



**Renato António  
Moreira Marinho**

**Reorganização Logística na Saint-Gobain Weber  
Portugal, S.A.**



**Renato António  
Moreira Marinho**

**Reorganização Logística na Saint-Gobain Weber  
Portugal, S.A.**

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 do Doutor José António de Vasconcelos Ferreira, Professor associado do Departamento de economia, gestão, engenharia industrial e turismo da Universidade de Aveiro

Dedico este projeto aos meus pais por investirem na minha formação, e à Inês pelo apoio e companheirismo.

## **o júri**

presidente

Professora Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos  
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Professora Doutora Maria Henriqueta Dourado Eusébio Sampaio da Nóvoa,  
Professora Auxiliar, Universidade do Porto

Professor Doutor José António de Vasconcelos Ferreira  
professor associado da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Ao meu orientador Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira, pela disponibilidade e orientação.

À empresa Saint-Gobain Weber Portugal. S.A. pela oportunidade em participar no desenvolvimento deste projeto, que contribuiu para o meu desenvolvimento enquanto pessoa e profissional.

A todos os colaboradores pela forma como me receberam e acolheram durante a minha passagem pela empresa.

A toda a minha família pelo apoio ao longo da vida.

Aos meus amigos por me proporcionarem momentos lúdicos e de descontração.

À Inês e à Eva por me acompanharem todos os dias.

## palavras-chave

Logística, *Lean thinking*, Desperdícios, Gestão de armazém, Expedição, *Layout*, Simulação.

## resumo

Este projeto foi desenvolvido durante a realização de um estágio curricular na empresa Saint-Gobain Weber Portugal S.A. Surge da necessidade em reestruturar todo o *layout* logístico, de modo a melhorar tanto o serviço a clientes como as condições de trabalho, respeitando sempre os padrões de segurança instituídos.

Para isto, realizou-se numa primeira fase um estudo de tempos que permitiu caracterizar o estado atual da expedição e compreender de uma forma fundamentada os métodos e práticas utilizadas. Seguiu-se a identificação e discussão dos principais desperdícios e problemas, o que culminou com a definição de um conjunto de ações de melhoria, que incluem a implementação de *kanban* para a produção, construção de um novo método para organizar a fila de espera de clientes, e a reorganização de toda a área dedicada ao armazenamento e carga.

Numa última fase, para quantificar os ganhos potenciais, foram construídos dois modelos de simulação, recorrendo ao *software* Arena®, representativos do estado atual e proposto, tendo-se calculado uma poupança diária superior a 12 quilómetros percorridos pelos empilhadores, e 2 horas e 54 minutos de trabalho. Relativamente ao serviço a clientes, os ganhos traduzem-se em menos 32 segundos por palete carregada.

**keywords**

Logistics, Lean thinking, Waste, Warehouse management, Expedition, Layout, Simulation.

**abstract**

This project was developed at the company Saint-Gobain Weber Portugal SA, during a curricular internship. It arises from the necessity to restructure the entire logistics layout, to improve both customer service and working environment, keeping it aligned with the safety standards Instituted. A study of times was carried out in first place that allowed the characterization of the current state of the expedition, understanding the methods and practices used. This led to the identification and discussion of the main wastes and problems, which culminated in the definition of a set of improvement actions, which included the implementation of *kanban* for production, acquisition of shelves, reorganization of storage spaces and construction of a new method to organize the queue of customers. The last stage was the evaluation of all new system. To do it so, a simulation was developed, allowing a savings quantification. Two simulation models using the Arena® software were constructed, representative of the current and proposed state. The results demonstrate a daily saving of more than 12 kilometres travelled by the forklift trucks, and 2 hours and 54 hours minutes of work. For customer service, earnings translate into less than 32 seconds per loaded pallet.





# Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento.....	1
1.2	Apresentação da empresa e do projeto.....	1
1.2.1	A Saint-Gobain Weber Portugal, SA.....	1
1.2.2	O projeto.....	4
1.2.2.1	Desafio.....	4
1.2.2.2	Objetivos.....	4
1.2.2.3	Metodologia.....	5
1.3	Estrutura do documento.....	5
2	Revisão bibliográfica.....	7
2.1	Logística e cadeia de abastecimento.....	7
2.2	Tipos de produção.....	8
2.3	Armazém e armazenagem.....	9
2.3.1	Atividades dentro de um armazém.....	9
2.3.2	Layout de armazém mais comuns.....	10
2.3.3	Sistemas de armazenagem.....	11
2.4	Gestão de stock.....	12
2.4.1	A gestão económica de stock.....	12
2.4.2	Hierarquização dos produtos.....	13
2.5	Lean thinking.....	14
2.5.1	Desperdícios.....	15
2.5.2	Value stream mapping (VSM).....	16
2.5.3	Gestão Visual.....	17
2.6	Simulação industrial.....	20
3	Análise à logística da Saint-Gobain Weber no Carregado.....	23
3.1	Produção e processos produtivos.....	23
3.2	Logística.....	25
3.2.1	Recursos humanos e funções.....	28
3.2.2	Processos de encomenda.....	29
3.3	Levantamento do estado inicial.....	31
3.3.1	Estado da produção.....	31
3.3.2	Estado da expedição.....	34
3.3.3	Value stream mapping (VSM).....	39
3.4	Listagem dos problemas identificados.....	41
4	Resultados do projeto.....	43
4.1	Definição de parâmetros para a produção.....	43

4.1.1 Stock de segurança, ponto de reabastecimento e lote .....	43
4.1.2 Kanban .....	46
4.2 O novo layout .....	48
4.2.1 Triagem de clientes e definição dos locais de carga .....	49
4.2.2 Número de localizações necessárias.....	51
4.2.3 Método de construção de fiadas .....	52
4.2.4 Aquisição de estantes para armazenamento de material preparado .....	53
4.2.5 Proposta para armazenamento em ilha de produtos CA 25-30.....	55
4.3 Simulação.....	57
4.3.1 O cenário atual .....	58
4.3.2 O cenário proposto.....	59
5 Considerações finais .....	63
Referências bibliográficas .....	65

Anexo A - Carta de Compromissos Weber

Anexo B - Diagrama esparguete carga clientes e transportadores

## Índice de Figuras

Figura 1 – Áreas de negócio grupo Saint-Gobain Weber .....	2
Figura 2 – Atividades nacionais da Saint-Gobain Weber Portugal .....	3
Figura 3 Objetivos da gestão da cadeia de abastecimento (adaptado de Pinto (2010)).....	7
Figura 4 - Operações básicas de armazenagem (adaptado de Carvalho (2010)) .....	10
Figura 5 - Armazenamento tipo fluxo direcionado (straight line)(adaptado de Carvalho (1996))....	11
Figura 6 - Armazenamento com fluxo tipo U (adaptado de Carvalho (1996)) .....	11
Figura 7 - Identificação dos principais parâmetros de gestão para cada SKU - adaptado de Pinto (2010) .....	13
Figura 8 - Esquema 5S adaptado de (Pinto, 2014).....	18
Figura 9 - Entrada da Saint-Gobain Weber no Carregado .....	23
Figura 10 - Armazenamento exterior na empresa .....	26
Figura 11 - Planta e áreas de stock .....	27
Figura 12 - Fluxograma processo de encomenda .....	29
Figura 13 - Fluxograma processo de picking .....	30
Figura 14 - Fluxograma processo de carga .....	31
Figura 15 - Volume de produção anual linha CA 25-30.....	32
Figura 16 - Volume de produção anual linha CA 5 .....	32
Figura 17 - Produtividade linha CA 25-30 .....	32
Figura 18 - Produtividade linha CA 5 .....	32

