo no supermercado. A coordenada “1” refere-se à posição no vão da coordenada anterior. Esta última coordenada é dada apenas por números ímpares (1,3,5,...) e, no caso de, por exemplo, um componente necessitar de dois corredores e estiver na posição 5.1, o componente seguinte estará posicionado na posição 5.5.



**Figura 18 - Alteração do número de corredores**

Esta abordagem prevê pequenas trocas no caso do componente, posicionado em 5.1, diminuir o número de corredores devido a qualquer fator, o que possibilita a integração de um novo componente, estando a posição 5.3 livre.

A Figura 18 ilustra o exemplo anteriormente descrito em que um dos corredores do componente A é substituído por um novo componente que integra o supermercado (componente E).

### 3.5.2. Supermercados *pull* de máquinas de injeção

Um supermercado *pull* de uma determinada máquina de injeção é composto por componentes injetados nessa máquina. Este supermercado é posicionado perto da máquina e disponibiliza os componentes com maiores consumos, estando dividido por corredores.

A Figura 19 apresenta um exemplo deste tipo de supermercados onde é possível observar a proximidade entre a máquina de injeção e o supermercado. Também se pode verificar que os componentes são armazenados em caixas, que por sua vez, são dispostas em carros.



**Figura 19 - Supermercados Pull de Máquinas de Injeção**

É importante salientar que, neste tipo de supermercados, os lotes são ajustados ao carro e não à caixa como acontece no caso dos supermercados em estantes dinâmicas de componentes injetados e adquiridos.

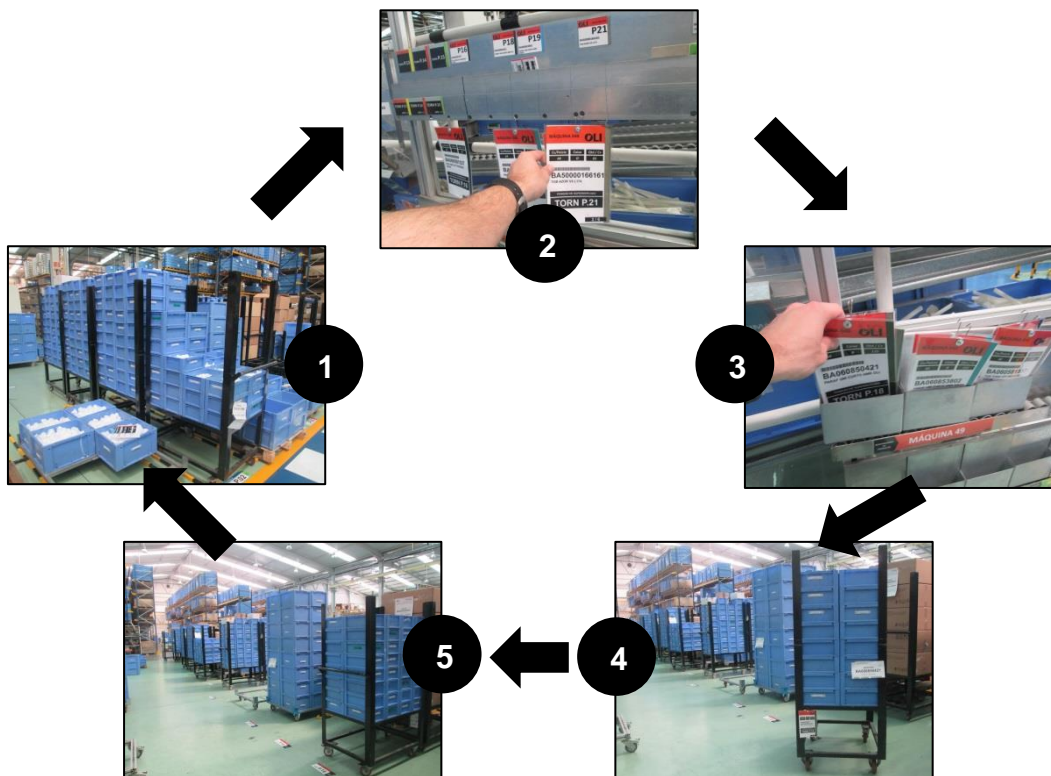
De forma simplificada, será explicado como são escolhidos os componentes a integrar estes supermercados. Os diferentes moldes são dedicados a uma máquina de injeção. Cada molde pode injetar um ou vários componentes em simultâneo. Os componentes com maiores consumos, de acordo com o histórico de produção e uma análise ABC, são definidos como *Make-to-Stock* (MTS) e são posicionados em supermercado. Os componentes com menores consumos são definidos como *Make-to-Order* (MTO) e são produzidos apenas por necessidade. O *lead time* de produção é de

cerca de um dia, ou seja, os componentes MTO são produzidos no dia anterior à montagem, o que cria a necessidade de serem armazenados no armazém central de onde, posteriormente, abastecem aos supermercados de componentes injetados e adquiridos.

De forma a entender todo o fluxo logístico associado a este tipo de supermercados, será descrito, de seguida, este procedimento:

1. O *mizusumashi* retira as caixas dos componentes do supermercado, identificadas com *kanbans* de transporte, transportando-os até à linha de montagem;
2. Quando termina um carro, é responsável por colocar os *kanbans* de produção na caixa de construção de lote;
3. Assim que forma lote, coloca os *kanbans* de produção no sequenciador;
4. O operador da injeção retira os *kanbans* de produção do sequenciador e inicia a produção dos componentes em questão, produzindo apenas a quantidade definida no *kanban*;
5. Quando completa um carro, reabastece o supermercado no corredor correspondente.

A Figura 20 representa a sequência de acontecimentos anteriormente descrita.



**Figura 20 – Funcionamento dos Supermercados Pull de Máquinas de Injeção**

## 4. Desenvolvimento do Projeto

Como é possível perceber pelos pontos anteriores, o funcionamento do sistema *kanban* e a interação com os supermercados numa filosofia *pull* já estão bem alicerçados no dia-a-dia da empresa. Desta forma, surge a necessidade de dar o passo seguinte e, de modo a ser possível responder às necessidades dos clientes, o processo de criação e atualização de supermercados deve ser agilizado, pois no caso de todo o fluxo logístico não estar de acordo com as necessidades do mercado, os abastecimentos irão falhar, irão existir tempos de espera, o que acrescenta custos ao produto e diminui a produtividade.

Visto que a criação e revisão de supermercados não acrescenta valor ao produto em nenhuma circunstância, mas não é possível eliminá-las, os esforços deverão ser concentrados na minimização do tempo despendido para a realização destas tarefas.

De um modo geral, este processo pode ser dividido em três fases distintas:

- Ordenação e escolha dos componentes a integrar o supermercado através de uma análise ABC;
- Cálculo do número de *kanbans* associado a cada componente;
- Desenho do supermercado e implementação no chão de fábrica.

De seguida, será descrita a situação inicial deste processo para cada tipo de supermercado, sendo identificados os pontos de melhoria e as abordagens a seguir para os implementar.

### 4.1. Supermercados em estantes dinâmicas de componentes injetados e adquiridos

Nos subtópicos seguintes, será descrita e analisada a situação encontrada para os supermercados em estantes dinâmicas de componentes injetados e adquiridos, bem como, os problemas identificados, as propostas de melhoria apresentadas e os resultados após a implementação.

#### 4.1.1. Descrição e Análise da Situação Atual

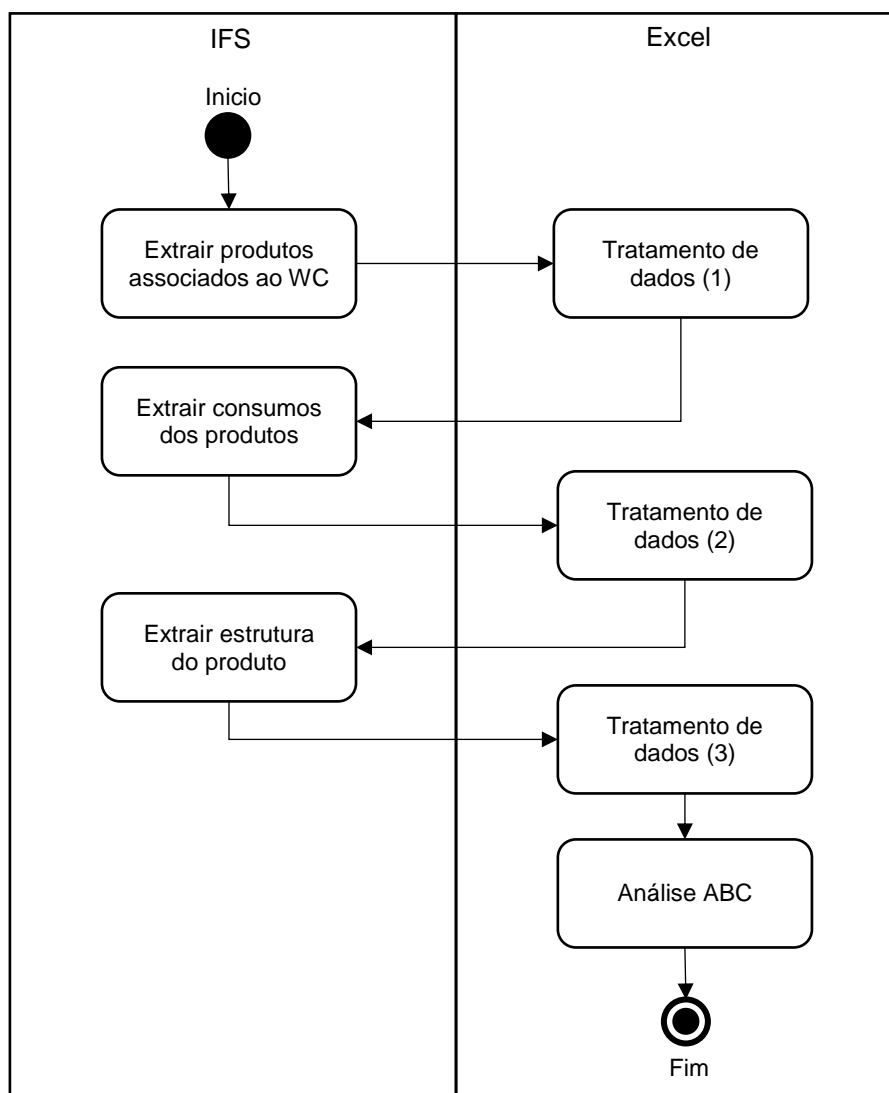
Numa fase inicial, é necessário perceber o momento em que surge a necessidade de se criar um supermercado deste tipo na empresa. Quando é desenvolvido um produto novo, é necessário criar o fluxo logístico dos componentes de modo a garantir que estes são transportados até à linha de montagem onde irá ser produzido esse mesmo produto.

De acordo com a célula de montagem onde é atribuída essa montagem, os componentes são posicionados num supermercado referente a essa célula. No entanto, sabendo que o espaço de uma fábrica é limitado, nem sempre é possível existir uma posição fixa para todos os componentes. Assim, percebe-se que numa situação ideal seria possível ter todos os componentes disponíveis em supermercado prontos a serem consumidos, mas que, devido a esta limitação, existem componentes com posição fixa e

outros com posição variável. Deste modo, torna-se necessário fazer uma análise ABC, onde são ordenados os componentes de acordo com os seus consumos num dado período de tempo, sendo escolhidos para armazenagem em posição fixa os que apresentam maiores consumos.

Ao longo do tempo, devido a oscilações na procura, os supermercados necessitam de ser revistos, podendo ser alterados. Porém, existem casos em que a última revisão integral foi feita há mais de cinco anos. Para estes casos, quando um produto novo entra no mercado, são feitas apenas pequenas alterações aos supermercados existentes de forma a tentar integrar os novos componentes.

Na figura seguinte, está esquematizado o processo seguido na fábrica para a primeira fase de criação e revisão destes supermercados antes da melhoria proposta. No final desta fase são apresentados os componentes ordenados pelo seu histórico de consumos.



**Figura 21 - Formação de Supermercados de Componentes Injetados e Adquiridos**

O processo pode ser descrito de forma mais detalhada da seguinte forma:

1. **Extrair produtos associados ao Work Center** – recolha dos dados relativos aos produtos montados num dado *work center* (WC). Os dados são extraídos do IFS para uma tabela em formato Excel;
2. **Tratamento de dados (1)** – eliminação dos produtos repetidos e dos produtos que se encontram inativos;
3. **Extrair consumos dos produtos** – com os códigos dos produtos que resultam do passo anterior, procede-se à extração das transações por produto num determinado intervalo temporal do IFS para uma nova tabela Excel;
4. **Tratamento de dados (2)** – organização de dados de acordo com uma macro previamente criada de modo a obter os consumos e o número de transações do período em análise;
5. **Extrair estrutura do produto** – recolha dos componentes que formam o produto no IFS e extração para Excel;
6. **Tratamento de dados (3)** – organização de dados de acordo com uma macro previamente criada de modo a obter os consumos e o número de transações dos componentes;
7. **Fazer análise ABC (ou 80-20)** – eliminação dos componentes que não são armazenados neste tipo de supermercados e ordenação dos dados por quantidades em ordem decrescente.

Após o processo de ordenação dos componentes, é calculado o número de *kanbans* necessários, através de várias fórmulas utilizadas num ficheiro Excel.

Note-se que não existe uma fórmula ideal para o cálculo do número de *kanbans*. Deste modo, pretende-se apenas que os resultados desses cálculos garantam a inexistência de ruturas de *stocks* ou quebras de abastecimento.

Assim, no caso da OLI, o número de *kanbans* necessários para o funcionamento de um supermercado é dado pelas fórmulas expostas e explicadas de seguida.

Inicialmente, é necessário calcular a quantidade de componentes necessários numa linha de montagem para um ciclo do *mizusumashi*. Desta forma, divide-se o tempo desse ciclo pelo tempo de ciclo do produto, resultando no número de produtos que são montados nesse intervalo de tempo. No caso de se utilizar mais do que uma unidade de um determinado componente em cada produto, multiplica-se esse valor pelo número de componentes, ou seja, pelo seu fator de incorporação (FI).

- **Necessidades por Ciclo do Mizusumashi (NCM)** – quantidade de peças consumidas durante um ciclo do *mizusumashi*;

$$NCM = \frac{\text{Ciclo Mizusumashi}}{\text{Tempo de Ciclo}} * FI$$

Numa primeira abordagem, poderia pensar-se que o número de componentes resultantes da fórmula anterior dividido pela quantidade de componentes por caixa resultaria no número de caixas necessárias no bordo de linha para satisfazer as suas necessidades. Porém, ao simular este circuito, percebe-se que o valor resultante da fórmula anterior (NCM) deve ser multiplicado por dois. Por exemplo, no caso de ser necessária uma caixa por ciclo do *mizusumashi*, e estando apenas uma caixa no BL, quando o operador de montagem finaliza essa caixa e o *mizusumashi* a recolhe, só na volta seguinte é disponibilizada uma nova caixa do componente. Assim, percebe-se que o número de caixas no bordo de linha deve garantir dois ciclos do *mizusumashi*. No caso da empresa em estudo, é acrescentada uma caixa extra como *stock* de segurança.

- **Caixas no Bordo de Linha (CBL)** – número de caixas que o bordo de linha deve conter para não existir rutura de *stock* garantindo duas voltas do *mizusumashi*:

$$CBL = \left( \frac{NCM * 2}{Quantidade\ por\ Caixa} \right) + 1$$

Por outro lado, à medida que os produtos vão sendo montados, o número de caixas no supermercado vai diminuindo e, visto que o supermercado não é abastecido de forma instantânea, é necessário que exista um *stock* que garanta o tempo até ao reabastecimento. No caso da OLI, o abastecedor tem cerca de três horas (10800 segundos) para reabastecer um supermercado. Ao dividir as três horas pelo tempo de ciclo de montagem do produto, resulta o número de componentes que devem ser garantidos em supermercado. No caso de um produto conter mais do que uma unidade do mesmo componente, o valor anterior deve estar multiplicado por esse fator de incorporação. Por fim, divide-se pela quantidade de componentes por caixa, resultando no número de caixas consumidas durante o tempo de reabastecimento.

- **Caixas Consumidas durante o Tempo de Reabastecimento (CCTR)** – número de caixas necessárias para garantirem a produção durante o tempo de reabastecimento:

$$CCTR = \frac{10800 * FI}{TC * Quantidade\ por\ Caixa}$$

Quando uma caixa é consumida, o *mizusumashi* poderia colocar o *kanban* proveniente dessa caixa diretamente no sequenciador, aguardando o reabastecimento do componente pelo abastecedor. Mas, de acordo com a variedade e a quantidade de componentes existentes, esse processo é inviável, visto que o abastecedor não está sempre disponível e a carga de trabalho associada a essa tarefa não compensaria o esforço. Assim, dado que no pior dos casos o abastecedor se desloca ao sequenciador num intervalo de tempo de uma hora e quarenta minutos (6000 segundos), o supermercado deve garantir este aspeto. Deste cálculo resulta o lote de caixas que o operador logístico abastece de cada vez de um dado componente.



- **Caixas para Formar Lote (CFL)** – número de caixas necessárias para produzir um lote de acordo com o tempo do abastecedor se dirigir ao sequenciador:

$$CFL = \frac{6000 * FI}{TC * Quantidade\ por\ Caixa}$$

As fórmulas anteriores determinam o número de caixas necessárias num supermercado para garantir o abastecimento a uma célula de montagem. No caso de um componente ser utilizado em mais do que uma célula em simultâneo, o valor resultante da soma dos anteriores deve ser multiplicado por esse número de células.

- **Caixas Necessárias no Supermercado (CNSPM)** – quantidade mínima de caixas que devem existir no supermercado:

$$CNSPM = N^{\circ} Células * (CBL + CFL + CCTR)$$

Para o cálculo do número de corredores, o valor resultante da fórmula anterior (CNSPM) é dividido pelo número de caixas que um corredor suporta. Caso o resultado não seja um número inteiro, é arredondado por excesso.

- **Número de Corredores (NC)** – número total de corredores para garantir o número total de caixas:

$$NC = \frac{CNSPM}{N^{\circ} Caixas\ por\ Corredor}$$

Para aumentar a eficiência do espaço, no caso de o número total de caixas não preencher por completo os corredores, a partir do valor arredondado da fórmula NC, calcula-se o número total de caixas ajustado.

- **Total Caixas Ajustado (TCA)** – quantidade de caixas no supermercado de modo a maximizar o espaço utilizado nos corredores correspondentes:

$$TCA = N^{\circ} Caixas\ por\ Corredor * NC$$

Do mesmo modo, o tamanho do lote de reabastecimento deve ser ajustado à quantidade de caixas presentes em supermercado. Este cálculo é feito em função do total de caixas consumidas durante o tempo de reabastecimento e presentes no bordo de linha. Para prevenir possíveis atrasos no abastecimento, o lote forma mais cedo uma caixa.