Figura 19 - Evolução eficácia linhas produtivas.....	33
Figura 20 - Produções de um produto exemplo no carregado em 2016 .....	34
Figura 21 - Permanência do cliente / transportador no centro.....	35
Figura 22 - Percentagem de encomendas sem transporte levantadas no mesmo de emissão.....	36
Figura 23 - Percentagem de paletes vendidas com e sem preparação .....	36
Figura 24 - Distribuição das cargas ao longo do dia.....	37
Figura 25 - Tempo de preparação por ordem de picking.....	37
Figura 26 - Tempo de preparação por linha.....	37
Figura 27 - Tempo de preparação por volume.....	37
Figura 28 - Evolução do OTIF e objetivo 2017 .....	38
Figura 29 - VSM do estado atual da expedição .....	40
Figura 30 - VSD estado futuro.....	40
Figura 31 - Gráfico exemplo para definição parâmetros de produção.....	44
Figura 32 - Cumprimento do lote de produção produto X.....	45
Figura 33 - Alterações propostas .....	48
Figura 34 - Esboço do processo de triagem de clientes .....	50
Figura 35 - Desenho de estantes para picking .....	54
Figura 36 - Análise ABC linha CA 25-30.....	55
Figura 37 - Layout produtos CA 25-30 .....	56
Figura 38 - Animação do modelo de simulação atual .....	58
Figura 39 - Animação do modelo de simulação proposto.....	59
Figura 40 - Distância percorrida por palete transportada .....	60
Figura 41 - Ocupação dos empilhadores .....	60

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Horários de trabalho e descrição de funções .....	28
Tabela 2 – Síntese de problemas identificados .....	41
Tabela 3 - E-Kanban produção .....	47
Tabela 4 – Características e armazenamento .....	51
Tabela 5 - Análise do posicionamento da palete na fiada .....	52
Tabela 6 - Resultados da simulação: distância e movimentações por dia.....	60
Tabela 7 - Tempo de carga por palete antes e após melhorias (minutos) .....	61



# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento

Este trabalho insere-se no âmbito do plano curricular do mestrado em engenharia e gestão industrial da universidade de Aveiro, tendo como intenção a obtenção do grau de mestre. Para o efeito, foi realizado um estágio em parceria com a empresa Saint-Gobain Weber Portugal SA (daqui em diante designada Saint-Gobain Weber), desenvolvendo-se o projeto que seguidamente se apresenta.

A crise económica que se tem feito sentir em Portugal nos últimos anos tem abalado de forma vigorosa todas as organizações em território nacional. Sendo o mercado da construção civil um dos mais afetados por esta estagnação, a necessidade de mudança tornou-se um fator preponderante para a subsistência das organizações deste setor. Desta forma, a Saint-Gobain Weber, enquanto empresa dedicada à produção de materiais para a construção civil, viu-se obrigada a alterar hábitos e evoluir todos os seus processos de modo a reduzir ao máximo os custos, mantendo os elevados padrões de qualidade característicos da marca. Assim a Saint-Gobain Weber alterou progressivamente a mentalidade corporativa, adotando a filosofia *lean thinking*.

A possibilidade de realização deste projeto surge da oportunidade em melhorar a logística e serviço ao cliente num dos centros produtivos da empresa (localizado no Carregado), tendo esta oportunidade sido definida pela administração da empresa como uma das melhorias a realizar no ano de 2017, produzindo efeitos até maio do mesmo ano.

## 1.2 Apresentação da empresa e do projeto

### 1.2.1 A Saint-Gobain Weber Portugal, SA

Em 1665, num plano de relançamento da economia Francesa, foi fundada pelo Rei Louis XIV uma empresa dedicada ao fabrico de vidro denominada *Royal Manufactory of mirror glass*, tendo sido a empresa responsável pelo fornecimento do vidro para a construção do palácio de Versalhes. Anos mais tarde essa empresa viria a tornar-se na Saint-Gobain, uma organização vocacionada para o mercado da construção civil, com a visão de conceber, fabricar e distribuir materiais funcionais e inovadores, tendo como objetivo aportar soluções aos desafios do futuro, que são a proteção do meio ambiente e a poupança de energia.

Atualmente, a Saint-Gobain é a empresa líder no mercado do habitar, situando-se no ranking dos maiores grupos industriais do mundo como uma das 100 organizações com melhor classificação. Com presença marcada em 64 países e empregando cerca de 192 000 pessoas, a Saint-Gobain divide a sua atividade em 4 polos distintos:

- Materiais Inovadores (20%): sendo a empresa líder na Europa; líder mundial para materiais de altas prestações; terceira a nível mundial para vidro plano.
- Materiais para a construção (26%): sendo líder mundial no setor.
- Distribuição de construção (45%): sendo líder na Europa.
- Acondicionamento (9%): sendo líder europeia e segunda a nível mundial.

A Weber et Broutin surge em 1900, início do século XX, quando duas empresas geridas por George Weber e Jean Broutin se fundiram numa só organização dedicada à produção de revestimentos à base de gesso e cal em Paris. Mais tarde, após o final da 2ª guerra mundial expandiu-se para o mercado da reconstrução, desenvolvendo soluções para a recuperar as construções danificadas durante os conflitos. Em 1982, a Weber et Broutin dá os primeiros passos em mercados internacionais europeus. Primeiro surge na península ibérica e em seguida nos países da Europa central. Em 1996, junta-se ao grupo Saint-Gobain, reforçando o polo de materiais para a construção e alterando a sua denominação para Saint-Gobain Weber. Com esta fusão, a conquista de mercados fora da Europa foi praticamente imediata, tendo a Saint-Gobain Weber adquirido empresas na América do Sul e entrando também no mercado Asiático ainda no final da década de 90. Em 2008, a Saint-Gobain Weber estende-se para os países nórdicos e bálticos e reforça a sua presença na Europa central e de leste, Rússia e China com a aquisição do grupo Maxit. Um ano mais tarde, em 2009, junta-se com a empresa SODAMCO, na realização de um empreendimento conjunto, abrindo oportunidades nos países do médio oriente. Atualmente, a Saint-Gobain Weber está presente em mais de 50 países, sendo a empresa líder mundial na industria de argamassas industriais, contando com 10.000 colaboradores, 10 centros de investigação e desenvolvimento e 180 centros de produção e distribuição. A Figura 1 resume as áreas de negócio a que a empresa se dedica atualmente e qual a representatividade de cada uma no volume de faturação da empresa.