- **Tamanho do Lote Ajustado (TLA)** – lote ajustado de acordo com o total de caixas no supermercado:

$$TLA = TCA - (CCTR + CBL) * N^{\circ} Células - 1$$

Após os resultados obtidos nos cálculos anteriores, é definido o espaço a ser utilizado para posições em palete e, de acordo com a análise ABC, são escolhidos os componentes a integrar essas posições.

Por fim, é feito o mesmo processo para a distribuição dos restantes componentes pelo supermercado em estantes. Para esta distribuição, existem algumas condições a ter em conta, sendo elas:

- Ergonomia do sistema - caixas de peso elevado posicionadas a meio ou em baixo;
- Corredores diferentes com o mesmo componente devem estar juntos;
- Componentes com maior rotação posicionados no meio ou em baixo;
- Componentes com códigos de produto e características físicas idênticas não devem estar posicionados nas fronteiras horizontais e verticais.

#### 4.1.2. Descrição dos problemas identificados

Após a análise do processo inicial, foi necessário identificar os problemas encontrados para ser possível propor melhorias. Na figura seguinte são identificados os problemas encontrados que serão descritos de forma mais detalhada e solucionados com algumas propostas de melhoria.



**Figura 22 - Identificação dos problemas encontrados nos supermercados de Componentes**

##### 4.1.2.1. Processo de criação e revisão complexo e demorado

Analisando o processo de criação e revisão dos supermercados descrito no ponto anterior, é possível verificar que existe alguma complexidade no seu desenvolvimento. Não existindo alguém dedicado apenas a este processo, na altura de executar esta tarefa, observa-se que o responsável por esta implementação tem dificuldade no seguimento do mesmo. Isto deve-se, por um lado, à falta de prática, experiência e conhecimento dos componentes e, por outro, ao tempo necessário para a implementação desta tarefa.

A Tabela 5 apresenta os tempos medidos na primeira fase de revisão de supermercados.

**Tabela 5 – Tempos medidos na primeira fase da revisão de supermercados**

Medição	Tempo medido (min)
1	47
2	52
3	56
4	45
5	63

Através da tabela anterior, é possível concluir que o tempo de análise dos dados é bastante significativo.

Com o objetivo de resolver este problema foi desenvolvida uma ferramenta no sistema ERP da empresa que simplificará este processo. Esta ferramenta será explicada detalhadamente nas propostas de melhoria.

#### 4.1.2.2. Baixa confiabilidade dos dados

Este problema foi identificado aquando do desenvolvimento de diferentes supermercados e refere-se, essencialmente, às quantidades por caixa definidas incorretamente para vários componentes.

De acordo com a realidade da empresa, ainda não é possível garantir a quantidade por caixa de todos os componentes na primeira etapa da cadeia de valor – injeção do material. No entanto, foram definidas quantidades por caixa aproximadas para o momento após a injeção. Porém, no momento da revisão de diferentes supermercados, observaram-se algumas diferenças entre o valor definido nos *kanbans* e o valor real existente nas caixas.

A tabela seguinte revela alguns dos exemplos das situações encontradas comparando o valor teórico definido e o valor real de componentes nas caixas.

**Tabela 6 - Comparação das quantidades por caixa e cálculo do erro percentual**

Referência	Quantidade teórica	Quantidade real	Diferença	Erro percentual
Componente 1	240	300	+60	+20%
Componente 2	260	210	-50	-24%
Componente 3	160	210	+50	+24%
Componente 4	1200	500	-700	-140%
Componente 5	60	35	-25	-72%

Para combater este problema, foi criada uma tabela num ficheiro Excel com as seguintes colunas:

- Referência;
- Descrição;
- Caixa;
- Quantidade;
- Data de atualização;
- Contador;
- Observações.

**Tabela 7 - Exemplo do Ficheiro Excel para contagem de peças**

Referência	Descrição	Caixa	Qtd.	Data Atualização	Contador	Observações
XXXXXXXXXX	Componente 1	B	80	13-03-2018	RJ	Igual ao Anterior
XXXXXXXXXX	Componente 2	B	150	15-03-2018	RJ	Igual ao Anterior
XXXXXXXXXX	Componente 3	B/CRT	300	09-03-2018	RJ	Igual ao Anterior
XXXXXXXXXX	Componente 4	B/CRT	300	09-03-2018	RJ	Igual ao Anterior
XXXXXXXXXX	Componente 5	B	190	15-03-2018	RJ	Alterou - 175
XXXXXXXXXX	Componente 6	A	240	15-03-2018	RJ	Alterou - 300

A criação desta tabela facilitou o controlo e a gestão dos dados para a contagem de componentes. O responsável pela criação ou revisão dos supermercados poderá, por um lado consultar este ficheiro e, por outro, atualizá-lo quando contar qualquer componente. Com o campo “Observações”, é também possível verificar se houve alguma alteração relativamente ao valor anteriormente definido.




Apesar de esta não ser a melhor solução, a curto prazo poderá ser a forma mais prática de gerir este processo. No entanto, no tópico “Sugestões para Trabalhos Futuros”, é proposto um novo procedimento relativamente a este assunto, sendo explorado com maior detalhe.

Do mesmo modo, foi incluído numa instrução de trabalho de criação e revisão de supermercados um passo para garantir que o responsável desta tarefa confirma as quantidades por caixa dos componentes envolvidos no cálculo. Esta instrução de trabalho será apresentada nas propostas de melhoria.

#### 4.1.2.3. Grandes diferenças entre os supermercados no terreno

Devido à inexistência de um *standard* criado, notou-se grande diversidade de supermercados fisicamente. Este problema foi identificado na fase de desenvolvimento da ferramenta de cálculo automático dos supermercados. A tabela seguinte demonstra vários exemplos encontrados no chão de fábrica sendo descritos os problemas associados.

**Tabela 8 - Problemas identificados devido à variabilidade dos supermercados**

Problema	Exemplo	Descrição
1		<p>Supermercado com 7 níveis de componentes dificultando o trabalho ao operador logístico devido à altura em que o último nível se encontra (no exemplo, encontra-se a 1,80m de altura);</p>
2		<p>Mesmo nível no supermercado com excesso de corredores levando a que as caixas não deslizassem até à zona de <i>picking</i>;</p>
3		<p>Os retornos são utilizados para serem devolvidas as caixas vazias. O seu posicionamento em sítios diferentes entre supermercados levarão a um aumento de tempo para a realização desta tarefa, visto que, o operador logístico terá de o procurar.</p>

#### 4.1.3. Propostas de melhoria

De forma a reduzir o efeito dos problemas anteriormente descritos, foi desenvolvida uma ferramenta no sistema ERP da empresa que possibilita o dimensionamento automático deste tipo de supermercados.

Ao nível desta ferramenta, foram definidas as suas especificações, sendo elas, posteriormente postas em prática pelo departamento técnico da empresa. Durante todo o procedimento, foram feitas reuniões semanais de acompanhamento do projeto, por forma a garantir que a ferramenta cumprisse todos os requisitos especificados.

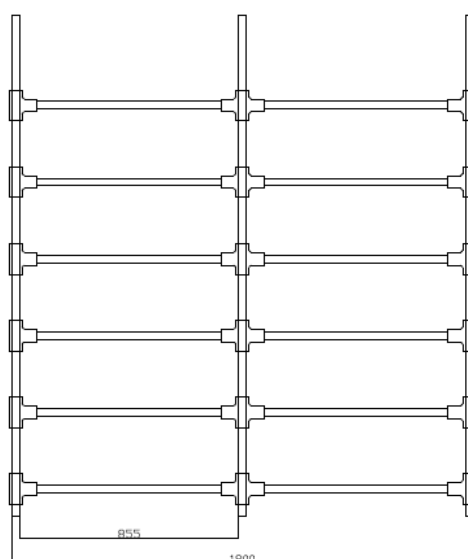
Para complementar a ferramenta, foi também criado um *standard* para os supermercados fisicamente, foi desenvolvida uma matriz de comparação entre revisões de supermercados (integrada na ferramenta) e foi elaborada uma instrução de trabalho.

### 1. Criação de *standard* para os supermercados fisicamente

Inicialmente, existiu a necessidade de ser criada uma norma para os supermercados fisicamente que tornasse possível desenvolver um algoritmo para o cálculo automático, de forma a, eliminar a variabilidade dos supermercados existentes e os problemas identificados anteriormente.

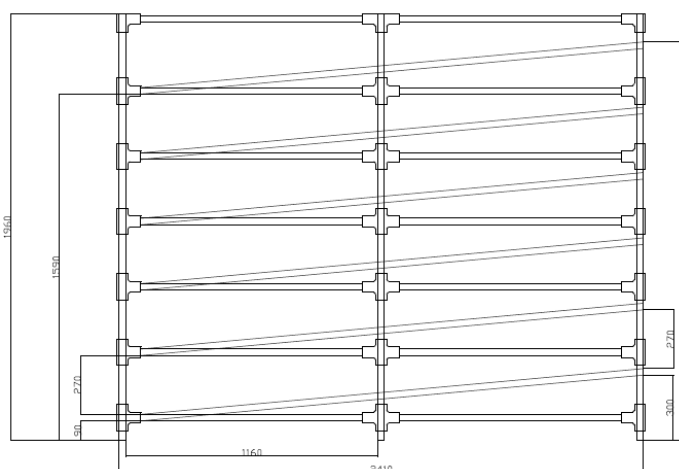
Devido a esta necessidade, definiram-se as seguintes condições:

- a) Um módulo de supermercado representa 6 níveis com 2\*900mm por nível numa vista frontal;



**Figura 23 - Representação da vista frontal do Supermercado**

- b) Todos os módulos têm uma profundidade de 2410mm;



**Figura 24 - Representação da vista lateral do Supermercado**

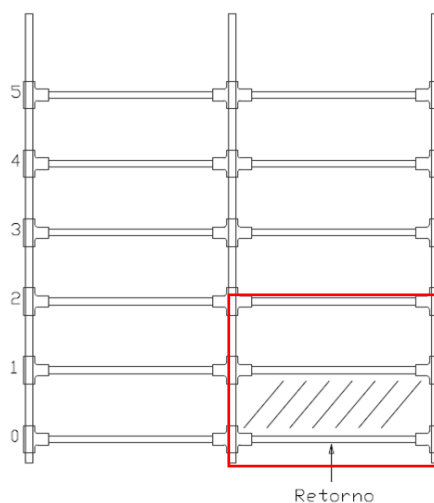
- c) Numa vista frontal, por cada 900 milímetros de supermercado só poderão ser dispostas as seguintes combinações entre caixas representadas na seguinte tabela:

**Tabela 9 - Combinações possíveis entre caixas num vão de 900mm**

	Combinações possíveis		Espaço ocupado (mm)
<b>1</b> Tipologia de caixas	A	1	225
		2	450
		3	675
		4	900
	B	1	300
		2	600
		3	900
	C/D/L/XL	1	450
2		900	
<b>2</b> Tipologias de caixas	Caixa A & Caixa B		525
	Caixa A & 2 Caixas B		825
	Caixa A & Caixa C/D/L/XL		675
	2 Caixas A & Caixa B		750
	2 Caixas A & Caixa C/D/L/XL		900
	Caixa B & Caixa C/D/L/XL		750

O espaço ocupado por cada caixa é diferente do valor apresentado no ponto 3.4.2., uma vez que são necessários separadores entre os corredores, sendo acrescido esse espaço à largura total de cada caixa.

- d) Em cada módulo, deverá existir um retorno posicionado no canto inferior direito, consoante necessidade. O retorno tem como objetivo fazer a devolução do material que não foi utilizado (logística inversa).



**Figura 25 - Representação do posicionamento do retorno**

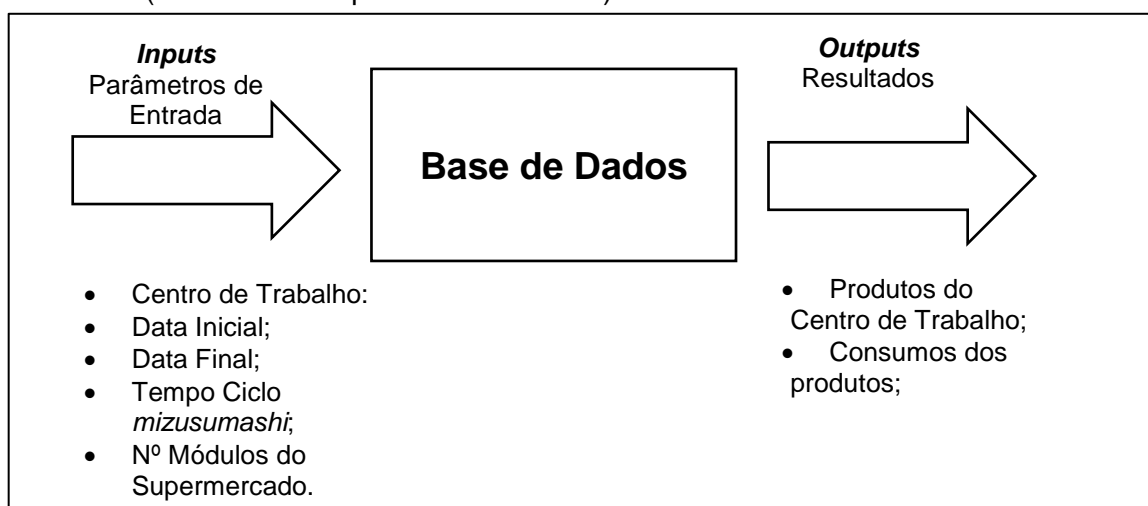
A definição das condições apresentadas é fundamental para o desenvolvimento da ferramenta, visto que, só assim é possível gerar um algoritmo capaz de distribuir os componentes no supermercado.

Do mesmo modo, a representação dos supermercados com quotas e em várias perspectivas, à escala, é extremamente relevante, tanto para o serralheiro responsável pela sua construção, como para o colaborador responsável pela sua implementação.

## 2. Desenvolvimento e integração da ferramenta no sistema ERP

Posteriormente, iniciou-se o desenvolvimento da ferramenta no sistema de gestão integrado da empresa. O seu procedimento pode ser dividido em três fases. Entre cada fase, o utilizador interage com o programa. As Figuras Figura 26, Figura 28 e Figura 29 ilustram os parâmetros de entrada e resultados definidos, sendo explicados mais detalhadamente posteriormente a cada figura.

Como podemos observar na Figura 26, numa primeira fase, o utilizador deverá introduzir todos os parâmetros de entrada abaixo enunciados. De seguida, de forma automática, o programa lê os dados introduzidos e utiliza-os para apresentar os resultados (consumos dos produtos montados) em formato tabela.



**Figura 26 – Fase 1: Apresentação dos consumos dos produtos montados num dado período**

Analisando cada parâmetro de entrada, é de realçar que os mesmos são cruzados e utilizados em conjunto de forma dinâmica. Na primeira fase, o programa utiliza três dos parâmetros de entrada (centro de trabalho, data inicial e data final), sendo os restantes utilizados nas fases seguintes.

É importante salientar que cada produto está associado a um centro de trabalho na base de dados. Para apresentar os consumos de cada produto no centro de trabalho, o programa extrai esses valores no intervalo de tempo entre a data inicial e data final e apresenta-os de forma acumulada numa tabela.

Esta primeira fase possibilita modificar os valores na tabela de *outputs* apresentados no caso das previsões de procura se alterarem no futuro. Esta possibilidade de alteração revela-se extremamente vantajosa nos casos dos produtos em



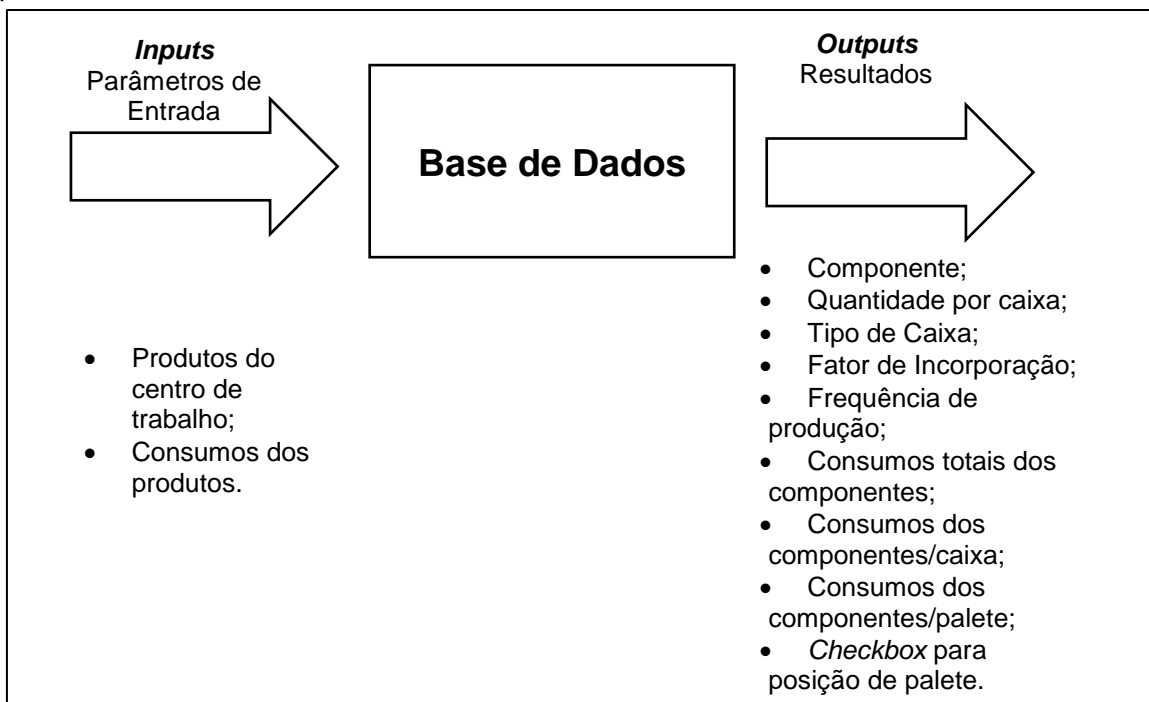
que se preveem variações na procura, preparando o supermercado para diferentes cenários.

A Figura 27 apresenta um exemplo de uma tabela dos *outputs*.

Production_Forecast			
+	Part_no	Description	Quantity Work Center
			13734 VD004
			10260 VD004
			7291 VD004
			4962 VD004
			3311 VD004
			2200 VD004
			1250 VD004
			1051 VD004
			671 VD004
			441 VD004
			350 VD004
			315 VD004
			312 VD004
			255 VD004
			210 VD004
			210 VD004
			136 VD004
			89 VD004
			59 VD004

**Figura 27 - Exemplo de aspeto dos outputs da 1ª fase**

Na segunda fase são apresentados os componentes utilizados para montar os produtos resultantes do passo anterior e alguns dos dados necessários para os cálculos necessários, como a quantidade e o tipo de caixa pré-estabelecidos no sistema, o fator de incorporação, ou seja, a quantidade de componentes que é utilizada em cada produto, e a frequência com que os componentes são produzidos. A frequência é calculada através da divisão dos dias de utilização dos componentes pelo número total de dias no período em análise.