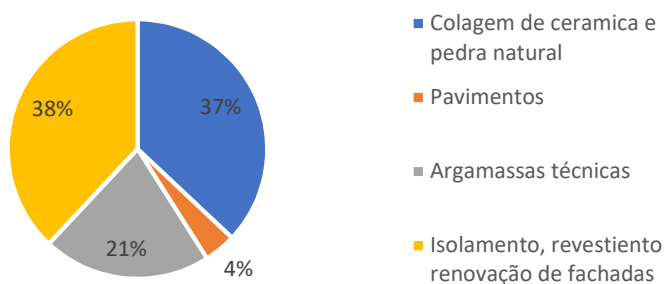


Figura 1 – Áreas de negócio grupo Saint-Gobain Weber

A missão da Saint-Gobain Weber Portugal é proporcionar aos profissionais da construção soluções que tornem o seu trabalho mais fácil, mais económico e mais seguro. Conta com aproximadamente 200 pessoas, distribuídas por 3 centros de produção: um dedicado à produção

de argila expandida, sediado em Avelar (o qual não será mais abordado neste relatório); dois dedicados à produção de argamassas industriais em Aveiro e Carregado, sendo que adicionalmente Aveiro também dispõe de um centro de investigação e desenvolvimento de novos produtos. Estes centros (Aveiro e Carregado) funcionam não só como produtores, mas também distribuidores e retalhistas possibilitando a venda direta ao cliente. Desta forma, a escolha das localizações para as instalações fabris foi cuidadosamente estudada, já que além de estarem situadas nos principais nós de autoestradas é garantido a qualquer cliente em território nacional a existência de uma Saint-Gobain Weber a menos de 300 km de distância. A oferta Saint-Gobain Weber é bastante diversificada, embora em Portugal os produtos destinados à colagem de cerâmica e pedra natural se destaquem largamente face aos restantes (Figura 2).

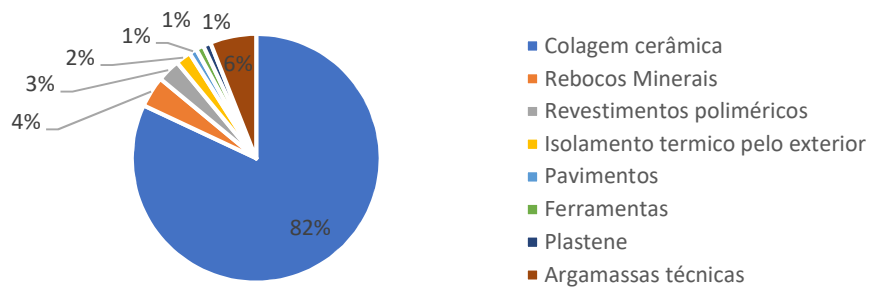


Figura 2 – Atividades nacionais da Saint-Gobain Weber Portugal

A vontade de melhorar continuamente os processos é uma característica que está bem presente nos princípios da Saint-Gobain Weber. Como tal, existe uma constante avaliação e reconstrução dos procedimentos organizacionais, sustentados pelo uso de ferramentas WCM (*World Class Manufacturing*), por forma a cumprir os objetivos definidos institucionalmente, que são a excelência do serviço a clientes.

Sabendo a Saint-Gobain Weber que se posiciona num ponto inicial da cadeia de valor, e da importância que os aplicadores dos seus produtos representam na credibilização da marca, a empresa iniciou uma campanha de formação de operacionais nas suas instalações no Carregado. Assim, foi criada uma escola de formação no centro, onde além de se apresentar toda a gama de produtos oferecida pela empresa, é possibilitada a sua experimentação. Esta iniciativa potencia ao formando o desenvolvimento de técnicas e melhores práticas a utilizar na aplicação dos produtos Saint-Gobain Weber, bem como o conhecimento de todas as soluções que a empresa oferece. Neste âmbito, já foram concretizadas formações em contexto real, onde se demonstraram as técnicas de aplicação de produtos de renovação em sede de várias instituições sem fins lucrativos por todo o país.

Para a Saint-Gobain Weber Portugal, as pessoas são o seu maior ativo. Assim, existe uma aposta forte na formação técnica e comportamental para que todos os colaboradores estejam não só

alinhados com os interesses da organização, mas também para que estes possam evoluir tanto a nível pessoal como profissional.

## 1.2.2 O projeto

### 1.2.2.1 Desafio

A Saint-Gobain Weber Portugal tem assumido com os seus clientes o compromisso de melhorar continuamente os seus serviços, concentrando esforços de modo a cessar por completo os enganos nas cargas, os atrasos nas entregas, e a percentagem de chamadas não atendidas. Mais ainda se acrescenta nos compromissos da empresa, a garantia de que será dada máxima atenção ao tempo despendido pelo cliente tanto no período em espera para atendimento, como no período de carga e em espera para carga (Anexo A). Para isto, é anualmente definido pela direção da empresa um limite máximo de incidências a partir das quais se considera que o compromisso não está a ser cumprido.

A direção da Saint-Gobain Weber Portugal SA decidiu que em 2017 se iria intervir na logística do Carregado, por forma a melhorar todo o processo logístico no centro. Os motivos que despoletaram esta iniciativa foram vários, entre os quais se salientam as elevadas movimentações dos operadores nas cargas, a desorganização visível do parque de cargas, e as variações constantes dos processos (locais de armazenamento variáveis, existência de locais de carga completamente opostos, entre outros). Por possuir um centro de desenvolvimento e investigação, a Saint-Gobain Weber pretende estar sempre um passo a frente dos seus concorrentes diretos, promovendo a introdução de novos produtos no mercado, o que torna o ciclo de vida destes mais curtos, gerando uma instabilidade tanto na produção como na logística. Assim, periodicamente é necessário rever tanto os processos de produção como os logísticos, alinhando-os com as novas realidades e satisfazendo os interesses organizacionais.

### 1.2.2.2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho prende-se com a melhoria do processo de expedição no centro operacional do Carregado. Pretende-se redefinir novas áreas para armazenamento, com vista à maximização do espaço e melhoria das condições de trabalho, tanto das atividades de *picking* como de carga. Espera-se que com esta reformulação se consiga em primeiro lugar reduzir todos os riscos de segurança e melhorar a experiência do cliente nas visitas à empresa, melhorando a sua satisfação ao nível do serviço prestado. Para isto, identificam-se 6 objetivos que se pretendem atingir com o novo *layout*:

- 1 Reduzir os riscos associados como cruzamento de empilhadores, camiões e peões;
- 2 Reduzir o tempo de carga e permanência dos clientes;
- 3 Reduzir os enganos nas cargas;
- 4 Facilitar a realização do *First In First Out* (FIFO);



- 5 Maximizar o espaço utilizado para stock;
- 6 Reduzir as movimentações dos empilhadores;

### 1.2.2.3 Metodologia

A metodologia assumida no início deste projeto está segmentada em várias etapas sequenciais, que juntas compõe o projeto que é aqui apresentado. Numa primeira instância podemos distinguir duas fases: a revisão bibliográfica, que permitiu a aquisição de conhecimentos básicos para a conceção de um enquadramento teórico sobre as metodologias e ferramentas existentes; o trabalho de campo, onde se abordam todos os seguintes tópicos:

- Mapear a situação inicial, identificação de problemas e potenciais causas;
- Reconhecer a origem dos problemas;
- Definir um plano de ação para as intervenções propostas;
- Realizar uma simulação do cenário proposto e quantificação dos potenciais ganhos;
- Implementação do layout;

## 1.3 Estrutura do documento

Este documento está dividido em mais 4 capítulos, que se subdividem em vários tópicos, possibilitando uma elucidação clara do projeto desenvolvido.

No capítulo 2, encontra-se a revisão bibliográfica onde é feita uma análise ao estado da arte das principais temáticas abordadas, de forma a possibilitar ao leitor a aquisição dos conhecimentos mais profundos e concisos, que são a base do trabalho aqui desenvolvido.

No capítulo 3 é dada maior ênfase às atividades operacionais da empresa no âmbito do projeto. Aqui foi mapeado o estado inicial da empresa, e apresentam-se alguns indicadores utilizados para monitorização do projeto. No final do capítulo apresentam-se os principais problemas identificados.

No capítulo 4 é apresentado todo o trabalho desenvolvido, juntamente com os resultados perspetivados a curto prazo, fazendo-se a comparação entre o estado anterior e posterior à execução do projeto. Os resultados baseiam-se obtidos baseiam-se na aplicação de ferramentas de simulação industrial.

No capítulo 5, são apresentadas as principais conclusões e sintetizados os resultados obtidos. São ainda explanadas considerações sobre trabalho futuro que poderá ser concretizado no mesmo âmbito.



## 2 Revisão bibliográfica

### 2.1 Logística e cadeia de abastecimento

Segundo Copacino (1997) o termo cadeia de abastecimento refere-se à arte de gerir os fluxos de materiais e produtos desde a sua origem até ao consumidor final. A cadeia de abastecimento inclui assim o fluxo total de materiais desde a sua aquisição até à entrega de produto acabado ao consumidor, incluindo atividades de *sourcing* e *purchasing*, conversão de matérias-primas em produtos, planeamento da distribuição, gestão operações de armazém, gestão de stocks e relação com Cliente. Já Carvalho (2010) recorre à maior organização mundial de profissionais e académicos da área, o *Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP)*, que define que a gestão da cadeia de abastecimento envolve todas as atividades de *sourcing* e *procurement*, conversão e todas as atividades logísticas. Essencialmente, a gestão da cadeia de abastecimento envolve a coordenação e a procura de colaboração dentro e fora da organização.

Por outro lado, logística ou gestão logística remete para uma parte da cadeia de abastecimento que se dedica ao controlo do fluxo (direto e inverso) de materiais e operações de armazenagem, focando-se na satisfação das necessidades dos clientes (Carvalho 2010).

A premissa central da logística é garantir ao cliente o material no momento e local certo. Partindo deste princípio, a gestão da cadeia de abastecimento procura enquadrar este objetivo com as atuais tendências competitivas (Figura 3): redução de custos operacionais; melhorar o serviço ao cliente; reduzir tempos de resposta; aumentar a qualidade (Pinto, 2010).

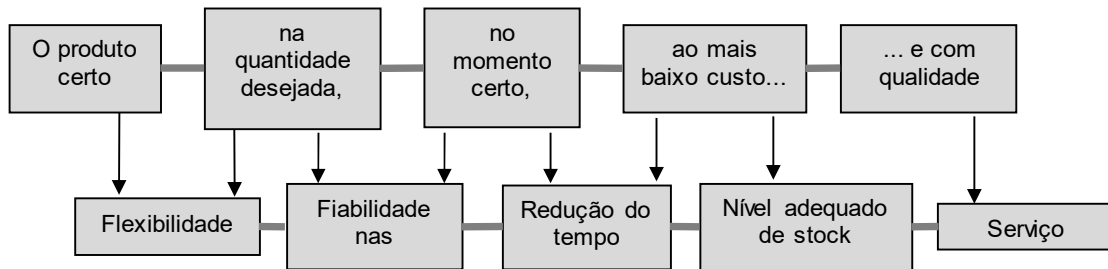


Figura 3 Objetivos da gestão da cadeia de abastecimento (adaptado de Pinto (2010))

Pode assim concluir-se que no centro de atuação da cadeia de abastecimento está a preocupação em satisfazer as necessidades do cliente em termos de produto, tempo, custo e qualidade. É uma abordagem sistémica que implica uma grande interação entre os participantes, exigindo a consideração simultânea de diversos interesses em conflito e indo além das fronteiras organizacionais, considerando tanto interesses internos como externos (Pinto, 2010).

*“o maior benefício da gestão da cadeia de abastecimento é que quando todos os canais membros (fornecedores, fabricantes, distribuidores e consumidores) comportam-se como parte da mesma empresa, podem melhorar significativamente a sua performance”*(Copacino, 1997).

## 2.2 Tipos de produção

Segundo Courtois, Pillet & Martin-Bonnefous (2006), cada empresa é única na sua organização pela especificidade dos produtos que fabrica. Porém, segundo o mesmo autor, é possível classificar a produção de diferentes formas, de acordo com seguintes critérios:

1. Quantidade e repetitividade. Este método classifica os produtos de acordo com as quantidades lançadas para produção. Podemos assim assumir a produção em três grandes grupos, sendo a repetitividade uma característica influente, embora paralela, inerente à tipologia da empresa:
  - **Produção unitária.**
  - **Produção em pequenas e médias séries.**
  - **Produção em grandes séries.**
2. Organizações dos fluxos de produção. Nesta classificação distinguem-se três grandes grupos que, todavia, poderão ser subdivididos:
  - **Produção contínua.** Uma produção contínua processa grandes quantidades de produto, ou famílias de produto. A implementação é feita em linha de produção, o que torna o fluxo do produto linear. Neste tipo de produção as máquinas ou as instalações estão dedicadas ao produto, o que restringe a flexibilidade. Geralmente este tipo de produção é acompanhado de um avançado grau de automatização dos processos produtivos e dos sistemas de movimentação. Tal facto deve-se à decorrente necessidade de obter custos de produção baixos, um nível de qualidade elevado e estável, poucos produtos em curso de fabrico e circulação rápida de produtos. É assim requerida manutenção preventiva das máquinas por forma a evitar uma paragem total da fábrica.
  - **Produção descontínua.** Na produção descontínua tratam-se quantidades relativamente pequenas de muitos produtos, utilizando máquinas universais. A implementação é efetuada por oficinas funcionais, que agrupam as máquinas em função da tarefa a executar. Neste tipo de produção é potenciada a flexibilidade de produção, embora a dificuldade em equilibrar as tarefas gere níveis elevados de *stock* e produto em curso.
  - **Por projeto.** Neste tipo de produção o produto é único e não repetível. O princípio de uma produção por projeto consiste em encadear todas as operações que conduzem à conclusão do projeto, minimizando os tempos mortos.
3. Relacionamento com os clientes. Nesta classificação a diferenciação é feita com base nas vendas e no produto que se está a comercializar:
  - **Venda a partir de *stock*:** O cliente compra produtos que existem em *stock* criado pela empresa. Adota-se este tipo de produção quando o prazo de fabrico é superior ao prazo de

entrega aceite pelo cliente, ou para reduzir custos de produção, fabricando grandes quantidades.