**Figura 28 – Fase 2: Apresentação dos consumos dos componentes referentes aos produtos**

Através destes dados, são também calculados instantaneamente alguns valores que são apresentados no mesmo momento dos valores anteriores.

Por exemplo, inicialmente multiplicam-se os consumos de cada produto pelo seu fator de incorporação. Deste cálculo, obtêm-se os consumos totais dos componentes (1).

e) Consumo Total de um Componente (CTC):

$$CTC = Consumo do Produto * Fator de Incorporação (1)$$

Após isto, os consumos totais de cada componente são divididos pela quantidade por caixa, de onde se obtém a quantidade total de caixas movidas (2). Este dado revela-se mais útil do que o consumo total dos componentes, pois é um indicador mais fidedigno do trabalho associado ao abastecedor.

f) Consumo Total de um Componente/Caixa:

$$CTC (caixa) = \frac{CTC}{Quantidade por caixa} (2)$$

Por fim, através da Tabela 10 (tabela auxiliar), divide-se os consumos de componentes por caixa pelo número de caixas por palete, de onde resultam os consumos dos componentes por palete (3).

g) Consumo Total de um Componente/Palete:

$$CTC (palete) = \frac{CTC (caixa)}{Número de caixas por palete} (3)$$

**Tabela 10 - Standardização das quantidades de caixas por palete**

Caixa	Quantidade por corredor	Quantidade por palete
A	12	128
B	8	112
C	6	56
D	6	48
L	6	40
XL	4	20

É importante salientar que nesta fase alguns dos componentes que se encontram na estrutura dos produtos apresentados na primeira fase não são apresentados na segunda fase por não serem posicionados nestes supermercados.

A Tabela 11 apresenta o tipo de componente que não é apresentado no programa, o motivo do seu filtro e o campo utilizado no sistema ERP para a filtragem.

**Tabela 11 - Critérios de filtragem de componentes que não constam em supermercado**

<b>Tipo de componente</b>	<b>Motivo de filtro</b>	<b>Campo utilizado</b>
Paletes	Devido às suas dimensões, não são armazenados neste tipo de supermercados.	Carateres iniciais do código do produto que representam a sua família.
Embalagens e caixas de cartão		
Esferovite (EPS)		
Estruturas		
Reservatórios		
Matérias-Primas e Produto Final	Tanto as matérias-primas como o produto final não são armazenados nestes supermercados.	
Componentes <i>pull</i>	Os componentes em <i>pull</i> são armazenados em Supermercados em Carro, logo, não irão ser posicionados nestes supermercados.	Campo do componente denominado " <i>Pull Planning</i> " quando está definido como " <i>Pull Part</i> ".
Componentes em Fluxo	Componente em fluxo significa que após a injeção são logo montados, logo, não necessitam de ser armazenados.	Campo do componente denominado "Tipo de caixa" quando está definido como "Fluxo".
Produtos Intermédios montados internamente	Os produtos intermédios montados internamente são colocados em supermercados intermédios, evitando transporte do produto até aos supermercados de componentes injetados e adquiridos.	Campo do componente no qual é definido onde é produzido.

Ainda nesta fase, o utilizador deverá selecionar os componentes que pretende que sejam posicionados em palete de acordo com o número de paletes que o seu consumo representa e o espaço disponível para alocação das paletes. No ponto de vista do operador logístico, o posicionamento dos componentes em palete facilita o seu trabalho, visto que, tem que movimentar cada palete apenas uma vez até à zona de *picking* pelo *mizusumashi*. Esta alteração relativamente ao processo que estava em vigor anteriormente, ou seja, os componentes que eram definidos para posições em palete eram os que tinham maior consumo total, trouxe grandes vantagens para o operador logístico. A tabela seguinte ilustra um exemplo em que se verifica este caso sendo explicado de seguida.

**Tabela 12 - Comparação entre consumos de diferentes componentes**

Componente	Quantidade por caixa	Tipo Caixa	Consumo Total	Consumo Total (caixa)	Consumo Total (palete)
A	250	A	400000	1600	13
B	1500	XL	450000	300	10

Como é possível observar na Tabela 12, de acordo com o processo inicial para a definição do posicionamento de componentes em palete, seria selecionado o componente B para esta posição (palete), visto que, no mesmo período, teve um consumo total superior ao componente A. No entanto, ao nível de movimentação de caixas, nota-se que o operador logístico terá mais trabalho caso seja posicionado o componente A em supermercado, uma vez que, tem que movimentar 1600 caixas. Assim, e de acordo com os novos critérios de escolha, ao posicionar o componente A em palete, o operador logístico movimentará apenas 10 paletes deste tipo e 300 caixas do componente B ao invés de 1600 caixas e 13 paletes, respetivamente.

Para justificar esta alteração, foram medidos quatro tempos de abastecimento a supermercados e a posições de palete com distâncias percorridas semelhantes, sendo, de seguida, tratados os dados e apresentados os resultados para o exemplo anterior.

**Tabela 13 - Tempos para abastecimento em supermercado (SPM)**

Nº Observação	1	2	3	4
Tempo (s)	250	140	345	200
Número de Caixas	13	4	7	7
Tempo médio por caixa	19	35	49	29

Ao observar a Tabela 13 é possível verificar que quanto mais caixas se abastecerem, menor será o tempo despendido para o abastecimento em supermercado. No entanto, o abastecedor deve respeitar o tamanho do lote para abastecimento dado pelo número de *kanbans*. Para este exemplo, será considerado o tempo médio de abastecimento em supermercado de 234 segundos.

**Tabela 14 - Tempos para abastecimento à palete**

Nº Observação	1	2	3	4
Tempo (s)	140	106	169	119
Número de Caixas	20	20	20	48
Tempo médio por caixa	7	5	8	2

De acordo com a Tabela 14, é possível aferir tempos muito inferiores comparativamente à Tabela 13. No exemplo será utilizado o tempo médio de abastecimento à paleta, correspondente a 134 segundos.

Considerando o exemplo apresentado em termos de tempo, conclui-se o seguinte para cada um dos cenários:

a) **Cenário 1 - Componente B em paleta e Componente A em SPM**

*Tabela 15 - Componente B em PAL e Componente A em SPM*

	<b>Componente A</b>	<b>Componente B</b>
<b>Tipo Supermercado</b>	Supermercado	Paleta
<b>Movimentação</b>	1600 Caixas	10 Paletes
<b>Tamanho do Lote</b>	13 Caixas	-
<b>Movimentação total</b>	124 Paletes	10 Paletes
<b>Tempo despendido (s)</b>	29016	1340
<b>Tempo Total (s)</b>		30356
<b>Tempo Total (h)</b>		8,43

b) **Cenário 2 - Componente A em paleta e Componente B em SPM**

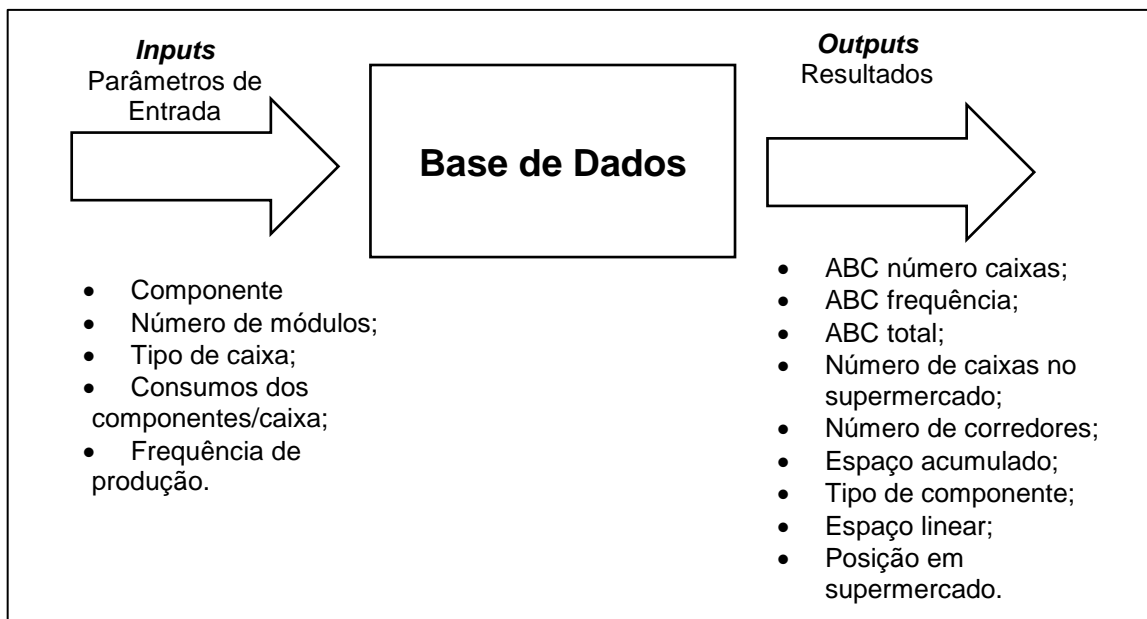
*Tabela 16 - Componente A em PAL e Componente B em SPM*

	<b>Componente A</b>	<b>Componente B</b>
<b>Tipo Supermercado</b>	Paleta	Supermercado
<b>Movimentação</b>	13 Paletes	300 Caixas
<b>Tamanho do Lote</b>	-	16 Caixas
<b>Movimentação Total</b>	13 Paletes	19 Paletes
<b>Tempo despendido (s)</b>	1742	4446
<b>Tempo Total (s)</b>		6188
<b>Tempo Total (h)</b>		1,71

No cenário 1 é possível verificar que são movimentadas mil e seiscentas caixas do componente A, sendo que, o tamanho do lote é de treze caixas, ou seja, o abastecedor coloca em supermercado treze caixas sempre que baixa uma paleta. Por outro lado, movimenta apenas dez paletes do componente B.

Relativamente ao cenário 2, são movimentadas treze paletes do componente A e trezentas caixas do componente B com o tamanho do lote de 16 caixas.

O período definido para esta análise é referente a seis meses. Assim, comparando os dois cenários, percebe-se que no segundo caso são poupadas cerca de seis horas e quarenta minutos de trabalho ao abastecedor no período estabelecido, comprovando a opção tomada.



**Figura 29 - Fase 3: Apresentação da sugestão do supermercado**

Na última fase, é definido o posicionamento de cada tipo de componente de acordo com o algoritmo criado.

Inicialmente, os componentes selecionados para palete na fase anterior são definidos para essa posição (PAL). De seguida, ordenam-se os componentes de forma decrescente relativamente ao número de caixas e atribui-se a categoria A, B ou C, consoante a sua representação no total de caixas através da percentagem acumulada com o auxílio da Tabela 17. Posteriormente, do mesmo modo, atribui-se a categoria A, B ou C, consoante o número total de dias de produção no período em análise (frequência de produção), de acordo com a Tabela 18.

Por fim, concatena os dois valores da tabela anterior pela ordem em que foram apresentados, ou seja, ABC número de caixas e ABC frequência, resultando no ABC Total. Com esta relação, o algoritmo tem em conta dois parâmetros extremamente importantes para a definição dos componentes a ser colocados em supermercado.

**Tabela 17 - Número Caixas Acumulado**

Tipo Componente	Número caixas acumulado (%)
A	50%
B	80%
C	100%

**Tabela 18 - Frequência Acumulada**

Tipo Componente	Frequência Acumulada (%)
A	50%
B	80%
C	100%

Ao contrário do que era feito anteriormente, em que apenas era tido em conta o consumo total dos componentes, esta forma de ordenação facilita o trabalho ao operador

logístico que abastece o supermercado, uma vez que, relaciona estas duas variáveis. A Tabela 19 ilustra um exemplo prático desta alteração.

**Tabela 19 - Comparação entre Consumo Total, Número de Caixas e Frequência**

Componente	Quantidade por caixa	Tipo Caixa	Consumo Total	Número Caixas	Frequência
C	100	A	150000	1500	100
D	1000	A	250000	250	50

Observando a Tabela 19, entende-se que, de acordo com o procedimento inicial, o componente D teria vantagem relativamente ao componente C na ordenação. No entanto, é possível perceber que o componente C representa maior quantidade de caixas movimentadas para o abastecedor, sendo que, da mesma forma, também tem uma maior frequência. Assim, na nova ordenação, o componente C tem vantagem relativamente ao componente D.

Voltando ao algoritmo, relembre-se que os componentes têm agora uma combinação entre o número de caixas e a frequência (ABC Total) que tem como objetivo ordenar os componentes.

Após esta ordenação, é calculado o número de *kanbans* necessários para cada componente de acordo com as fórmulas apresentadas no ponto 4.1.1.

De seguida, através da tabela auxiliar aqui definida como Tabela 20, é definido o espaço total disponível, de acordo com o valor introduzido na primeira fase, no campo “Nº módulos” e são determinados os componentes a integrar o supermercado. Para esta atribuição, o espaço necessário para cada componente vai sendo acumulado linha a linha na tabela até chegar ao componente em que o seu espaço necessário somado aos anteriores ultrapassa o espaço total do supermercado.

**Tabela 20 - Relação entre número de módulos e largura do SPM**

Número módulos	Largura total SPM (mm)	Largura horizontal SPM (mm)
0.5	5400	900
1	9000	1800
1.5	14400	2700
2	18000	3600
2.5	23400	4500
3	27000	5400
3.5	32400	6300

De modo a entender qual o espaço necessário para cada componente, a Tabela 21 auxilia no cálculo do espaço utilizado por cada componente consoante o tipo de caixa.

**Tabela 21 - Relação entre tipo de caixa e largura ocupada**

Tipo de caixa	Largura (mm)
A	225
B	300
C	450
D	450
L	450
XL	450

A seguinte fórmula traduz o cálculo para o espaço utilizado por componente:

$$\text{Espaço utilizado por componente} = \text{Espaço necessário por tipo de caixa} * N^{\circ} \text{ Corredores}$$

Após todas estas etapas, estão determinados os componentes a integrar o supermercado (SPM) e os componentes que serão variáveis (VAR). O programa apresenta uma coluna com esta definição, atribuindo o nome “SPM” ou “VAR”, consoante o caso.

De seguida, é necessário organizar os componentes que serão posicionados em supermercado (SPM) de forma a aumentar a eficiência do espaço do mesmo e a tornar possível alocar todo o material. Para isso, os componentes são ordenados por número de corredores de forma decrescente e por tipo de caixa por ordem alfabética. Nesta altura, os componentes em caixa tipo A estão dispostos em primeiro lugar na tabela, ordenados pelo número de corredores que necessitam para o circuito.

Por fim, são atribuídas as posições aos componentes. Como já foi dito anteriormente, os componentes são organizados por níveis entre zero e cinco, e, dentro de cada nível, por outra coordenada. A terceira coluna da Tabela 20 (largura horizontal SPM) auxilia nesta atribuição, indicando a largura de cada vão do supermercado consoante o número de módulos que dispõe. Assim sendo, o supermercado é preenchido do último para o primeiro nível. Deste modo, o primeiro artigo a ser posicionado tem a coordenada 5.1. Caso seja possível alocar outro componente no mesmo nível, ou seja a soma do espaço ocupado pelos dois componentes seja inferior ao tamanho total do vão, o segundo componente é posicionado também no nível cinco. Caso contrário, o espaço de utilização do vão reinicia em zero e são iniciadas as coordenadas no vão abaixo, ou seja, é subtraída uma unidade à primeira coordenada e é reiniciada a contagem da segunda coordenada em um.



Componente	Descricao	Tipo Caixa	Qtd Caixa	Tempo Ciclo	Fact Incorp	Frequencia	Qtd Total	Num Caixa	Num Paletes	Paletes	Viravel	Espaco Acum	Nr Corr...	Abc Total	Posicao Super	Abc Caixa	Abc Freq	Nr Cx Supermercado	
XL	50	30	1	8	1953		206	20			✓	PAL							
Dh	110	30	1	10	22659		206	5			✓	PAL							
XL	50	30	1	9	22446		449	23			✓	PAL							
XL	75	30	1	1	41		1	1			✓	PAL							
Lh	20	30	1	7	19414		971	25			✓	PAL							
XL	55	60	1	4	869		15	1			✓	PAL							
Dh	85	30	1	12	26947		318	7			✓	SPM	1575	2	AA	1.1	A	A	9
Dh	60	30	1	12	26947		450	10			✓	SPM	5325	3	AA	5.1	A	A	13
A	50	30	1	2	13870		278	3			✓	SPM	5775	2	AB	5.1	A	B	16
Lh	50	30	1	9	19804		397	10			✓	SPM	3975	3	AA	4.1	A	A	16
B	45	30	1	2	13870		309	3			✓	SPM	6675	3	AB	2.7	A	B	17
Dh	50	30	1	3	18222		365	8			✓	SPM	9025	3	AB	2.1	A	B	16
B	65	30	1	9	21988		339	4			✓	SPM	2175	2	AA	5.1	A	A	13
Dh	120	30	1	5	3912		33	1			✓	SPM	8925	2	BA	0.1	B	A	8
A	70	30	1	7	19414		278	3			✓	SPM	675	1	AA	4.13	A	A	12
A	120	30	1	7	19414		162	2			✓	SPM	225	1	AA	3.3	A	A	8
A	50	30	1	7	19414		389	4			✓	SPM	2625	2	AA	5.13	A	A	16
A	85	30	1	9	21988		259	3			✓	SPM	450	1	AA	3.5	A	A	9
B	45	60	1	4	869		20	1			✓	VAR	14325	2	CA	5.5	C	A	9
A	150	30	1	9	22446		150	2			✓	VAR	9975	1	BA	4.5	B	A	6
A	60	60	1	4	869		15	1			✓	VAR	13725	1	CA	4.9	C	A	8
XL	32	60	1	2	570		18	1			✓	VAR	17850	4	CB		C	B	13
B	60	30	1	1	441		8	1			✓	VAR	22175	2	CC	4.1	C	C	13
A	50	30	1	1	41		1	1			✓	VAR	20550	2	CC	5.9	C	C	16
B	40	60	1	4	869		22	1			✓	VAR	14925	2	CA	4.5	C	A	11
B	100	30	1	2	401		5	1			✓	VAR	15750	2	CB	4.9	C	B	9
A	480	30	2	5	3912		9	1			✓	VAR	13275	1	CA	4.1	C	A	5
B	25	60	1	4	869		35	1			✓	VAR	9525	2	BA	5.9	B	A	16
A	900	30	1	11	20283		23	1			✓	VAR	15150	1	CA	4.11	C	A	2
B	120	60	1	4	869		8	1			✓	VAR	13050	1	CA	3.1	C	A	5
Dh	30	60	1	4	869		29	1			✓	VAR	20100	3	CC		C	B	13
B	40	30	1	1	441		12	1			✓	VAR	24075	3	CC	3.7	C	C	19
Dh	40	60	1	4	869		22	1			✓	VAR	18750	2	CB		C	B	11
B	45	30	1	1	4962		111	1			✓	VAR	12450	3	BC	1.1	B	C	2
D	70	30	1	3	4501		65	2			✓	VAR	10875	2	BB	3.7	B	B	12
A	50	30	1	1	4962		100	1			✓	VAR	11550	2	BC	5.5	B	C	16
B/CRT	300	60	1	4	869		3	1			✓	VAR	12750	1	CA	3.5	C	A	3
B	40	30	1	1	59		2	1			✓	VAR	22575	3	CC	0.1	C	C	19
A	140	30	1	7	19414		139	2			✓	VAR	9750	1	BA	4.15	B	A	7
B	54	60	1	2	525		10	1			✓	VAR	16050	1	CB	3.3	C	B	8

**Figura 30 - Exemplo da tabela de outputs da 3ª fase**

### 3. Matriz de Comparação de Supermercados

Após a revisão de um supermercado, com a matriz de comparação de supermercado é possível comparar os resultados obtidos com os resultados da revisão anterior.