- **Produção por encomenda:** A produção só é iniciada a partir do momento em que existe um compromisso firme do cliente. Deste modo evita-se a criação de stock.
- **Montagem por encomenda:** Este tipo posiciona-se entre os 2 primeiros. Fabrica-se para *stock* um produto intermédio *standard*, que é posteriormente finalizado de acordo com a encomenda do cliente. Assim é possível reduzir o prazo de entrega do produto ao cliente e reduzir os volumes de *stock*.

## 2.3 Armazém e armazenagem

Os armazéns estão presentes na grande maioria das indústrias. Estes, exigem às empresas que optam pela sua aquisição esforços vigorosos de capital e mão-de-obra, além da implementação de sistemas de informação. Todas estes esforços são dispendiosos e tem uma representatividade significativa nos custos da organização. Porém, os armazéns fornecem serviços únicos, de grande utilidade, cuja probabilidade de se conseguirem extinguir dentro do cenário económico atual, é muito reduzida (Reis, 2005). Bartholdi & Hackman (2014) afirmam que as mais-valias dos armazéns são várias, evidenciando-se duas: a possibilidade de uma melhor sincronização entre a produção e a procura, permitindo à organização responder de forma rápida a alterações na procura; a consolidação de produtos, reduzindo custos de transporte e proporcionar serviço ao cliente. Um armazém possibilita ainda a oportunidade de se realizar atividades de diferenciação tardia, permitindo a personalização do produto ao gosto/ necessidade do cliente.

### 2.3.1 Atividades dentro de um armazém

Lambert & Stock (1999) afirmam que as funções básicas de um armazém são apenas três: movimentar, armazenar e transferir informação. Estas funções subdividem-se em atividades de carácter mais específico. A função de movimentação resume todas as atividades de receção de mercadorias (incluindo inspeção e atualização dos registos), transferência, preparação de encomendas e expedição. Já a função de armazenamento pode ser executada numa base temporal, onde apenas se armazenam os produtos necessários para reposição básica de inventário, ou semipermanente onde se armazenam produtos em excesso, criando um *stock* de segurança. A transferência de informação ocorre simultaneamente com as funções de movimentação e armazenamento. Qualquer tipo de gestão requer uma correta e precisa temporização por forma a sincronizar as atividades da melhor forma.

Já para Carvalho (2010), o processo de armazenagem engloba várias atividades, que vão desde a entrada dos produtos até à sua saída. À chegada dos produtos, são desencadeadas três atividades: receção, conferência e arrumação. Estas três atividades são compostas por vários passos, que envolvem a programação das chegadas, a chegada efetiva do veículo, descarga, receção da mercadoria, acondicionamento da mercadoria, definição da localização, atualização do

stock informático e arrumação. Porém, a chegada de uma encomenda de um cliente, desencadeiam-se outras três atividades: *picking*, preparação e expedição (Figura 4).



Figura 4 - Operações básicas de armazenagem (adaptado de Carvalho (2010))

Estas seis atividades básicas podem ser encontradas em qualquer armazém com rotinas de trabalho bem definidas, já que são consideradas universais e independentes do tipo de armazém em questão. Porém, um mau layout do armazém influencia consideravelmente o desempenho destas mesmas tarefas, criando entropia e prejudicando o bom desempenhos das operações.

### 2.3.2 Layout de armazém mais comuns

Segundo Carvalho (1996) existem dois tipos mais frequentes de armazéns: os que privilegiam um fluxo direcionado (tipo *straight-through* ou *straight-line*), e os que privilegiam o *layout* em “U”. Ambos apresentam vantagens e desvantagens sendo que não existe um consenso relativamente ao melhor método. Assim, dependerá a cada organização avaliar cada um dos métodos, procurando a implementação daquele que se demonstrar mais conveniente. Para um armazém direcionado (Figura 5) temos as seguintes vantagens:

- Redução considerável do tempo de deslocação;
- Diminuição dos congestionamentos internos e externos;
- Adaptação mais coerente à prática de cross-docking;
- Adaptação mais coerente a instalações fabris;

Já para armazéns tipo U (Figura 6) consideram-se as seguintes vantagens:

- Redução da distância média de viagem;
- Redução do espaço necessário para receção e expedição, uma vez que é conjunto às duas situações;
- Utilização mais consentânea do equipamento (menor número de viagens sem carga);
- Organização mais fácil de zonas de armazenamento com base no volume movimentado (e procura por parte dos clientes);

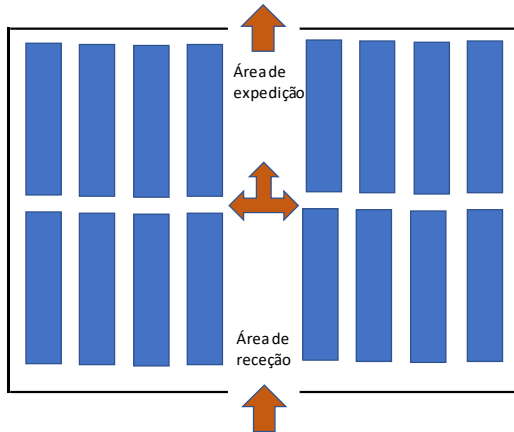


Figura 5 - Armazenamento tipo fluxo direcionado (straight line)(adaptado de Carvalho (1996))

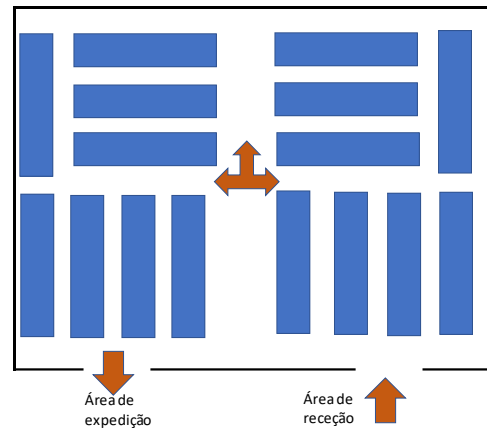


Figura 6 - Armazenamento com fluxo tipo U (adaptado de Carvalho (1996))

### 2.3.3 Sistemas de armazenagem

Atualmente existem vários tipos de equipamentos concebidos para reduzir o custo, espaço e trabalho no que toca ao armazenamento. Estes equipamentos de armazenamento e recolha permitem a redução dos custos relacionados com a mão-de-obra por diversos fatores, tais como a possibilidade de colocar várias referências em zonas de fácil alcance, reduzir as movimentações de material, a divisão do espaço em regiões mais pequenas e aumentar o armazenamento em altura (Bartholdi & Hackman, 2014).