Componente	Descricao	Tipo Caixa	Qtd Caixa	Qtd Total1	Sup Posto1	Nr Corredores1	Posicao Su...	Qtd Total2	Sup Posto2	Nr Corredores2	Posicao Super2	Comparacao
A	85	21988	SPM	1	5.9		21988	SPM		1	5.9	Mantém ref.
A	100	869	SPM	1	5.7		869	SPM		1	5.5	Mantém ref.
A	50	4962	SPM	1	5.5							Sai
A	180	18222	SPM	1	5.15							Sai
A	65	19414	SPM	1	5.13		19414	SPM		1	4.9	Mantém ref.
A	140	21988	SPM	1	5.11		21988	SPM		1	5.15	Mantém ref.
B	35	26947	SPM	2	5.1		26947	SPM		2	5.1	Mantém ref.
A	300	525	SPM	1	4.9							Sai
A	50	13870	SPM	1	4.7							Sai
A	140	19414	SPM	1	4.5		19414	SPM		1	5.11	Mantém ref.
A	60	19414	SPM	1	4.3		19414	SPM		1	5.13	Mantém ref.
A	60	869	SPM	1	4.15		869	SPM		1	4.7	Mantém ref.
A	500	26947	SPM	1	4.13		26947	SPM		1	4.5	Mantém ref.
A	200	570	SPM	1	4.11							Sai
A	50	41	SPM	1	4.1							Sai
B	40	59	SPM	2	3.9							Sai
A	120	19414	SPM	1	3.7		19414	SPM		1	5.7	Mantém ref.
A	480	3912	SPM	1	3.5		3912	SPM		1	4.3	Mantém ref.
A	900	20283	SPM	1	3.3							Sai
B	45	869	SPM	1	3.13							Sai
A	150	22446	SPM	1	3.1		22446	SPM		1	4.1	Mantém ref.
B	60	21988	SPM	2	2.9		21988	SPM		1	3.1	Diminui n. corr.
B	45	13870	SPM	2	2.5							Sai
B	40	869	SPM	2	2.1							Sai
B	54	525	SPM	1	1.5							Sai
B	25	869	SPM	2	1.1							Sai
B	100	401	SPM	1	0.5							Sai
B	45	4962	SPM	2	0.1							Sai
B/CRT	600	26736	SPM	1			26736	SPM		1	3.5	Mantém ref.
XL	55	869	SPM	2								Sai

**Figura 31 – Exemplo da Matriz de Comparação de Supermercados**

A figura acima traduz um exemplo desta matriz. Como é possível observar, a matriz apresenta uma lista com os diversos componentes referentes ao centro de trabalho em questão, bem como alguns dados referentes a esses componentes. Note-se que a matriz apresenta o tipo e a quantidade por caixa dos componentes, seguido dos diversos valores da nova revisão e da revisão anterior. Assim, compara-se a quantidade total dos consumos nos dois períodos, o tipo de posicionamento que ocupa em supermercado (SPM, PAL ou VAR) e, no caso de estar em supermercado, o número de

corredores e a posição que ocupa. Na última coluna, apresenta-se o resultado entre as duas revisões para cada componente, podendo este ser mantido em supermercado, ser removido da posição de supermercado ou ser alterada a quantidade de corredores.

#### 4. Criação de Instruções de Trabalho

Com o objetivo de garantir um cumprimento de todos os passos para a implementação dos supermercados, foram criadas duas instruções de trabalho. Essas instruções encontram-se nos anexos A e B.

A instrução de trabalho apresentada no anexo A tem como objetivo explicar o procedimento para a utilização da ferramenta desenvolvida.

A segunda instrução, apresentada no anexo B, tem como objetivo explicar o procedimento de implementação no chão de fábrica. Para complementar, foi desenvolvida uma *checklist* com todos os passos de implementação, que o responsável por esta tarefa deverá seguir nos processos de criação ou revisão de qualquer supermercado.

##### 4.1.4. Resultados

Com as melhorias propostas no ponto anterior, pretendia-se resolver os problemas identificados na fase inicial do projeto, de modo a tornar o processo de criação e revisão dos supermercados em estantes dinâmicas de componentes injetados e adquiridos mais eficiente.

Tendo sido possível implementar as quatro propostas apresentadas, foi também possível medir alguns indicadores de desempenho.

##### a. Tempo total de execução da tarefa

Como foi referido anteriormente, o processo de análise de dados dos componentes desde o início da interação entre o IFS e as tabelas de Excel e o resultado da análise ABC, de onde resultavam os componentes a integrar o supermercado, tinha um tempo médio de cerca de uma hora (ver Tabela 5). Após a implementação da ferramenta, o tempo do processo anterior diminuiu para cinco minutos, sendo que a ferramenta apresenta ainda uma sugestão de supermercado. No entanto, esta sugestão não prevê a condição do posicionamento de componentes com códigos parecidos ou semelhanças físicas entre peças que devem estar separadas, o que pode implicar pequenos ajustes na sugestão.

Com a diminuição drástica do tempo de execução desta tarefa, conclui-se que será mais fácil fazer revisões dos supermercados em períodos de tempo inferiores. Assim, foi definido um período temporal entre revisões de seis meses.

Ao mesmo tempo, a criação da matriz de comparação possibilitou a simulação, de forma rápida, da revisão dos supermercados. Esta matriz proporciona uma análise simples das modificações que se verifiquem, o que torna também possível responder de forma mais eficaz às alterações que surjam com as variações da procura ou no caso de surgirem componentes novos a integrar o supermercado.

b. Caixas movidas pelo abastecedor

Com a alteração do método de escolha de componentes para palete, a carga de trabalho do abastecedor diminuiu, visto que o processo se tornou mais eficiente.

Na Tabela 22, é possível observar os ganhos do tempo de abastecimento do supermercado de uma célula.

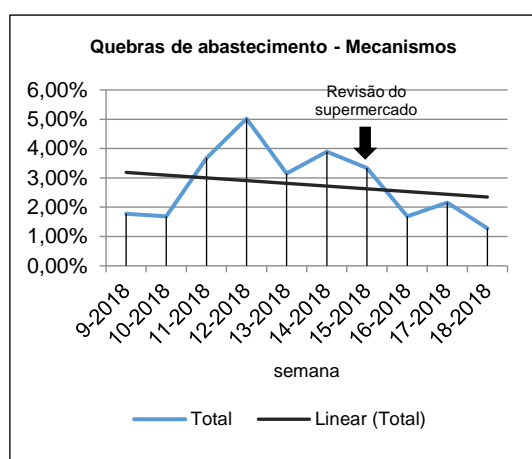
**Tabela 22 - Comparação do tempo médio despendido pelo abastecedor antes e depois da implementação das propostas**

	Antes	Depois
Número de paletes movimentadas	90	301
Tempo de movimentação de paletes (s)	12060	40334
Número de caixas movimentadas para supermercado	7170	3606
Número de vezes que movimenta paletes para abastecer supermercado	2057	900
Tempo de movimentações para supermercados (s)	481338	210600
Tempo total (s)	493398	250934
Tempo total (h)	137	70

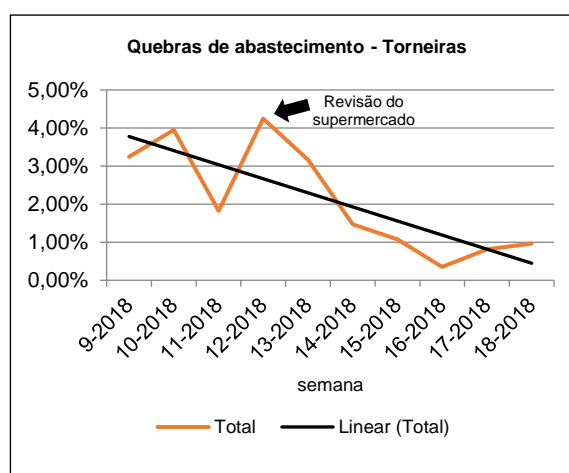
De acordo com os resultados apresentados, o tempo total de abastecimento é de cerca de 137 horas com o processo de seleção anterior e de cerca de 70 horas com o novo processo de seleção num período temporal de seis meses. Através destes valores, verifica-se uma poupança de 50% do tempo de abastecimento.

c. Quebras de abastecimento

Após a revisão de alguns supermercados, verificou-se também uma diminuição das quebras de abastecimento às linhas de montagem. As figuras Figura 32 e Figura 33 apresentam dois exemplos destas melhorias.



**Figura 32 - Quebras de abastecimento dos mecanismos**



**Figura 33 - Quebras de abastecimento das torneiras**

Como é possível verificar nos exemplos, após a revisão dos supermercados, observa-se uma diminuição das quebras de abastecimento em ambos os casos.

Apesar de este não ser um indicador que justifique todo o trabalho desenvolvido devido à diversidade de fatores pelos quais é influenciado, compreende-se que a revisão dos supermercados tenha também um papel preponderante nas quebras de abastecimento.

## **4.2. Supermercados pull de máquinas de injeção**

Nos subtópicos seguintes, será descrita e analisada a situação encontrada para os supermercados *pull* de máquinas de injeção, bem como os problemas identificados, as propostas de melhoria apresentadas e os resultados após a implementação.

### **4.2.1. Descrição e análise da situação atual**

Os supermercados *pull* de máquinas de injeção são implementados para armazenar componentes diretamente das máquinas de injeção, evitando que estes sejam deslocados para o armazém central. Assim, é possível reduzir o tempo de transporte a jusante e a montante do supermercado e nivelar a produção com a procura, visto que apenas se repõe o *stock* dos componentes ao ritmo a que estes vão sendo consumidos – sistema *pull*. A implementação deste tipo de supermercados reduz a movimentação logística, uma vez que, fisicamente, as peças se encontram perto da zona de consumo. Por outro lado, também aumentam a gestão visual devido à existência de *kanbans*, caixas de construção de lote e sequenciadores e existe maior controlo simples e visual do *stock*, uma vez que este se encontra ao nível do solo e agrupado num espaço único (corredor).

De seguida, será explicado todo o processo de criação e revisão destes supermercados, tal como aconteceu no caso anterior. É importante ressaltar que este processo é extremamente dinâmico devido aos fatores que o influenciam.

A formação dos supermercados *pull* de máquinas de injeção inicia com a escolha de uma máquina que tenha condições para garantir este circuito. Numa perspetiva inicial, deverá apenas existir um espaço próximo da máquina que torne possível armazenar os componentes. Esse espaço é denominado supermercado.

Após ser garantida esta condição, é necessário recolher alguns dados relativamente à máquina em análise como o tempo de abertura, que representa o tempo diário disponível de funcionamento da máquina, o OEE - *Overall Equipment Effectiveness* - dado por um programa de apoio à produção, os dias por mês que a máquina trabalha, o número de *setups* diários e o tempo do *setup*.

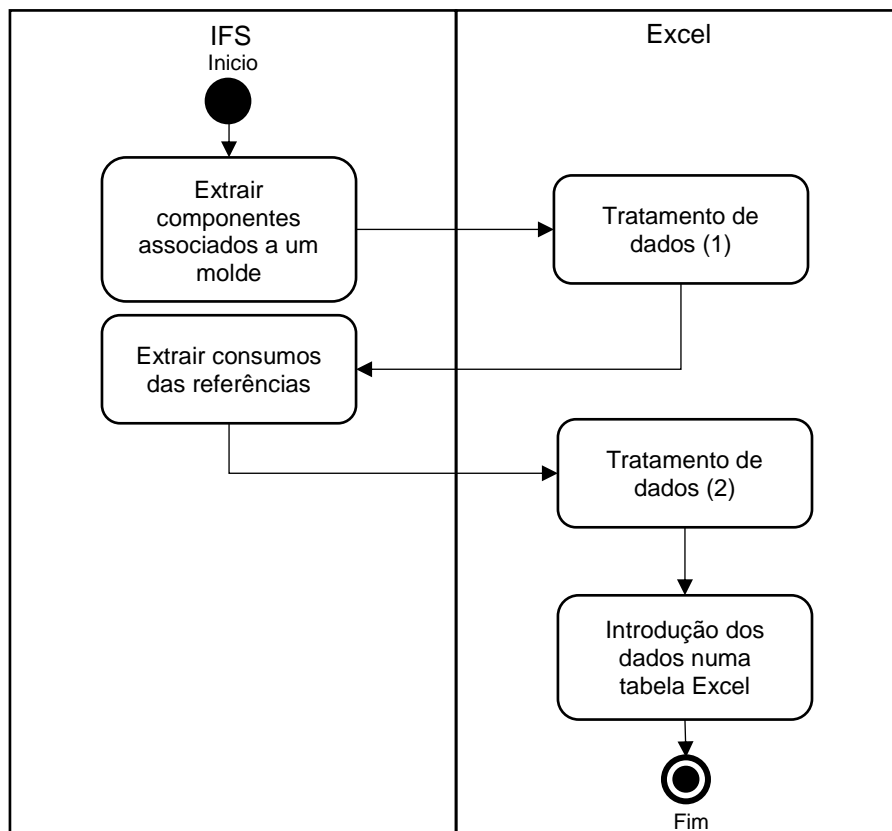
Para calcular o tempo de *setup*, são extraídos do programa de apoio à produção, os tempos de paragem da máquina no momento entre a última peça *OK* da produção anterior e a primeira peça *OK* da produção seguinte. Seguidamente, calcula-se o tempo médio dos dados recolhidos para um dado intervalo de tempo e obtém-se o tempo de *setup*.

Após serem recolhidos os dados da máquina, inicia-se o processo de dedicação de moldes à máquina surgindo outras condições nesta fase:

- **Tonelagem** – deve existir uma relação entre o molde e a máquina de modo a que não haja um subaproveitamento da capacidade da máquina;
- **Ocupação do equipamento** – a máquina deve estar carregada com apenas 85% do seu tempo disponível, salvaguardando avarias ou outro tipo de desperdícios não planeados;
- **Matéria-prima e pigmentação** – demasiados tipos de matéria-prima ou de cores dos pigmentos aumentam o tempo de *setup*. Assim, está definido que uma máquina de injeção neste sistema pode contar apenas dois tipos de matérias-primas. Ao nível de variedade de pigmentos, o ideal seria utilizar apenas uma cor.

Visto que o conhecimento destas condições já está bem consolidado para uma maior eficiência na produção, na maior parte dos casos os moldes já estão associados às máquinas respeitando estas regras. Assim, apesar de as máquinas não estarem a funcionar segundo uma filosofia *pull*, o processo de atribuição dos moldes torna-se relativamente simples.

Após a seleção dos moldes, é necessário extrair alguns dados do sistema ERP da empresa, seguindo um processo semelhante ao processo apresentado para o outro tipo de supermercados.



**Figura 34 - Formação de Supermercados Pull de Máquinas de Injeção**

A Figura 34 apresenta o processo de extração e tratamento de dados referente aos supermercados *pull* de máquinas de injeção que será explicado mais detalhadamente de seguida.

O processo pode ser descrito de forma mais detalhada da seguinte forma:

1. **Extrair componentes associados a um molde** - recolha dos componentes que são injetados nos moldes dedicados, extraindo os dados do IFS para uma tabela em formato Excel;
2. **Tratamento de dados (1)** – eliminação dos componentes repetidos ou que se encontram inativos;
3. **Extrair consumos dos componentes** – com os códigos dos componentes que resultam do passo anterior, procede-se à extração das transações por componente, num determinado intervalo temporal, do IFS para nova tabela Excel;
4. **Tratamento de dados (2)** – organização de dados de acordo com uma macro previamente criada de modo a obter os consumos e o número de transações do período em análise;
5. **Introdução dos dados numa tabela Excel** – os dados dos passos anteriores são introduzidos noutra tabela Excel que será explicada de seguida.

Após a recolha dos dados, estes são introduzidos num ficheiro Excel que suporta todos os cálculos para a obtenção dos resultados pretendidos.

A Tabela 23 apresenta um exemplo dos dados introduzidos na tabela Excel a cor cinzenta e dos resultados a cor amarela.

**Tabela 23 - Apresentação dos dados em tabela Excel**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Máquina	Tempo de Abertura	OEE (%)	Dias Úteis Mês	Ocupação	Nº Ref. A	Nº Ref. C	Tempo Produção A (s)	Tempo Produção C (s)	Tempo disponível para Setup	Tempo de Setup	Nº Setups possíveis	Nº Setups Ajustado
XPTO	86400	82	27,20	0%	0	0	0	0	70848	1500	47,232	1,0

Após a observação da tabela anterior, é necessário clarificar as fórmulas subjacentes a cada coluna de modo a que se possa entender o que influenciará as suas alterações. As fórmulas não irão ser apresentadas pela ordem que aparecem na tabela, mas de acordo com a sua ordem de cálculo.

Como é possível observar, visto que ainda não foram alocados os moldes à máquina, algumas das colunas ainda apresentam o valor zero. Esses valores irão ser alterados ao longo do procedimento.

- **J – Tempo disponível para setup (s)**

O tempo disponível para *setup* é calculado pela multiplicação entre o tempo de abertura da máquina que, na maior parte dos casos, é de vinte e quatro horas (86400 segundos) e o OEE da máquina, resultando o tempo efetivo de produção diário, sendo subtraído o tempo necessário para produção diária dos componentes.

$$\text{Tempo Disponível para Setup} = \text{Tempo Abertura} * \text{OEE} - \text{Tempo Necessário Produção Diária}$$

Para o exemplo apresentado, ainda não foram alocados os componentes para produção, ou seja, o tempo necessário para produção diária é zero.

$$\text{Tempo Disponível para Setup} = 86400 * 0.82 = 70848s$$

- **E – Ocupação do equipamento**

A ocupação do equipamento serve para verificar se é possível produzir todos os componentes de acordo com a sua procura. Caso o valor seja superior a cem por cento, conclui-se que a máquina não tem capacidade para produzir os componentes que lhe foram dedicados.

A fórmula seguinte expressa o seu cálculo.

$$\text{Ocupação Equipamento} = \frac{\text{Tempo Abertura} * \text{OEE} - \text{Tempo Disponível para Setup}}{\text{Tempo Abertura} * \text{OEE}}$$

Nesta fase, e no exemplo apresentado, o valor da ocupação do equipamento também é zero.

- **F – Número de Referências A**

Nesta coluna são contados o número de componentes definidos como “A”. Os componentes deste tipo são também denominados como *Make-to-Stock*, visto que são os que têm maior consumo. Uma vez que ainda não se atribuíram moldes à máquina, também não existem componentes, sendo também explicado o valor zero nesta altura.

- **G – Número de Referências C**

Tal como na coluna F, a coluna G conta o número de componentes definidos como “C”, ou seja, os *Make-to-Order*.

- **H – Tempo de Produção A (s)**

Nesta coluna é somado o tempo necessário de produção dos componentes “A”. O valor apresentado nesta coluna deve representar cerca de 80% do valor total de produção de acordo com a análise ABC que será posteriormente aplicada.

- **I – Tempo de produção C (s)**

Tal como na coluna anterior, são somados os tempos de produção dos componentes “C”. Esta coluna deve apresentar os restantes 20% do tempo de produção seguindo a lógica anterior.

- **L – Número de setups possíveis**

O número de *setups* possíveis é obtido através da divisão entre o tempo disponível para *setup* e o tempo de um *setup*. Através deste dado, é possível verificar o número máximo de *setups* diários que podem ser feitos na máquina em análise.

$$\text{Número de Setups Possíveis} = \frac{\text{Tempo disponível para Setup}}{\text{Tempo de Setup}} * \text{Setups Possíveis A ou C}$$

De seguida, será apresentado o aspeto da tabela com os dados preenchidos após a dedicação dos moldes sendo apresentadas todas as fórmulas que são utilizadas nos cálculos.

**Tabela 24 - Exemplo da ocupação do equipamento**

A	B	C	D	E	F	G
Componente	Procura Mensal	TC (s)	Molde	Ocupação Equipamento	MTS (A) ou MTO (C)	Tempo Necessário para Produção Diária (s)
1	48858	3.20	MOL0432	76%	C	5748
2	43939	6.63	MOL1004	76%	C	10710
3	37747	13.54	MOL0325	76%	C	18790
4	23159	8.26	MOL1004	76%	C	7033
5	13700	3.20	MOL0432	76%	C	1612
6	8326	15.52	MOL0044	76%	C	4751
7	8326	14.75	MOL0119	76%	C	4515
8	1948	3.20	MOL0432	76%	C	229
9	1114	6.63	MOL1004	76%	C	272
10	1	6.63	MOL1004	76%	C	0
					Total	53660

De acordo com a fórmula da ocupação do equipamento, após a dedicação dos moldes, o valor alterou para os setenta e seis por cento. Para obter este valor, é



necessário entender como é calculado o tempo necessário para produção diária de cada componente.

$$\text{Tempo Necessário Produção Diária} = \frac{\text{Procura Mensal} * \text{Tempo Ciclo}}{\text{Dias Úteis Mês}}$$

Após este passo, é calculado o tempo disponível para *setup* que irá influenciar a ocupação do equipamento. Os dados utilizados para o exemplo estão apresentados na Tabela 23.

$$\text{Tempo Disponível para Setup} = 86400 * 0.82 - 53660 = 17188s$$

$$\text{Ocupação Equipamento} = \frac{86400 * 0.82 - 17188}{86400 * 0.82} = 76\%$$

Apesar de não acontecer no exemplo apresentado, existem casos em que um molde produz mais do que um componente, denominado molde-família. Nestes casos, apenas um dos componentes desse molde-família deve ter uma procura mensal superior a zero. Isto acontece, uma vez que, os componentes são injetados em simultâneo. Para que o valor do tempo necessário para produção diária esteja correto, deverá proceder-se à alteração referida anteriormente.

Após a recolha e introdução dos dados relativos aos componentes na tabela Excel presente no mesmo ficheiro da Tabela 23, verifica-se o valor apresentado na ocupação do equipamento. Caso este valor seja inferior a oitenta e cinco por cento, como foi explicado anteriormente, todas as condições estão a ser cumpridas para o funcionamento correto do sistema *pull*.

De seguida, os dados são ordenados pela procura mensal (Coluna B) de forma decrescente e inicia-se a análise ABC. Começa-se por escolher os componentes que deverão estar em *stock* (MTS) e, conseqüentemente, os componentes que são produzidos apenas por encomenda (MTO). Os valores da coluna F (MTS ou MTO) são apresentados, por defeito, com um “C” como apresentado na Tabela 24.

O processo de escolha de componentes “MTS” é dinâmico, visto que, se pretende que os consumos destes componentes representem 80% do consumo total de acordo com a análise ABC.

A Tabela 25 apresenta o resultado após a escolha e conclui-se que quatro dos componentes estarão em *stock* e representam setenta e nove por cento do consumo total como se pretende.

**Tabela 25 - Tipificação dos componentes em MTS e MTO**

A	B	F	H
Componente	Procura Mensal	MTS (A) ou MTO (C)	Percentagem ABC
1	48858	A	79%
2	43939	A	79%
3	37747	A	79%
4	23159	A	79%
5	13700	C	21%
6	8326	C	21%
7	8326	C	21%
8	1948	C	21%
9	1114	C	21%
10	1	C	21%

Por fim, é necessário calcular o número total de *kanbans* que representam o número total de carros em supermercado.

O número total de *kanbans* é calculado da seguinte forma:

$$N^{\circ} \text{ Total Kanbans} = \text{Lote Kanbans} + \text{Ponto Pedido}$$

Para se obter este resultado, é necessário recorrer a alguns passos intermédios, onde se calcula o lote de *kanbans* e o ponto de pedido.

De modo a garantir um maior aproveitamento do espaço físico do supermercado, os componentes “MTS” são ajustados à quantidade de peças que um carro suporta. De acordo com o tipo de caixa dos componentes, está definida uma quantidade de caixas por carro como apresentado na Tabela 26.

Na mesma tabela, é visível o número de caixas na base do carro, bem como em altura.

**Tabela 26 - Quantidade de caixas por carro e por tipologia de caixa**

Tipo de Caixa	Número de caixas/carro	Número de caixas na base	Altura (caixas)	Altura (mm)
A	128	16	8	960
B	64	8	8	960
C	64	8	8	960
D	48	8	6	1020
L	40	8	5	1100
XL	32	4	8	1760

De acordo com a tabela anterior, as quantidades por carro de cada componente que irá integrar o supermercado foram ajustadas.

A Tabela 27 apresenta os resultados do tipo de contentorização e das quantidades por carro de cada componente após as alterações.

**Tabela 27 - Alteração do tipo de contentorização e das quantidades**

A	B	I	J
Componente	Procura Mensal	Contentorização	Quantidade
1	48858	Carro-B	8640
2	43939	Carro-D	3120
3	37747	Carro-L	2400
4	23159	Carro-D	3840
5	13700	B	150
6	8326	XL	40
7	8326	XL	70
8	1948	B	200
9	1114	D	65
10	1	D	80

Após esta alteração, irá ser calculado o lote de *kanbans*. Nesta fase, importa apenas considerar os componentes “MTS”, visto que, apenas estes funcionarão em *pull*.

**Tabela 28 - Lote de kanbans**

A	G	K	L	M	N
Componente	Tempo Necessário para Produção Diária	Número de <i>setups</i> diários da referência	EPE (dias)	Lote de peças (ajustado)	Lote de <i>kanbans</i>
1	5748	0.11	9.3	17280	2
2	10710	0.20	5.0	9360	3
3	18790	0.35	2.9	4800	2
4	7033	0.13	7.6	7680	2

Na Tabela 28, é possível observar os resultados para o lote de *kanbans*. De seguida serão explicados os valores obtidos para cada coluna da tabela.

Relativamente à coluna K, número de *setups* diários da referência, o valor é obtido através da seguinte fórmula:

$$N^{\circ} \text{ Setups Diários da referência} = \frac{\text{Tempo Necessário Produção Diária}}{\text{Tempo Total Produção}}$$

Entenda-se que, entre produções de diferentes componentes, é necessário fazer a troca de molde (*setup*), o que significa que ao dividir-se o tempo necessário de produção diária de um componente pelo tempo total de produção da máquina, obtém-se a quantidade de *setups* desse componente por dia.

Por exemplo, no caso do componente 2, o número de *setups* diários é de 0.2, o que significa que este componente é produzido, em média, de 5 em 5 dias.

Este valor é obtido através do inverso do número de *setups* diários e é conhecido como uma métrica-chave do *lean manufacturing* denominada *Every Part Every (EPE)*.

$$EPE = \frac{1}{N^{\circ} \text{ setups diários da referência}}$$

De seguida, será calculado o lote de peças que representa o número de componentes que são injetados em cada produção. Para isso, a procura mensal do componente é dividida pelos dias em que a máquina trabalha, sendo que, nesta fase se obtém o número de componentes necessários diariamente. Visto que não é possível produzir-se diariamente todos os componentes necessários na montagem, deverá existir um *stock* que garanta a procura necessária. Esse *stock* está armazenado no supermercado.

Assim, de acordo com a justificação anterior, o valor de componentes necessários diariamente é dividido pelo número de *setups* diários da referência e obtém-se o valor do lote de componentes que assegura a quantidade necessária desse componente até à produção seguinte.

$$\text{Lote de peças} = \frac{\text{Procura mensal ajustada}}{\frac{\text{Dias úteis mês}}{N^{\circ} \text{ setups diários referência}}}$$

Posteriormente, o valor resultante da fórmula anterior é dividido pela quantidade por contentor, do qual se obtém o lote de produção arredondado às unidades.

$$\text{Lote de produção} = \frac{\text{Lote peças}}{\text{Quantidade por contentor}}$$

Por fim, de forma a rentabilizar o espaço físico existente, o lote de peças é ajustado ao carro.

$$\text{Lote de peças ajustado} = \text{Lote de produção} * \text{Quantidade por contentor}$$

Neste momento, falta apenas calcular o ponto de pedido para assegurar o número total de *kanbans*. O ponto de pedido representa o momento em que é despoletada a necessidade de produção do componente.

$$\text{Ponto de Pedido} = \text{Nível Reposição} + \text{Stock Segurança}$$

O nível de reposição tem como objetivo assegurar o *stock* do componente enquanto a produção seguinte está a ser preparada. Antes de se obter esse valor, existem também alguns passos intermédios.

**Tabela 29 - Leadtime de reposição**

A	C	M	O	P	Q	R
Componente	TC (s)	Lote de peças (ajustado)	Tempo de processamento do lote	LT Informação	Tempo de Setup	LT Reposição
1	3.20	17280	55296	57600	1500	169692
2	6.63	9360	62057	57600	1500	183214
3	13.54	4800	64992	57600	1500	189084
4	8.26	7680	63437	57600	1500	185974

A Tabela 29 apresenta os cálculos intermédios para o cálculo do *leadtime* de reposição que irá resultar no nível de reposição.

Assim, importa descobrir o *leadtime* de reposição que é dado pela seguinte fórmula:

$$LT \text{ reposição}(s) = LT \text{ informação} + \text{tempo processamento do lote} * 2 + \text{tempo setup}$$

O valor do *leadtime* de informação é um valor fixo e representa o tempo necessário para transportar a informação desde que o lote é formado até ao início da produção do componente em causa. No caso da empresa em estudo, esta constante tem o valor de 57600 segundos correspondente a dois turnos.

O tempo de processamento do lote representa o tempo de produção e é obtido da seguinte forma:

$$\text{Tempo Processamento do Lote (s)} = \text{Lote peças ajustado} * TC (s)$$

O tempo de *setup* é um valor fixo e refere-se à mudança de molde da máquina. No caso da máquina XPTO, o tempo de *setup* é igual a 1500 segundos.

Após o cálculo do *leadtime* de reposição, é calculado o nível de reposição como se ilustra na Tabela 30.

**Tabela 30 - Nível de Reposição**

A	R	S	T
Componente	LT reposição	Nível de reposição (peças)	Nível de reposição (contentor)
1	169692	3528	1
2	183214	3426	2
3	189084	3037	2
4	185974	1833	1

$$\text{Nível reposição (peças)} = \text{LT reposição} * \frac{\text{Procura mensal}}{\text{Dias úteis mês} * 24 * 3600}$$

Posteriormente, o valor resultante da fórmula anterior é dividido pela quantidade por contentor, do qual se obtém o nível de reposição ajustado ao contentor arredondado às unidades.

$$\text{Nível de reposição (contentor)} = \frac{\text{Nível reposição (peças)}}{\text{Quantidade por contentor}}$$

Finalmente, o *stock* de segurança tem como objetivo assegurar a produção em caso de situações inesperadas como, por exemplo, flutuações da procura ou tempos de *setup* superiores ao previsto devido a qualquer fator. Por outro lado, a manutenção de um *stock* de segurança tem também custos como a ocupação do espaço no supermercado ou a deterioração do material.

Para este caso, o *stock* de segurança garante a quantidade de componentes que satisfaçam os dois turnos seguintes à paragem da máquina.

$$\text{Stock de segurança (peças)} = \frac{\text{Procura mensal} * 8 * 2}{8 * 60}$$

De seguida, o valor resultante da fórmula anterior é dividido pela quantidade por contentor, do qual se obtém o *stock* de segurança ajustado ao contentor arredondado às unidades.

$$\text{Stock segurança (contentor)} = \frac{\text{Stock de segurança (peças)}}{\text{Quantidade por contentor}}$$

Na Tabela 31 podem observar-se os resultados do *stock* de segurança para o exemplo descrito.

**Tabela 31 - Stock de segurança**

A	B	U	V
Componente	Procura Mensal	Stock de segurança (peças)	Stock de segurança (contentor)
1	48858	1629	1
2	43939	1465	1
3	37747	1258	1
4	23159	772	1

Após o cálculo do lote de produção, nível de reposição e *stock* de segurança, somam-se estes valores, dos quais resulta o número total de *kanbans*.

**Tabela 32 - Número total de *kanbans***

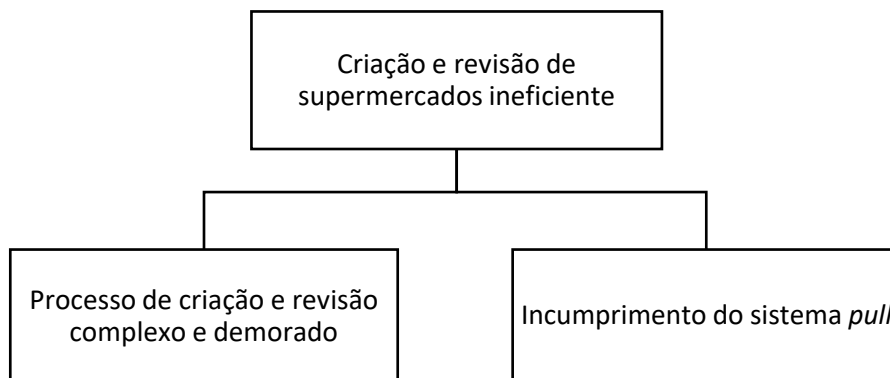
A	N	T	V	W	X
Componente	Lote de <i>kanbans</i>	Nível de reposição	Stock de segurança	Ponto de pedido	Nº total de <i>kanbans</i>
1	2	1	1	2	4
2	3	2	1	3	6
3	2	2	1	3	5
4	2	1	1	2	4

A Tabela 32 apresenta os resultados para o número total de *kanbans*. Desta tabela, importa também realçar o ponto de pedido. Por exemplo, para o componente um, existirão um total de quatro carros em supermercado. No momento em que dois carros se esgotarem, ou seja, quando se atinge o ponto de pedido, deverão ser colocados os *kanbans* de produção no sequenciador de forma a sinalizar a necessidade de nova produção do componente.

No anexo C é possível observar as tabelas correspondentes do exemplo apresentado.

#### 4.2.2. Descrição dos problemas identificados

Após ser descrito o processo de cálculo do número total de *kanbans* para estes supermercados, é necessário identificar os problemas encontrados para ser possível propor melhorias. Na figura seguinte são identificados os problemas encontrados que serão descritos de forma mais detalhada e solucionados com propostas de melhoria.



**Figura 35 - Problemas identificados nos supermercados *pull***

##### 4.2.2.1. Processo de criação e revisão complexo e demorado

Tal como foi apresentado no caso dos supermercados de componentes injetados e adquiridos, também existe dificuldade na criação e revisão dos supermercados *pull*. As razões pelas quais isto acontece são as já referidas no caso anterior, ou seja, não existindo ninguém dedicado apenas a esta tarefa, no momento em que é preciso executá-la torna-se necessário despende muito tempo. Do mesmo modo,

notou-se um desperdício no tempo de análise sensível em fases do procedimento em que não era necessário.

Assim, do mesmo modo que no caso anterior, foi desenvolvida uma ferramenta no sistema ERP que diminuiu o tempo total da tarefa. Esta ferramenta será explicada nas propostas de melhoria.

#### 4.2.2.2. Incumprimento do sistema *pull*

No chão de fábrica, após a implementação do sistema *pull*, observou-se o incumprimento dos intervenientes relativamente ao que o sistema preconizava. Como exemplo, verificou-se a produção de componentes com um lote superior ao que era suposto. Perante esta situação, para além de a máquina estar ocupada a produzir um componente que não era previsto, o que impede a produção de outro componente, existirá material sem identificação devido à inexistência de *kanbans*, e sem posição definida no chão de fábrica para ser armazenada.

#### 4.2.3. **Propostas de melhoria**

Após serem expostos os problemas identificados, neste subcapítulo apresentam-se as melhorias propostas para os eliminar.

Tal como aconteceu no caso dos supermercados de componentes, ao nível da ferramenta, foram definidas as suas especificações, sendo elas posteriormente postas em prática pelo departamento técnico da empresa.

Para os problemas encontrados no chão de fábrica, procedeu-se à proposta de formação dos colaboradores e à realização de auditorias para verificação do cumprimento do sistema *pull*.