As paletes são o equipamento de manuseamento mais utilizado em armazéns. Normalmente, as paletes são feitas com madeira ou de um polímero rígido. Permitem facilitar o transporte e manuseamento do material tanto dentro do armazém logístico como durante a expedição. Existem vários *standards*, relativamente às dimensões sendo que na Europa o tamanho mais comum é o de 1200x1000 mm. Já no que respeita à altura máxima a que cada paleta pode ser carregada, não existe nenhum padrão definido.

O método mais simples para armazenar materiais em paletes é diretamente no chão, empilhando as cargas umas sobre as outras. Tipicamente o material armazenado por este método é organizado em filas de uma só referência (designadas fiadas), sendo que a altura máxima do empilhamento irá variar consoante as características físicas do material (peso, estabilidade, fragilidade, entre outros), os limites de segurança definidos pela instituição e a altura das instalações (se aplicável) (Bartholdi & Hackman, 2014). Este método permite armazenar grandes quantidades de material embora exija, uma grande quantidade de espaço, já que não é possível preencher as vagas que vão sendo geradas pelo consumo. É assim necessário que a totalidade do material colocado inicialmente nessa fiada seja consumido, antes de ser possível proceder à reposição (caso a empresa utilize o FIFO (*First In First Out*)). Em contrapartida, o investimento necessário para a sua implementação é mínimo.

Em alternativa ao método de armazenamento por empilhamento diretamente no solo, existem as estantes. Em relação a estantes, existe no mercado uma vasta panóplia de diferentes tipos de estantes, sendo as mais comuns para armazenamento de paletes as de profundidade única ou dupla. A vantagem das estantes está na independência de cada espaço, permitindo que coexistam várias referências num mesmo nível, além de o acesso ao material se tornar também facilitado. Em alguns casos é ainda possível maximizar o espaço em altura, já que não existe sobreposição direta sobre as paletes em níveis inferiores, evitando-se todos os problemas adjacentes. Porém, a utilização de estantes requer a existência de corredores de acesso largo, o que pode resultar em perdas na capacidade máxima de carga, caso o número de paletes armazenadas em altura não seja devidamente explorado (Bartholdi & Hackman, 2014).

## 2.4 Gestão de *stock*

Segundo Reis (2005), *stock* é um conjunto de unidades de cada artigo que constitui determinada reserva aguardando satisfazer uma necessidade futura. Porém, o papel do *stock* numa empresa é frequentemente ambíguo (Courtois et al., 2006). Se por um lado gera inconvenientes como a imobilização de meios financeiros e ocupação de espaço, por outro têm um papel positivo na regulação do processo de produção, permitindo dessincronizar a procura da produção de um determinado produto. A presença de *stocks* permite ocultar inúmeros problemas, como a manutenção insuficiente, mau planeamento, entre outros. Assim, é necessário encontrar um compromisso que permita obter este papel positivo a um custo mínimo.

### 2.4.1 A gestão económica de *stock*

A gestão económica de *stock* está incluída no conceito de gestão dos *stocks*, o qual engloba a gestão administrativa (definição de regras e suportes documentais e contabilístico) e a gestão física, que aborda questões relacionadas com a localização e implementação de armazéns (Reis, 2005). Assim, a gestão económica de *stocks* tem por objetivo a determinação dos parâmetros de gestão para cada artigo, através do equilíbrio entre custos dos *stocks* e a satisfação dos pedidos dos clientes (Pinto, 2010).

Uma gestão de *stocks* eficaz é aquela que garante um bom equilíbrio entre o nível de serviço e volume de *stock*. Cada organização deverá optar pelo método de produção mais adaptado aos seus produtos, tendo em conta tanto as vendas com as características produtivas e/ou da organização. Na Figura 7 está representado um gráfico exemplo do volume de *stock* ao longo do tempo que se deverá obter para os produtos cuja metodologia produtiva passe pela definição de um lote fixo. No mesmo exemplo a procura observa-se constante e regular, o que embora não seja comum em contexto real, é mais adequado a título exemplificativo. No gráfico:  $\bar{X}$  representa o consumo médio,  $Q$  a quantidade produzida ou recebida,  $Pe$  o ponto de encomenda (quantidade que quando atingida despoleta uma compra ou fabrico),  $SS$  o stock de segurança,  $Pa$  o prazo de aprovisionamento e  $P$  a periodicidade de compra ou fabrico (Pinto, 2010).



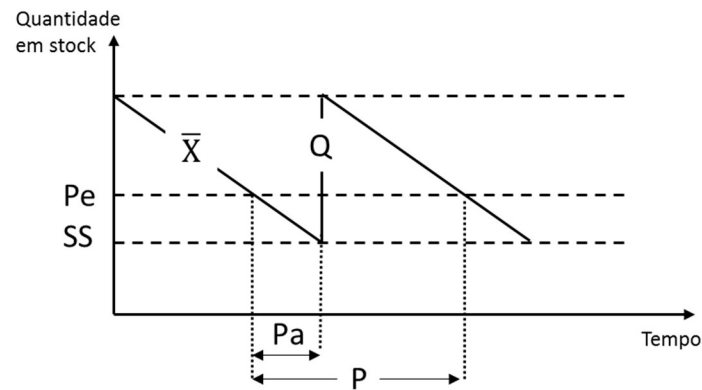


Figura 7 - Identificação dos principais parâmetros de gestão para cada SKU - adaptado de Pinto (2010)

O *stock* de segurança é uma determinada quantidade de material que as empresas utilizam como forma de se protegerem contra atrasos nas entregas ou consumos superiores ao normal. Assim, o stock de segurança só deverá ser consumido quando uma ou ambas estas situações acontecerem. A determinação deste *stock* requer a consideração de vários aspetos, como o risco de rutura, ou do nível de serviço pretendido, a importância do produto no contexto operacional, o prazo de entrega do fornecedor e o desvio padrão do consumo (Pinto, 2010).

Seguidamente indicam-se as 2 fórmulas de cálculo utilizadas pela gestão de stocks, e que estão representados no eixo vertical do gráfico da Figura 7:

- A do ponto de encomenda:  $Pe = SS + Pa * \bar{X}$
- A do *stock* de segurança  $SS = \sigma_n * Z * \sqrt{Pa}$ . Onde  $\sigma_n$  representa o desvio padrão do consumo,  $Z$  a variável da distribuição normal padrão e  $Pa$  o prazo de aprovisionamento.

#### 2.4.2 Hierarquização dos produtos

Segundo Chu et al. (2008), qualquer sistema de gestão de inventário deve especificar o momento em que uma ordem deve ser libertada e a quantidade de unidades que deverá abranger. Na prática, a maioria das empresas gere demasiados produtos, tornando inexequível modelar e controlar cada item individualmente e com igual atenção. Para lidar com esse problema, a classificação ABC permite categorizar os produtos em três diferentes classes (A, B e C), de acordo com o seu impacto nas vendas e, por conseguinte, a relevância para a organização. Esta análise possibilita assim um entendimento célere de todos os produtos da empresa, por forma a priorizar as intervenções naqueles que se revelam mais importantes, os produtos pertencentes ao grupo A.