##### 1. Desenvolvimento e integração da ferramenta no sistema ERP

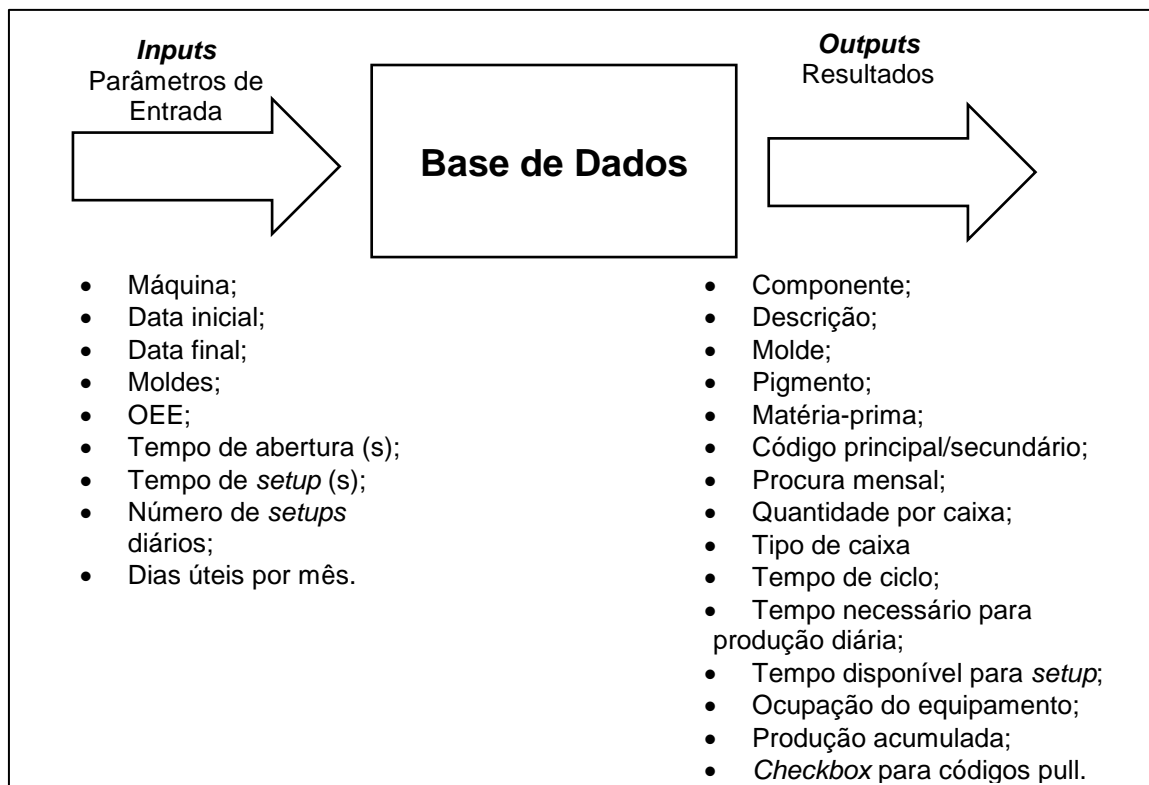
A ferramenta proposta para os supermercados *pull* das máquinas de injeção tem como principais objetivos:

- Calcular o número de *kanbans* necessários para o funcionamento do sistema *pull* dos vários componentes produzidos numa máquina *pull*;
- Reduzir os *inputs* do utilizador, quando não é necessária a sua análise, de forma a aumentar a eficiência do processo.

Neste caso, o utilizador interage apenas duas vezes com o programa, pelo que a ferramenta será explicada em duas fases. As figuras Figura 36 e Figura 37 ilustram os parâmetros de entrada e resultados definidos, sendo explicados mais detalhadamente em seguida.

Como se pode observar na Figura 36, numa primeira fase, é apresentada uma tabela, onde o utilizador deverá introduzir todos os parâmetros de entrada abaixo apresentados. O programa, de forma automática, lê os dados introduzidos e utiliza-os para apresentar os resultados em formato tabela.





**Figura 36 - Fase 1: Apresentação dos consumos dos componentes**

Com base nos dados de entrada, alguns dos resultados/outputs apresentados na Figura 36, nomeadamente o código, o pigmento, a matéria-prima, os consumos, o tipo e quantidade por caixa, o tempo de ciclo, o tempo necessário para produção diária e o tempo disponível para *setup* dos componentes associados aos moldes, a ocupação do equipamento e a produção acumulada, são calculados de acordo com as fórmulas apresentadas no ponto 4.2.1.

Após a geração dos resultados, é possível confirmar as condições de funcionamento do sistema *pull* através dos valores apresentados para o “pigmento”, “matéria-prima” e “ocupação do equipamento”.

Tal como na ferramenta anterior, também é possível alterar as quantidades consumidas de forma a prever flutuações na procura.

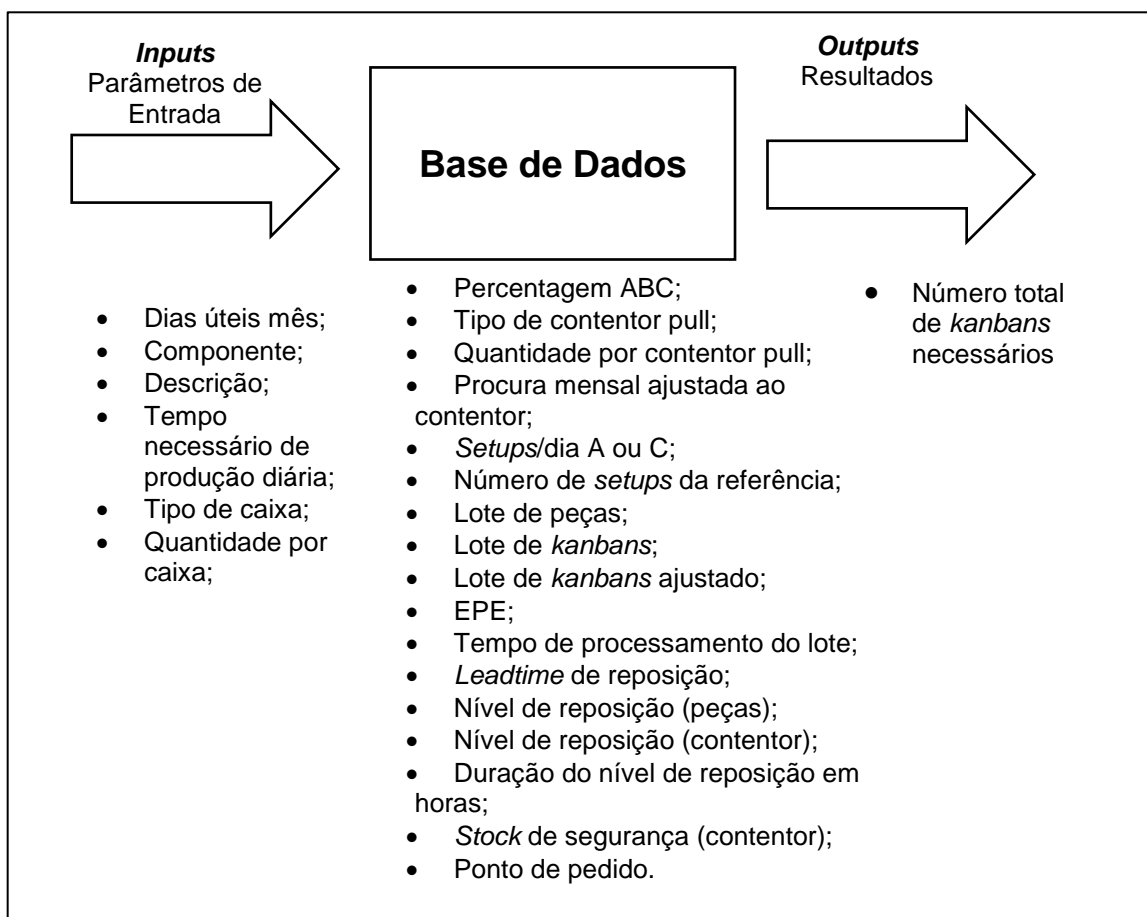
No caso de um componente pertencer a um molde-família, é apresentado o valor “principal” ou “secundário” na coluna “Código principal/secundário”. Visto que este dado não se encontra no sistema ERP, foi necessário criar uma tabela auxiliar que deve ser alimentada sempre que são criados moldes-família. A Tabela 33 representa essa tabela auxiliar.

**Tabela 33 - Moldes-família**

Molde	Descrição	Nº Cavidades	Família	Tipo
MOL0137	Componente 1	4	1	Secundário
MOL0137	Componente 2	4	2	Secundário
MOL0137	Componente 3	1	1	Secundário
MOL0137	Componente 4	1	1	Principal
MOL0137	Componente 5	1	2	Principal

De acordo com esta tabela, apenas um dos componentes do molde-família, denominado “principal”, tem o valor de consumo associado diferente de zero. Este procedimento é feito de forma automática ao invés do que era feito antes do desenvolvimento da ferramenta. O único esforço associado a esta tarefa prende-se com a atualização da tabela quando surge um molde-família novo.

Por fim, é apresentado o valor acumulado da produção que será um dado auxiliar para a escolha dos componentes que irão ser integrados no sistema *pull*. Essa escolha é feita através da *checkbox* de determinação dos componentes *pull*.



**Figura 37 – Fase 2: Apresentação do número total de kanbans necessários**

Na segunda e última fase de utilização da ferramenta, o objetivo é o de calcular o número total de *kanbans* necessários para os componentes *pull* (ver Figura 37). Para obter esse valor, é necessário ultrapassar alguns passos intermédios que serão explicados de seguida.

Inicialmente, é apresentado o valor referente à percentagem ABC, ou seja, o valor dos consumos, em percentagem, para os componentes A e C. Na metodologia utilizada pela empresa, os componentes A englobam os componentes B na análise ABC.

De seguida, para os componentes *pull* é apresentado o tipo e quantidade por contentor, sendo os valores ajustados ao carro de acordo com a Tabela 26. É também ajustada a procura ao contentor como valor auxiliar para comparar com a procura efetiva.

Os “*setups/dia A ou C*” também são uma variável auxiliar para verificar a quantidade de *setups* consoante o tipo de componente.

$$\text{Setups/dia A ou C} = \text{N}^\circ \text{ setups diários} * \text{Percentagem ABC}$$

A partir desta fórmula, será calculado o número de *setups* diários para cada componente.

$$= \frac{\text{N}^\circ \text{ Setups Diários da referência}}{\text{Tempo Total Produção}} * \text{Tempo Necessário Produção Diária} * \text{Setups/dia A ou C}$$

Por fim, é calculado o lote de peças que, posteriormente, é ajustado ao carro, resultando no número de *kanbans*.

Relativamente ao nível de reposição e *stock* de segurança, não há variações ao nível de algoritmo e fórmulas, sendo calculados da forma já descrita anteriormente.

As figuras Figura 38 e Figura 39 apresentam um exemplo da tabela de *outputs* da segunda fase.

Codigo	Descricao	Pigm...	Mat ...	C...	Molde	Procu...	Tem...	TI...	Qtd Por ...	Temp Nec...	Temp Disp...	Ocupaca...	Acum...	Pull
		PP C...	P	MOL1004	43939	6.63	D		65	10710	17188	76	31	<input checked="" type="checkbox"/>
		PS S...	P	MOL0325	37747	13.54	L		60	18790	17188	76	66	<input checked="" type="checkbox"/>
		PP C...	P	MOL1004	23159	8.26	D		80	7033	17188	76	79	<input checked="" type="checkbox"/>
		PS S...	P	MOL0044	8326	14.75	XL		70	4515	17188	76	99	<input type="checkbox"/>
		PIG ...	PP C...	P	MOL0432	48858	3.2	B	135	5748	17188	76	11	<input checked="" type="checkbox"/>
		PIG ...	PP C...	P	MOL0432	13700	3.2	B	150	1612	17188	76	82	<input checked="" type="checkbox"/>
		PIG ...	PP C...	P	MOL0432	1948	3.2	B	200	229	17188	76	99	<input type="checkbox"/>
		PIG ...	PP C...	P	MOL0119	8326	15.52	XL	40	4751	17188	76	91	<input type="checkbox"/>
		PP C...	PP C...	P	MOL1004	1114	6.63	D	65	272	17188	76	100	<input type="checkbox"/>
		PP C...	PP C...	P	MOL1004	1	6.63	D	80	0	17188	76	100	<input type="checkbox"/>

Figura 38 - Exemplo de tabela de outputs da 2ª fase

Perc Abc	Tipo Cai...	Qtd Ca...	Proc M...	Setu...	Nr Set...	Lote Pecas	Lote Kanban	Lote Kan...	Epe	Tempo Pr...	Lt Reposicao	Nivel Re...	Nivel Re...	Dur Ni...	Stoc...	Ponto Pedido	Nr Total Kan...
82	Carro-B	8640	51840	0.82	0.11	16769	1.94	2	9.3	55296	169692	3528	0.41	47	0.19	1	1
82	Carro-D	3120	46800	0.82	0.2	7910	2.54	3	4.9	62057	183214	3426	1.1	51	0.47	2	5
82	Carro-L	2400	38400	0.82	0.42	3314	1.38	2	2.4	64992	189084	3037	1.27	53	0.52	2	4
82	Carro-D	3840	26880	0.82	0.32	2685	0.7	1	3.2	31718	122537	1208	0.31	34	0.2	1	2
82	Carro-B	9600	19200	0.82	0.12	4347	0.45	1	8.6	30720	120540	703	0.07	33	0.05	1	2
18	B	40	8360	0.18	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	B	70	8330	0.18	0.16	0	0	0	6.1	0	0	0	0	0	0	0	0
18	B	65	1170	0.18	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	B	200	200	0.18	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	B	80	80	0.18	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 39 - Exemplo de tabela de outputs da 2ª fase (continuação)

## 2. Formação dos colaboradores

Outra das propostas tem como objetivo o cumprimento do sistema *pull* no chão de fábrica. Assim, propõe-se a formação de todos os colaboradores que interagem com as máquinas em funcionamento *pull*. Para além do objetivo principal, pretende-se aumentar a autoconfiança dos colaboradores, uma vez que, sentirão a responsabilidade de controlar a produção. Do mesmo modo, espera-se melhorar o trabalho em equipa, motivar as equipas no seu trabalho e, conseqüentemente aumentar a produtividade.

## 3. Realização de auditorias internas de cumprimento do sistema *pull*

Por fim, propõe-se a realização de auditorias internas para as verificações necessárias e avaliação dos procedimentos do sistema *pull*. Pretende-se, assim, proceder à verificação da eficiência e eficácia do processo, avaliação da adequação das normas existentes e necessidade de melhoramento ou criação de novas normas.

Espera-se que, através da implementação desta melhoria, o sistema *pull* seja um processo autónomo que venha a facilitar o trabalho de planeamento da produção. Deste modo, conclui-se que a realização de auditorias internas venha a revelar-se de extrema relevância na verificação da aplicação de boas práticas na rotina da organização.

## 4. Criação de Instruções de Trabalho

Do mesmo modo dos supermercados apresentados em primeiro, propõe-se a criação de instruções de trabalho que possibilitem a utilização da ferramenta de forma autónoma e a implementação dos supermercados no chão de fábrica de forma mais eficaz.

### 4.2.4. Resultados

Relativamente a este tipo de supermercados, não foi possível validar as propostas de melhoria apresentadas, uma vez que o tempo de desenvolvimento da ferramenta foi superior ao tempo previsto inicialmente. No entanto, são apresentados os resultados esperados após a implementação das melhorias propostas no chão de fábrica.

#### a) Tempo total de execução da tarefa

Após a validação da ferramenta, espera-se que o tempo total de execução da tarefa seja inferior à situação inicial, visto que os dados são tratados num sistema apenas. Conseqüentemente, esta melhoria possibilita a criação e/ou revisão de supermercados com maior frequência tal como aconteceu para o outro tipo de supermercados.

#### b) Cumprimento do sistema *pull*

Visto que no sistema *pull*, a gestão da produção é feita de acordo com o sinal do *kanban* de produção na maior parte dos casos (os componentes *Make-To-Order* necessitam sempre de planeamento), o cumprimento do sistema *pull* reduz o trabalho

associado ao técnico de planeamento. Com a formação dos colaboradores e a realização de auditorias internas de cumprimento deste sistema, espera-se que haja uma maior autonomia na gestão do sistema no chão de fábrica.



## 5. Conclusões e Sugestões para Trabalho Futuro

Neste capítulo serão expostas as conclusões de forma mais clara de todo o projeto, tendo em conta os objetivos apresentados ao longo do documento. Deste modo, será feito um balanço geral e serão descritas as limitações do trabalho. Por fim, serão apresentadas as sugestões para trabalho futuro enquadradas no contexto dos temas que foram estudados.

### 5.1. Conclusões

A OLI – Sistemas Sanitários, SA é uma empresa reconhecida pela inovação e eficiência dos seus produtos. Desta forma, os objetivos propostos no início deste projeto refletem esta visão de melhoria contínua. Com a ambição de agilizar o processo de criação e revisão de supermercados, o projeto focou-se, essencialmente, no desenvolvimento de uma ferramenta informática para o cálculo dos supermercados.

O delineamento da metodologia utilizada no desenvolvimento deste projeto revelou-se eficaz, na medida em que facilitou a organização e estabeleceu metas para o trabalho. No entanto, a dependência de outros departamentos no desenvolvimento do projeto condicionou o cumprimento de todas as metas.

A análise da situação inicial do procedimento em vigor para os dois tipos de supermercados foi importante para detetar oportunidades de melhoria. Após a identificação dos problemas para cada caso, foram especificadas e desenvolvidas duas ferramentas no sistema ERP que agilizaram o processo e eliminaram tarefas sem valor acrescentado.

Nos supermercados em estantes de componentes injetados e adquiridos foi possível reduzir as diferenças dos supermercados no terreno através da criação de um *standard*. Esta melhoria foi muito importante para o desenvolvimento do algoritmo associado a este caso. Do mesmo modo, após a implementação da ferramenta informática com as alterações no algoritmo inicial, foi possível reduzir o tempo total de execução da tarefa em cerca de cinquenta e cinco minutos, a movimentação de caixas associada ao trabalho do abastecedor, o que gerou um ganho de cinquenta por cento, e as quebras de abastecimento em cerca de três por cento.

Nos supermercados *pull* de máquinas de injeção foi possível desenvolver a ferramenta informática. No entanto, devido ao atraso no tempo previsto para esta tarefa, não foi possível medir as melhorias propostas. Ainda assim, espera-se que o tempo total de criação ou revisão destes supermercados seja inferior à situação inicial como aconteceu no outro caso. Também se prevê uma melhoria no cumprimento do sistema *pull* no chão de fábrica através de auditorias internas e formação dos colaboradores.

Em suma, os objetivos propostos pela OLI inicialmente foram cumpridos. É importante que as organizações aproveitem as oportunidades oferecidas pelas novas tecnologias, de modo a agilizarem os seus processos com vista a manterem-se competitivas.

## 5.2. Sugestões para Trabalho Futuro

Ao nível de trabalho futuro, pretende-se essencialmente propor melhorias passíveis de implementação a curto e médio prazo.

Apesar de ter custos associados, a implementação do sistema de *kanban* eletrónico, também conhecido como *e-kanban*, traria grandes vantagens na criação ou revisão de supermercados. Com um sistema *kanban* tradicional, após as alterações no supermercado fisicamente, é desperdiçado imenso tempo na impressão de novos *kanbans*. Utilizando o *kanban* eletrónico, as alterações seriam feitas instantaneamente no sistema ERP, o que eliminaria este desperdício. Outra vantagem extremamente interessante no fluxo logístico seria a diminuição do *lead time* da informação, uma vez que o tempo de chegada da informação desde a recolha das caixas vazias pelo *mizusumashi* até ao início da construção de lote tenderia para zero.

Do mesmo modo, problemas como o extravio ou perda de *kanbans*, atribuição de prioridades aos abastecimentos, custos com as caixas de construção de lote e sequenciadores seriam eliminados, visto que, neste sistema, tudo seria gerado eletronicamente.

Outra sugestão proposta, relaciona-se com as quantidades por caixa que nem sempre são respeitadas, sendo uma dificuldade identificada. O desenvolvimento de sistemas que garantam as quantidades por caixa de acordo com os valores definidos traria ganhos consideráveis na gestão de *stocks* e na logística. Dispensadores de caixas, câmaras de visão ou sistemas de pesagem por amostragem são exemplos de formas de controlar e garantir a quantidade por caixa.



## Referências Bibliográficas

- Al Haraisa, Y. E. (2017). Just-In-Time System and Its Impact on Operational Excellence: An Empirical Study on Jordanian Industrial Companies. *International Journal of Business and Management*, 12(12), 158. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v12n12p158>
- Berger, A. (1997). Continuous improvement and *kaizen*: standardization and organizational designs. *Integrated Manufacturing Systems*, 8(2), 110–117. <https://doi.org/10.1108/09576069710165792>
- Boute, R., Lambrecht, M., & Lambrechts, O. (2004). Did just-in-time management effectively decrease inventory ratios in Belgium? *Tijdschrift Voor Economie En Management*, XLIX, 441–456. Retrieved from [https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/121483/1/TEM\\_3-04\\_03\\_Boute.pdf](https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/121483/1/TEM_3-04_03_Boute.pdf)
- Bowen, S. S. and H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*, 77(5), 96–106. <https://doi.org/http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=2216294&site=ehost-live>
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. (Kaizen Institute, Ed.) (First Edit). Zug, Switzerland.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2006). *Gestão da Produção*. (L. técnicas Lda, Ed.) (7ª Edição). Lisboa, Portugal.
- Droste, A. (2007). Lean thinking, banish waste and create wealth in your corporation. *Action Learning: Research and Practice*, 4(1), 105–106. <https://doi.org/10.1080/14767330701233988>
- Ehrhardt, R. (1997). A model of JIT make-to-stock inventory with stochastic demand. *Journal of the Operational Research Society*, 48(10), 1013–1021. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600450>
- Galsworth, G. D. (2006). *Visual Systems: Harnessing the Power of a Visual Workplace*. (Amacom, Ed.).
- Gaury, E. G. A., Pierreval, H., & Kleijnen, J. P. C. (2000). Evolutionary approach to select a pull system among Kanban, Conwip and Hybrid. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 11(2), 157–167. <https://doi.org/10.1023/A:1008938816257>

- Graham, I. (1988). Japanisation as mythology. *Industrial Relations Journal*, 19, 69–75.  
Retrieved from <https://doi.org/10.1111/j.1468-2338.1988.tb00016.x>
- Guedes, A. P., Arantes, A. J. M., Martins, A. L., Póvoa, A. P. B., Luís, C. A., Dias, E. B., ... Ramos, T. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. (E. S. Lda., Ed.) (2ª Edição). Lisboa, Portugal.
- Hines, P., & Rich, N. L. (1997). The Seven Value Stream Mapping Tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46–64.  
<https://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success*. (M.-H. Education, Ed.).
- Kain, R., & Verma, A. (2018). Logistics Management in Supply Chain - An Overview. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 3811–3816.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.634>
- Liff, S., & Posey, P. A. (2004). Seeing Is Believing: How the New Art of Visual Management Can Boost Performance Throughout Your Organization.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill USA. <https://doi.org/10.1036/0071448934>
- Liu, J., Liao, X., Zhao, W., & Yang, N. (2016). A classification approach based on the outranking model for multiple criteria ABC analysis. *Omega (United Kingdom)*, 61, 19–34. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.07.004>
- López-Soto, D., Angel-Bello, F., Yacout, S., & Alvarez, A. (2017). A multi-start algorithm to design a multi-class classifier for a multi-criteria ABC inventory classification problem. *Expert Systems with Applications*, 81, 12–21.  
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.02.048>
- Madanhire, I., & Mbohwa, C. (2016). Application of just in time as a total quality management tool: the case of an aluminium foundry manufacturing. *Total Quality Management and Business Excellence*, 27(1–2), 184–197.  
<https://doi.org/10.1080/14783363.2014.969909>
- Míkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization-one of the tools of continuous improvement. *Procedia Engineering*, 149(June), 329–332. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.674>

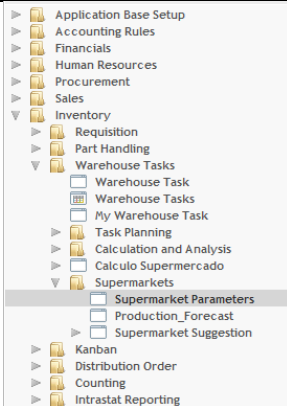
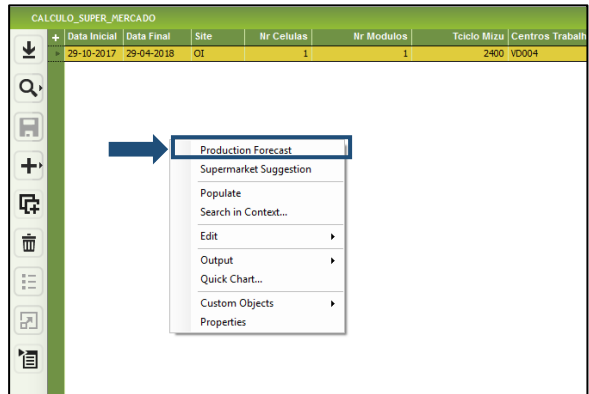
- Modi, D. B., & Thakkar, H. (2014). Lean Thinking : Reduction of Waste , Lead Time , Cost through Lean Manufacturing Tools and Technique. *International Journal of Emerging Technologies and Advanced Engineering*, 4(3), 339–344.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. (CRC Press, Ed.).
- Pheng, Low Sui; Shang Gao; Peter, L. K. W. (2008). Using Lean Principles to Reduce Wastes in The Concreting Supply Chain, 6(2).
- 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)
- Rahmani, Kamran, and M. A. N. (2014). Effect of Jit Implementation in Iran Automotive Industry (Case Study: Iran Khodro'S Assembly Line 2). *Indian J. Sci.*, 7.1(May), 001–016.
- Singh, G., & Ahuja, I. S. (2012). Just-in-time manufacturing: literature review and directions. *International Journal of Business Continuity and Risk Management*, 3(1), 57. <https://doi.org/10.1504/IJBCRM.2012.045519>
- 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>
- Stief, P., Dantan, J., Etienne, A., & Siadat, A. (2018). Lean OR ERP – A Decision Support System to Satisfy Business Objectives. *Procedia CIRP*, 70, 422–427. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.02.048>
- 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>
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean - Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua* (1ª Edição). Impressão Rainho & Neves, Lda.
- Taleghani, M. (2010). \* Key factors for implementing the lean manufacturing system. *Science*, 6(7), 287–291.
- Terms, F. (1997). Information Resources. *Research-Technology Management*, 40(5), 59–64. <https://doi.org/10.1080/08956308.1997.11671160>

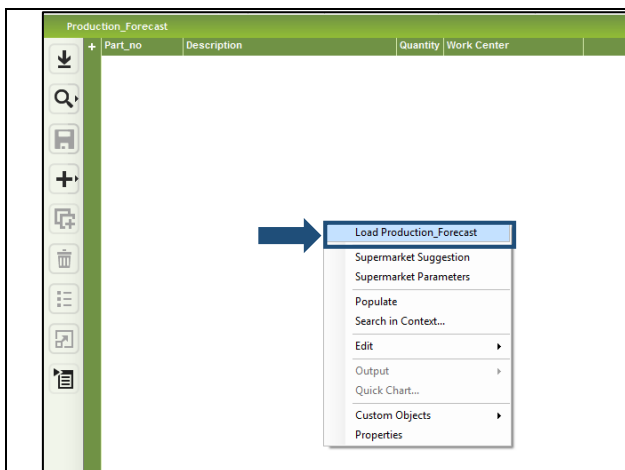
- Tezel, B. A., Koskela, L. J., & Tzortzopoulos, P. (2009). The functions of visual management. *International Research Symposium*, 201–219. Retrieved from <http://usir.salford.ac.uk/10883/>
- Womack, James P., and D. T. J. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated*. (Free Press, Ed.) (2nd ed.).
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production. *World*, 1–11. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(92\)90400-V](https://doi.org/10.1016/0024-6301(92)90400-V)
- Zhou, B. (2016). Lean principles, practices, and impacts: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs). *Annals of Operations Research*, 241(1–2), 457–474. <https://doi.org/10.1007/s10479-012-1177-3>

## **Anexos**



## Anexo A – Instrução de Trabalho para utilização da ferramenta dos supermercados de componentes injetados e adquiridos

<b>IT.CKB.SPM.INJ&amp;ADQ</b> <b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b> Utilização da ferramenta para cálculo do número de <i>kanbans</i> e desenho dos supermercados de componentes injetados e adquiridos.	
<b>Objetivo:</b>	Descrever o processo de utilização da ferramenta.
<b>Âmbito:</b>	Todos os supermercados de componentes injetados e adquiridos
<b>Descrição:</b>	
	<b>1. Posicionamento nos módulos do IFS</b>  IFS Applications → Inventory → Warehouse Tasks → Supermarkets → Supermarket Parameters
	<b>2. Introdução dos dados do supermercado</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data inicial e data final;</li> <li>• Site;</li> <li>• Número de células;</li> <li>• Número de módulos;</li> <li>• Tempo de ciclo do <i>mizusumashi</i>, <u>em segundos</u>;</li> <li>• Centros de trabalho.</li> </ul>
	<b>3. Menu Consumos dos produtos:</b>  Botão direito → <b>Production Forecast</b>



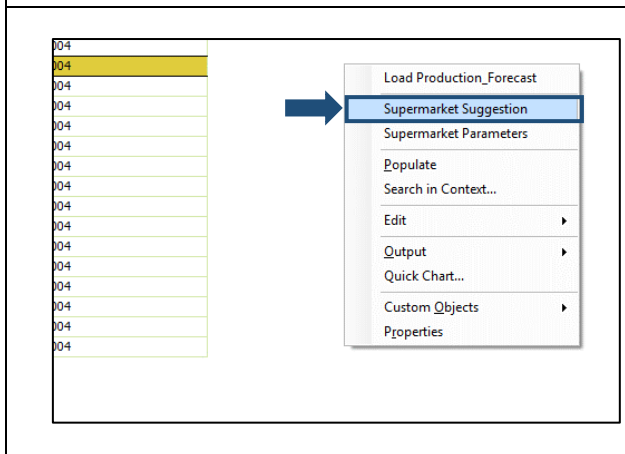
#### 4. Carregar consumos no período introduzido:

Botão direito → **Load Production Forecast**

Part No	Description	Quantity	Work Center
CS04000525500	SAV VAL GIADA P1	335	VD004
IE47000011399	VAL AIN BETTER DD FC13 A1	30	VD004
IE4000084618	VAL AIN 120D MEC 4L FC15 A1	152	VD004
IE42000525204	VAL AIN GIADA DD A1 6L C/ANC S/PI	395	VD004
CM04000850654	ACS VAL DIAM 9L S/PINOS	1825	VD004
IE54000094528	VAL AIN 120D PNEU 6L FC15 A3	500	VD004
IE40000525050	VAL AIN DIAM V10/99 PRT A1 S/PINOS	217	VD004
IE42000012982	VAL AIN GIADA DD 6L V3 C/ANC A1	345	VD004
IE5400009500	VAL AIN 120D HIDRO 6L FC15 A3	46	VD004
IE4700001170	VAL AIN DIAM DD S/PINOS COPO A1	5132	VD004
IE470000125203	VAL AIN BETTER DD A2	3958	VD004
IE54000056157	VAL AIN 120D MEC 6L FC15 A3	17687	VD004
IE47000009896	VAL AIN BETTER DD FC13 A3	350	VD004
IE40000877774	VAL AIN DIAM S/PINOS	751	VD004
IE40000012983	VAL AIN DIAM DD S/PINOS COPO A1	671	VD004
CM04000002068	ACS VAL DIAM DD A1 S/PINOS SAV	10260	VD004
IE42000525505	VAL AIN GIADA A1 S/PI	60	VD004
IE47000139071	VAL AIN 120D ELETRA 6L FC15 A3	58	VD004
IE47000117821	VAL AIN BETTER DD A4 MANICOTTO/SILIC	270	VD004
IE47000015304	VAL AIN BETTER DD A4	1	VD004
IE56000212380	VAL AIN AI103 MEC 6L FC17 A2	42	VD004
CM04000878748	ACS VAL DIAM 9L S/PINOS VALSIR	2250	VD004
IE54000192918	VAL AIN 120D MEC 6L FC15 A3 VRM SCHELL	7053	VD004
IS00000089170	VAL AIN DIAM PR A1 S/PIN S/ANC	30	VD004

#### 5. Apresentação dos consumos e possibilidade de alteração

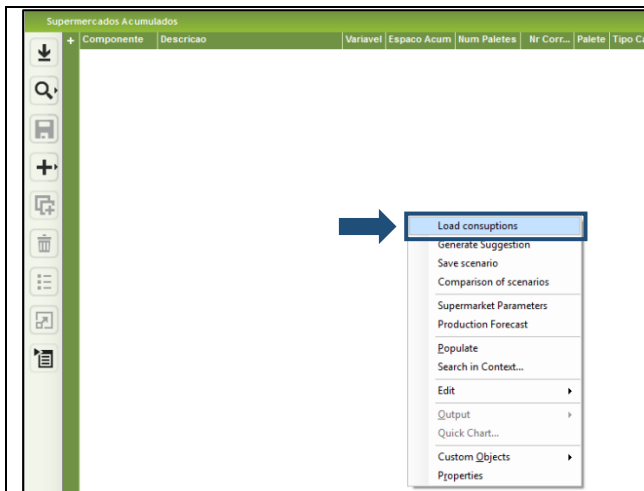
1. Para apresentar os consumos, clicar no botão **Populate**;
2. De seguida, os valores apresentados podem ser alterados ou acrescentada nova linha de produto (A).
3. No caso de alterar ou adicionar uma linha, dever guardar (B).



#### 6. Menu Sugestão de supermercado

Botão direito → **Supermarket Suggestion**





## 7. Carregar consumos dos componentes

Botão direito → **Load consumptions**

Componente	Descricao	Tipo Caixa	Qtd Caixa	Tempo Ciclo	Fact Inorg	Frequencia	Qtd Tr	Qtd Caixa	Num Paletes	Paletes	Unids
BA000005303	TUB VAL ALF 1200	Lh	20	30	1	7	5530	1277	32		
BA050040514	FIX CONTROLADOR DP	XL	50	30	1	01	25876	518	26		
BA050040434	COPO VAL V2 REGU E20	XL	50	30	1	01	25919	419	21		
BA050400515	CONTROLADOR DP	Lh	50	30	1	9	25918	519	13		
BA040011722	TUB 3/4" VAL DIAM B	Dh	60	30	1	13	25745	430	9		
BA050019105	TAMPA VAL GIADA	Dh	85	30	1	13	25745	303	7		
BA070853252	CONTROLADOR DP DIAM DD	Dh	50	30	1	3	16063	322	7		
BA040838009	FIXADOR EXTENSOR GIDI DD	Dh	120	30	1	30	21412	184	5		
BA050400512	CONTROLADOR DP BET/COR/EXP	Lh	23	30	1	3	4229	284	5		
BA040833088	PORTA VEDANTE C/ORING 1200	A	50	30	1	7	25538	511	4		
BA000006907	ANCORINA DP 1200	B	50	30	1	2	17839	397	3		
BA020853249	ANCORINA DP GIDI/BET	B	50	30	1	9	20741	200	3		
BA0000068108	ANCORINA DT 1200	A	50	30	1	2	17839	357	3		
BA0000073891	ANEL PORTA VEDANTE C/ORING 1200	A	70	30	1	7	25538	501	3		
AF00540125	VED TUB VAL OND 6X32X2.7	A						115	2		
BA020853249	ANCORINA DT GIDI/BET/SPEED	A						140	2		
BA05040475	ANELHA VAL DIAM KIWA M34	A						140	2		
BA05006160	PELETE GIADA	XL						22	2		
BA050019104	TUB SLP VAL DIAM	Dh						69	2		
BA050851658	COPO BOIA DF98 A	XL						21	2		
BA0000011742	GAVIHO SPEED MEC	A						183	2		
BA0000192919	ANCORINA DP 1200 VRM SCHELL	B						157	2		
BA0000192919	ANCORINA DT 1200 VRM SCHELL	A						142	2		
AF00540100	VED VAL RV DF	Bh						4	1		
AF00540467	OR 20X2 PORTA VED	A						30	1		
AF00802602	OR 20X06H40645	Ah						2	1		
AF00802746	BORRACHA VAL GIADA	B						26	1		
BA020606117	ANCORINA GIDI	B						3	1		
BA040831803	PORTA VEDANTE C/ORING	A						12	1		
BA040831806	ANEL PORTA VEDANTE C/ORING	A						19	1		
BA05040081	EXTENSOR DD BETTER	A						10	1		
BA05040020	TUB SLP VAL DD BETTER	Dh						29	1		
BA05004029	TUB GIADA V	Dh						38	1		
BA05041045	TAMPA COPO DF98	Dh						29	1		
BA05041050	BATENTE BOIA VAL GIADA/POUSS 98	B						29	1		
BA05041050	TUB SLP VAL GIADA	Dh						36	1		
BA050851658	SELA ROLAR COPO DF98	B						30	1		

## 8. Escolha de posições de palete

1. Para apresentar os consumos, clicar no botão **Populate**;
2. Ordenar, por ordem decrescente, **Num paletes** e selecionar os componentes a integrar posições de palete na checkbox;

NOTA: caso seleccione um tipo de componente (ex.: hastes, piletos, etc.), o mesmo tipo de devem ser posicionados também em palete e é necessário duas posições – em utilização + produção seguinte.

## 9. Gerar sugestão de supermercado

1. Guardar as posições de palete;

NOTA: Caso não guarde, a sugestão não terá em conta o que seleccionou para palete;

2. Botão direito → **Generate Suggestion**

Num Paletes	Paquete	Variavel	Espaco Acum	Nr Corr...	Abc Total	Posicao Super	Abc Caixas
20	<input checked="" type="checkbox"/>	PAL					
5	<input checked="" type="checkbox"/>	PAL					
23	<input checked="" type="checkbox"/>	PAL					
1	<input checked="" type="checkbox"/>	PAL					
25	<input checked="" type="checkbox"/>	PAL					
1	<input checked="" type="checkbox"/>	PAL					
7	<input type="checkbox"/>	SPM	1575	2	AA	1.1	A
10	<input type="checkbox"/>	SPM	5325	3	AA	5.1	A
3	<input type="checkbox"/>	SPM	5775	2	AB	5.1	A
10	<input type="checkbox"/>	SPM	3975	3	AA	4.1	A
3	<input type="checkbox"/>	SPM	6675	3	AB	2.7	A
8	<input type="checkbox"/>	SPM	8025	3	AB	2.1	A
4	<input type="checkbox"/>	SPM	2175	2	AA	5.1	A
1	<input type="checkbox"/>	SPM	8925	2	BA	0.1	B
3	<input type="checkbox"/>	SPM	675	1	AA	4.13	A
2	<input type="checkbox"/>	SPM	225	1	AA	3.3	A
4	<input type="checkbox"/>	SPM	2625	2	AA	5.13	A
3	<input type="checkbox"/>	SPM	450	1	AA	3.5	A
1	<input type="checkbox"/>	VAR	14325	2	CA	5.5	C
2	<input type="checkbox"/>	VAR	9975	1	BA	4.5	B
1	<input type="checkbox"/>	VAR	13725	1	CA	4.9	C
1	<input type="checkbox"/>	VAR	17850	4	CB		C
1	<input type="checkbox"/>	VAR	23175	2	CC	4.1	C
1	<input type="checkbox"/>	VAR	20550	2	CC	5.9	C
1	<input type="checkbox"/>	VAR	14925	2	CA	4.5	C

## 10. Apresentação da sugestão de supermercado

1. Na coluna "Variável, sabe-se o posicionamento do componente (SPM, PAL, VAR);
2. No caso do que são posicionados em SPM, é apresentado na coluna "Posição Super" a sua posição.