A análise ABC surgiu no século 18 por *Vilfredo Pareto* num estudo sobre distribuição da riqueza em Milão onde descobriu que 20% das pessoas controlavam 80% da riqueza (Chu et al., 2008). O princípio da análise ABC é que 20% dos produtos ou clientes de uma empresa, totalizam 80% das vendas e talvez uma percentagem ainda maior de lucro. (Lambert & Stock, 1999).

Os três grupos utilizados no sistema ABC são os seguintes (J. C. de Carvalho, 2010):

- A (itens de alto valor): 20% dos artigos que representam 80% da faturação total.
- B (itens de valor médio): 30% dos artigos que representam aproximadamente 15% faturação total.
- C (itens de baixo valor): 50% dos artigos que representam 5% faturação total.

## 2.5 *Lean thinking*

A utilização da expressão *lean thinking*, no âmbito de liderança e gestão foi introduzido pela primeira vez por James Womack e Daniel Jones (1996). Este termo é desde então aplicado a nível mundial para se referir à filosofia de liderança e gestão que tem por objetivo a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor. Trata-se de um dos paradigmas de gestão mais bem-sucedidos existentes no mundo empresarial (Pinto, 2014).

O *lean thinking* é um poderoso antídoto para fazer face ao desperdício (*muda*), fornecendo uma forma de especificar valor, através da identificação das tarefas mais relevantes na criação de um produto ou serviço, permitindo que estas sejam posteriormente alinhadas na melhor sequência, de forma que a eficiência do processo seja tão alta quanto possível. Em suma, *lean thinking* é *lean* (magro) porque fornece uma maneira de fazer mais e mais, com menos e menos – menos esforço, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço – enquanto se aproxima cada vez mais perto das reais necessidades e expectativas dos clientes (James Womack & Jones, 1996).

Os mesmos autores definiram a existência de cinco princípios básicos para a implementação do *lean thinking*:

- **Definir de valor:** o ponto de partida para o *lean thinking* é o valor, o qual apenas pode ser definido pelo cliente. Corresponde à necessidade por um produto específico num determinado momento e por um determinado preço. Conhecer as necessidades e expectativas de valor dos clientes representam oportunidades de melhoria.
- **Definir fluxo de valor:** o conjunto de todas as etapas e ações que executadas sequencialmente conduzem um produto desde o seu planeamento até ao cliente. A identificação de todas estas etapas permite identificar todas as ações dispensáveis, possibilitando a racionalização e simplificação de todo o fluxo do processo.
- **Criar Fluxo:** Todas as etapas definidas como prescindíveis são retiradas ou reduzidas, tornando o fluxo o mais fluido possível.
- **Puxar:** consiste em produzir apenas o necessário e quando necessário, reduzindo stocks. A ideia é produzir ao ritmo do cliente.
- **Perfeição:** eliminar o desperdício por completo. A este nível apenas estão presentes as atividades que acrescentam valor.

Assim, o *lean thinking* não é um meio para implementar mudanças radicais nas organizações, é antes de tudo uma mudança de atitude e de cultura organizacional. *Lean* é um processo de solução de problemas bastante autocrático, com o propósito de mudar completamente não só os processos de trabalho, mas principalmente as pessoas, sendo frequentemente utilizado pela gestão de topo, por estes terem a autoridade para implementar a mudança (Pinto, 2010).

### 2.5.1 Desperdícios

Desperdício refere-se a todas as atividades que realizamos e que não acrescentam valor (*muda*). Estas atividades consomem tempo e recursos, tornando os produtos ou serviços mais dispendiosos do que deveriam ser (Pinto, 2014).

O desperdício manifesta-se de várias formas, resultando sempre no mesmo: mais tempo dispendido e maior custo. Assim, as organizações deverão combatê-lo de forma a reduzi-lo, e, se possível, eliminá-lo. Existem várias técnicas e ferramentas para identificar desperdícios. Womack (2006) sugere a divisão em três categorias distintas de desperdício:

- **Muda:** Refere-se ao desperdício gerado pela realização de qualquer tarefas que não acrescente valor, ou crie valor pelo qual o cliente não está disposto a pagar. Pinto (2014) acrescenta que dentro do *Muda* pode se distinguir o desperdício necessário (atividades que embora sejam desperdício, são essenciais na conceção do produto/serviço) do puro desperdício, podendo representar 65% do *muda* total nas organizações.
- **Mura:** Qualquer variação no processo gera dificuldades em mantê-lo sob controlo. Ou seja, prende-se com variações no volume ou ritmo de trabalho ao longo do tempo.
- **Muri:** Prende-se com a sobrecarga de trabalho irracional de pessoas ou máquinas, resultando em problemas relacionados com segurança e qualidade.

As três categorias propostas por (Jim Womack, 2006) relacionam-se entre si, já que *mura* e *muri* são muitas vezes a causa raiz de *muda*. Desta forma, a eliminação do *mura* e *muri* criará estabilidade, permitindo remover o *muda* mais facilmente.

Dentro das atividades organizacionais distinguem-se 7 como as maiores geradoras de desperdício. Estas, segundo Liker (2004) são:

1. **Excesso de produção** – Produzir em excesso artigos para os quais não há encomendas, ou seja, criar excesso de inventário desnecessário. Este desperdício é o mais penalizante de todos já que é gerador de outros, como o aumento de custos de armazenamento e transporte;
2. **Esperas** – Refere-se ao tempo em que operadores ou máquinas estão parados à espera que algo aconteça. Este desperdício pode ser provocado por avarias, ruturas, mau balanceamento da linha, entre outros.
3. **Transportes e movimentações** – Prende-se com todas as deslocações realizadas tanto durante o fabrico como após este. Os sistemas de transporte ocupam espaço, aumentam o

tempo de fabrico e aumentam os custos, podendo até levar a danos nos produtos. Um mau layout é o principal responsável por este desperdício.

4. **Processos inadequados** – Realizar etapas desnecessárias durante o processo de produção. Utilizar ferramentas inadequadas que gerem demasiadas movimentações ou defeitos. Fabricar produtos com uma qualidade superior á requerida pelo cliente.
5. **Stock** – Este desperdício inclui o excesso de matérias-primas, WIP (*work in progress*) ou produto acabado. Pode causar produtos obsoletos, danificados e aumenta os *lead times*. O excesso de *stock* pode ainda esconder problemas relacionados com o balanceamento da produção, atrasos nas entregas por parte dos fornecedores, defeitos, tempos de inatividade e longos *setups*.
6. **Movimentos desnecessários** – Todas as movimentações que operadores realizam durante o processo produtivo, como procurar, alcançar, caminhar, entre outros. A desorganização do posto de trabalho e o layout desadequado são os principais geradores deste desperdício.
7. **Defeitos** – Quando as peças produzidas são defeituosas, além de um aumento do *lead time*, é necessário reparar a peça ou encaminha-la para sucata.