Componente	Descricao	Tipo Caixa	Qtd Caixa	Tempo Ciclo	Fact Ir
BA50000139070	ANCORINA 1200 ELETRA	B	40	30	
BA50000066907	ANCORINA DP 1200	B	45	30	
BA50000088492	ANCORINA DP 1200 HIDRO	B	45	30	
BA50000137593	ANCORINA DP 1200 PNEU	B	40	30	
BA50000192919	ANCORINA DP 1200 VRM SCHELL	B	45	30	
BA020853248	ANCORINA DP GIDI/BET	B	65	30	
BA50000068108	ANCORINA DT 1200	A	50	30	
BA50000088491	ANCORINA DT 1200 HIDRO			30	
BA50000137594	ANCORINA DT 1200 PNEU			30	
BA50000192920	ANCORINA DT 1200 VRM SCHELL			30	
BA020853249	ANCORINA DT GIDI/BET/SPEED			30	
BA020606117	ANCORINA GIDI			30	
BA040541806	ANEL PORTA VEDANTE C/ORING			60	
BA50000073891	ANEL PORTA VEDANTE C/ORING 1200			30	
BA050540475	ANILHA VAL DIAM KIWA M834			30	
BA050541050	BATENTE BOIA VAL GIADA/POUSS 98			60	
AF100852716	BORRACHA VAL GIADA			60	
BA050853399	CASQ CENTRADOR VAL GIADA DD			30	
BA050540055	CONTROLADOR DP			30	
BA050540052	CONTROLADOR DP BET/COR/EXP			30	
BA070853252	CONTROLADOR DP DIAM DD			30	
BA050851658	COPO BOIA DF98 A			60	
BA050540454	COPO VAL VZ REGU E20			30	
BA050540081	EXTENSOR DD BETTER			30	
BA050853357	EXTENSOR LIG DIAM DD			30	
BA050540054	FIX CONTROLADOR DP			30	
BA50000087485	FIX CONTROLADOR DP 87MM			30	
BA040853809	FIXADOR EXTENSOR GIDI DD	Ln		110	30

## 11. Guardar cenário

No caso de implementar o supermercado sugerido, deve guardar o cenário:

Botão direito → **Save scenario**

NOTA: É possível alterar o posicionamento dos componentes antes de guardar o cenário.

## Anexo B – Instrução de Trabalho para identificação dos supermercados de componentes injetados e adquiridos

### IT.ID.SPM.INJ&ADQ

### INSTRUÇÃO DE TRABALHO

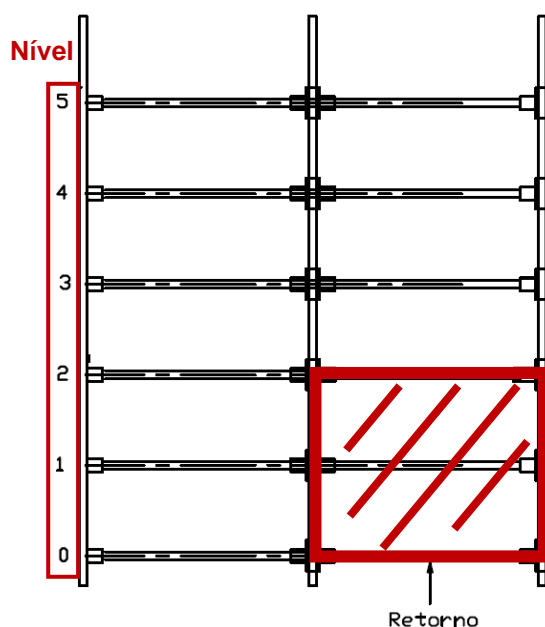
Identificação de Supermercados de componentes injetados e adquiridos

**Objetivo:** Descrever o processo de construção e identificação de supermercado de componentes injetados e adquiridos

**Âmbito:** Todas as estantes de Supermercados

#### Definições e Regras Básicas:

- Um supermercado é composto por um conjunto de racks separados por níveis.
- Um módulo de Supermercado é composto por 2 estantes;
- Cada módulo deve ser identificado alfabeticamente (A,B,C,...);
- Cada supermercado poderá ter, no máximo, 6 níveis, identificados de baixo para cima, com as posições entre 0 e 5;
- Em cada nível, são posicionados os componentes com numeração ímpar iniciada em 1;
- A localização de um componente é dada pela célula de trabalho (ex: VD001, TB002,...) e módulo (ex: A,B,C,...), e posição composta pelo nível (0,1,2,3,4,5) e posição no nível (1,3,5,7,9,...) formando uma coordenada X-Y (ex: 0.5);
- Num dado supermercado, um componente só pode ter uma localização definida;
- Um componente que necessite mais do que um corredor no supermercado deve ter todos os corredores anexos uns aos outros;



#### Descrição:

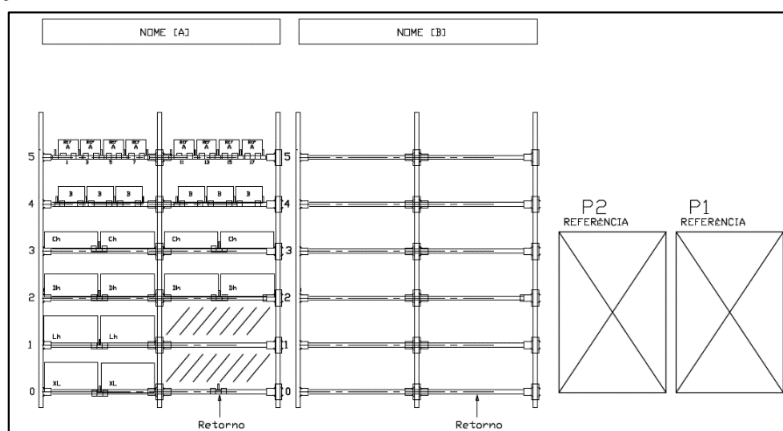
- Após o Cálculo do Supermercado no IFS, deverá proceder-se a:

##### 1. Confirmação do tipo de contentorização por referência

- Para cada referência é necessário confirmar o tipo e quantidade por caixa associados no terreno.

## 2. Representação do Supermercado em *AutoCAD*

- O desenho do Supermercado irá facilitar todo o processo numa perspetiva de consulta e futura atualização.



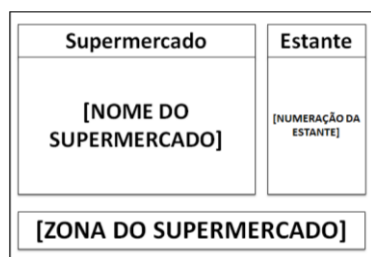
## 3. Introdução dos dados no Mestre de Células

- Todas as alterações feitas com o cálculo do Supermercado, deverão ser atualizadas no Mestre de Células para haver a migração dos dados para o IFS.

## 4. Identificação do Supermercado

Cada módulo necessita de uma identificação:

- Identificação da estante usando um modelo *standard* que se encontra no ficheiro "Identificação SPM".



Template de Identificação do SPM

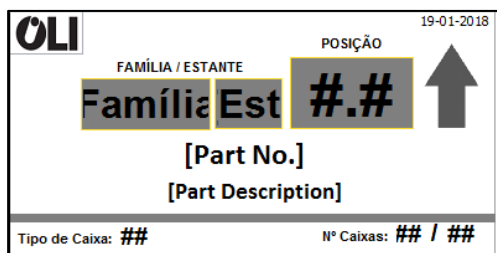


Exemplo de Identificação do SPM

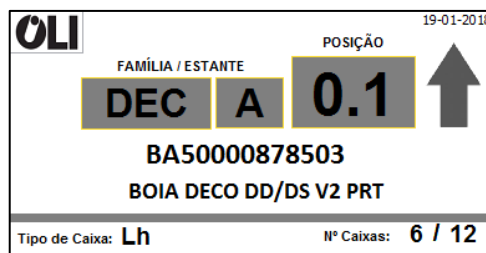
## 5. Identificação dos racks

Um conjunto de *racks* representa um supermercado, sendo que cada *rack* apenas possui material da mesma referência devendo ser identificado no ponto de abastecimento e no ponto de *picking*.

Esta identificação deve ser feita de acordo com o modelo *standard* que se encontra no ficheiro "Localizações Supermercado".



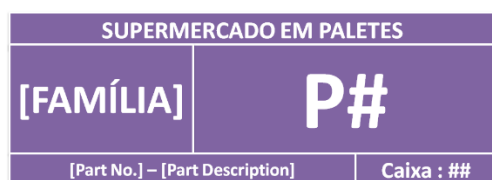
Template de Identificação dos Supermercados



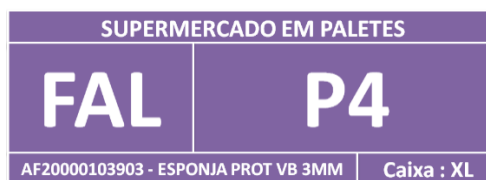
Exemplo de Identificação dos Supermercados

## 6. Identificação para Posições de Palete

As referências definidas no cálculo do Supermercado para a posição de palete deverão ter uma identificação de acordo com o *standard* que se encontra no ficheiro "Identificativos Paletes".



Template de Identificação das Posições de Palete



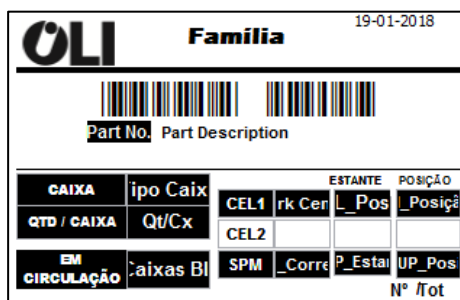
Exemplo de Identificação das Posições de Palete

## 7. Impressão de Kanbans

O kanban representa a encomenda do material de um cliente a um fornecedor, sendo que estes, podem ser internos ou externos. Este cartão deverá ter algumas informações como a identificação do material, a identificação do cliente e do fornecedor e a quantidade a fornecer, entre outras informações relevantes para garantir o bom funcionamento deste sistema.

O modelo *standard* para a impressão dos vários tipos de *kanban* encontra-se no ficheiro "Kanban de Transporte".

### 7.1. Kanbans de Transporte



Template dos Kanbans de Transporte



Exemplo dos Kanbans de Transporte

### 7.2. Kanbans de Transporte – Palete

Os Kanbans de Transporte – Palete têm o mesmo *standard* dos Kanbans de Transporte, sendo usado o mesmo *template*.

### 7.3. Kanbans - Pedido de Palete

<b>OLI</b>		<b>Familia</b>		<b>PEDIDO DE PALETE</b>	
				Part No. Part Description	
<b>CAIXA</b>	Tipo Caixa	<b>QTD CAIXAS</b>	Qt/Cx		
ABASTECER PALETE A LINHA PRODUÇÃO		ork Cer	p_Est	P_Po	



Template de Kanban Pedido Palete

<b>OLI</b>		<b>Válvulas</b>		<b>PEDIDO DE PALETE</b>	
				Part No. Part Description	
BA50000013825		BOIA DECO DD/DS V2			
<b>CAIXA</b>	Lh	<b>QTD CAIXAS</b>	110		
ABASTECER PALETE A LINHA PRODUÇÃO		VD007	P	5	

Exemplo de Kanban Pedido Palete

### 7.4. Kanbans – Variáveis

Os Kanbans – Variáveis apresentam um *template* muito semelhante aos Kanbans de Transporte. Apenas variam relativamente aos outros, visto que têm uma zona que deverá ser cortada no canto superior direito.

<b>OLI</b>		<b>Grupo</b>		19-01-2018	
				Part No. Part Description	
<b>CAIXA</b>	Tipo	ESTANTE		POSICÃO	
<b>QTD / CAIXA</b>	Qtd	CEL1	WC	Po	BL_Posica
EM CIRCULAÇÃO		CEL2			
caixas Bl		SPM	Corre	Est	
		KB /Tot			

Template Kanban Variável

<b>OLI</b>		<b>Válvulas</b>		19-01-2018	
				Part No. Part Description	
AC10000878057		INST MEC ATLAS DD + AZOR LAT S/ ACCESS E ANILHA LAUFEN			
<b>CAIXA</b>	B	ESTANTE		POSICÃO	
<b>QTD / CAIXA</b>	200	CEL1	VD005	1	3.2
EM CIRCULAÇÃO		CEL2			
2 Cx		SPM	ATL	VAR	
		1 / 8			

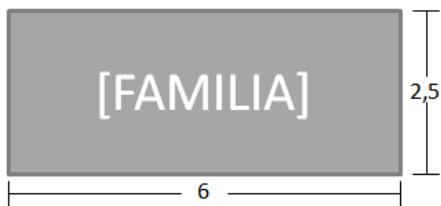
Exemplo Kanban Variável

## 8. Identificação – Supermercado de Variáveis

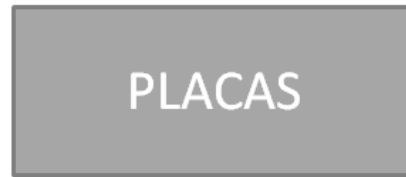
A identificação dos Supermercados de Variáveis tem o mesmo Standard da Identificação do Supermercado (Ponto 4).

## 9. Identificação Biblioteca Variáveis e Paletes

A Biblioteca de Variáveis e Paletes deve ter um identificativo relativamente à família dos Kanbans que lá irão ser guardados no centro do topo das colunas em utilização.



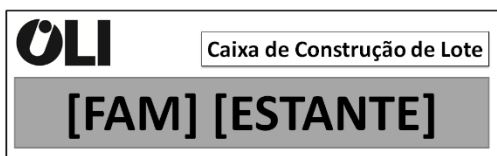
Template Identificação Biblioteca Variáveis e Paletes



Exemplo Identificação Biblioteca Variáveis e Paletes

### 10. Identificação - Caixa de Construção de Lote

A Caixa de Construção de Lote deverá estar identificada com o exemplo a seguir demonstrado que deve estar posicionado por cima da mesma.



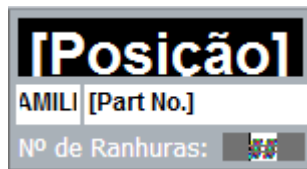
Template Identificação Caixa de Construção de Lote



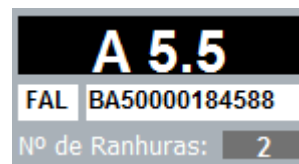
Exemplo Identificação Caixa de Construção de Lote

### 11. Identificação – Posições Caixa de Construção de Lote

Cada referência tem um lote de *kanbans* que indica quando se deve fazer a reposição do material. O lote de *kanbans* está representado na imagem a seguir por "Nº de Ranhuras".



Template Identificação Posições CCL



Exemplo Identificação Posições CCL

<b>CHECK LIST</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DE SUPERMERCADOS</b>		
<b>Nome do Supermercado</b>		<b>DATA</b>	

<b>Tarefa</b>	<b>Ação</b>	<b>✓</b>
<b>1</b>	<b>Confirmação do Tipo e Quantidade por Caixa</b>	
<b>2</b>	<b>Representação do Supermercado em CAD</b>	
<b>3</b>	<b>Introdução dos dados no Mestre de Células</b>	
<b>4</b>	<b>Identificação do Supermercado</b>	
<b>5</b>	<b>Identificação dos Racks do Supermercado</b>	
<b>6</b>	<b>Identificação das Posições de Palete</b>	
<b>7</b>	<b>Impressão dos Kanbans de Transporte - Palete</b>	
<b>8</b>	<b>Identificação dos Kanbans – Pedido de Palete</b>	
<b>9</b>	<b>Impressão dos Kanbans de Transporte</b>	
<b>10</b>	<b>Identificação do Supermercado - Variáveis</b>	
<b>11</b>	<b>Impressão dos Kanbans de Variáveis</b>	
<b>12</b>	<b>Identificação da Biblioteca de Variáveis e Palete</b>	
<b>13</b>	<b>Identificação da Caixa de Construção de Lote</b>	
<b>14</b>	<b>Identificação Posições – Caixa de Construção de Lote</b>	

<b>Observações:</b>
---------------------



## Anexo C – Tabelas Excel para cálculo supermercado pull de injeção

M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
Nº Setups Ajustado	Nº Setups possíveis	Tempo de Setup	Tempo disponível para Setup	Tempo Produção C (s)	Tempo Produção A (s)	Nº Ref C	Nº Ref A	Ocupação	Dias Úteis Mês	OEE (%)	Tempo de Abertura	Máquina
1	11,459	1500	17188	11378	42281	6	4	76%	27,2	82	86400	XPTO

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Componente	Procura Mensal	TC (s)	Molde	Ocupação Equipamento	MTS (A) ou MTO (C)	Tempo Necessário para Produção Diária (s)	Percentagem ABC	Contentorização	Quantidade	Número de setups diários da referência	EPE (dias)	Lote de peças (ajustado)	Lote de <i>kanbans</i>	Tempo de processamento do lote	LT Informação	Tempo de Setup	LT Reposição	Nível de reposição (peças)	Nível de reposição (contentor)	Stock de segurança (peças)	Stock de segurança (contentor)	Ponto de pedido	Nº total de <i>kanbans</i>
1	48858	3.20	MOL0432	76% A	A	5748	79%	Carro-B	8640	0,11	9,3	172802	55296	57600	1500	169692	3528	1	1629	1	1	2	4
2	43939	6.63	MOL1004	76% A	A	10710	79%	Carro-D	3120	0,20	5,0	93603	62057	57600	1500	183214	3426	2	1465	1	1	3	6
3	37747	13.5	MOL0325	76% A	A	18790	79%	Carro-L	2400	0,35	2,9	48002	64992	57600	1500	189084	3037	2	1258	1	1	3	5
4	23159	8.2	MOL1004	76% A	A	7033	79%	Carro-D	3840	0,13	7,6	76802	63437	57600	1500	185974	1833	1	772	1	1	2	4
5	13700	3.20	MOL0432	76% C	C	1612	21%	B	150	0,03	33,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	8326	15.5	MOL0044	76% C	C	4751	21%	XL	40	0,09	11,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	8326	14.7	MOL0119	76% C	C	4515	21%	XL	70	0,08	11,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1948	3.2	MOL0432	76% C	C	229	21%	B	200	0,00	234,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1114	6.6	MOL1004	76% C	C	272	21%	D	65	0,01	197,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	6.6	MOL1004	76% C	C	0	21%	D	80	0,00	220142,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