Além destes, alguns autores como Liker (2004) identificam um oitavo desperdício, relacionado com o não aproveitamento total das potencialidades dos recursos humanos, gerando o desperdício de ideias, tempo, capacidades, e oportunidades de melhorias pela não envolvências das pessoas.

### 2.5.2 Value stream mapping (VSM)

Para Rother & Shook (1999), *value stream* são todas as ações (com e sem valor acrescentado) realizadas num dado momento de forma sequencial que conduzem à conceção de um produto. O fluxo a mapear pode ser de produção, referindo todas as etapas desde a transformação das matérias-primas até ao cliente, ou de design, abrangendo desde o conceito ao lançamento. Do ponto de vista do cliente, todas as tarefas que não apresentem valor ao produto final são irrelevantes e, desta forma, a organização deverá reduzi-las de modo a que o seu impacto seja mínimo ou inexistente. Neste campo o VSM é uma ferramenta essencial ao permitir: a visualização de todo o fluxo produtivo, a um nível superior ao processo; a identificação da fonte dos desperdícios; o desenvolvimento de um plano básico de implementação lean; a ligação de fluxos de materiais e de informação;

A implementação de um VSM pode deve ser concretizada em 4 fases (Locher, 2008):

- **Preparação** – esta fase envolve a identificação da equipa de mapeamento, definição do produto ou projeto a estudar e definição dos limites.
- **Mapeamento do estado atual** – Desenhar o processo atual e identificar melhorias.
- **Mapeamento do estado futuro** – Desenhar um novo processo, eliminando ou reduzindo as tarefas sem valor acrescentado.

- **Planeamento e implementação** – Desenvolver um plano que permita atingir o mapa do estado futuro.

De modo geral, o VSM é um bom ponto de partida para iniciar uma jornada *lean* nas empresas porque, segundo Pinto (2014) permite:

- Ajuda a visualizar mais do que um processo. Permite uma visão de toda a cadeia de valor, não se centrando em partes específicas.
- Permite identificar mais do que o desperdício. Ajuda a identificar as suas origens ao longo da cadeia de valor.
- Fornece uma linguagem comum, simples e intuitiva.
- Favorece uma abordagem global aos conceitos e ferramentas *lean*.
- Fornece uma base para um plano de implementação.
- Demonstra a ligação entre fluxo de materiais, capital e informação.

### 2.5.3 Gestão Visual

Uma das principais características que nos define enquanto humanos é que a interpretação que fazemos do mundo é visual. É através deste sentido (visão) que recebemos a maior quantidade de informação (>75%). Está provado que somos capazes de reter mais facilmente informação quando esta está visível. Deste modo, promover a gestão visual é facilitar a comunicação e a informação necessárias aos procedimentos de tomada de decisão (Pinto, 2014).

A gestão visual é um processo para apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações, tornando as coisas visíveis, lógicas e intuitivas. O recurso a este tipo de ferramentas surge na maioria das vezes para tornar os processos mais simples e menos dependentes de sistemas informáticos e procedimentos formais (Pinto, 2014). Ao nível dos espaços de trabalho, podem ser desenvolvidos sistemas *andon*, *kanban*, quadros de controlo de produção, 5S, etc., para facilitar a transferência rápida de informação importante. Estes são métodos para a transferência just-in-time de informação na fábrica (Suzaki, 2010).

### 2.5.4 Os cinco S (5S)

Os 5S referem-se a um conjunto de práticas que promovem a redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos através de uma abordagem simples, que assenta na manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho. Correspondem a cinco palavras em japonesas que começam pela letra S: *Seiri* (organização), *Seiton* (arrumação), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (normalização) e *Sheitsuke* (autodisciplina).

1. **Organização (Seiri)** – Separar o útil do inútil; identificar coisas desnecessárias no posto de trabalho.

2. **Arrumação (Seiton)** – Definir um local para cada coisa; verificar que tudo está no seu devido local; colocar à mão as coisas de uso mais frequente e identificar tanto a peça como o seu lugar.
3. **Limpeza (Seiso)** – Dividir o posto de trabalho e atribuir uma zona a cada elemento do grupo; proceder à limpeza em cada zona do posto de trabalho assim como da área envolvente; definir uma norma de limpeza para cada zona.
4. **Normalização (Seiketsu)** – Definir normas de arrumação e limpeza; identificar ajudas visuais e procedimentos que resultem; normalizar em toda a fabrica os equipamentos de trabalho do mesmo tipo.
5. **Autodisciplina (Shitsuke)** – Objetivos; praticar os princípios definidos; eliminar a variabilidade fazendo bem à primeira; estabelecer procedimentos de controlo visual. verificar se está tudo no seu lugar e se as ações e inspeções estão a ser realizadas corretamente; desenvolver um sistema do tipo lista de verificação e ajudas visuais.

Algumas empresas têm vindo a acrescentar um sexto “S” a esta lista. Trata-se da Segurança, a qual não pode ser dissociado dos anteriores nem de qualquer atividade (Figura 8).

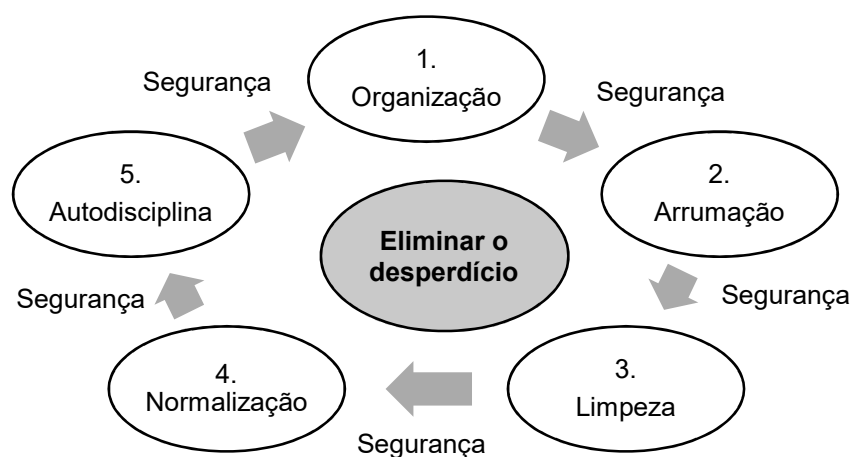


Figura 8 - Esquema 5S adaptado de (Pinto, 2014)

### 2.5.5 Kanban

*Kanban* é uma das palavras japonesas que fazem parte do glossário *lean thinking*, significando cartão ou sinal. Neste contexto designa uma ferramenta que permite o controlo do fluxo de materiais, pessoas e informação ao nível do chão de fábrica, e que possibilita garantir o *pull system*. É um método de controlo visual, que se baseia no princípio de que nenhum posto de trabalho pode produzir sem que o seu cliente o autorize (Pinto, 2014).

No sistema *kanban*, a ênfase é colocada no *output*, ao invés do *input*, de tal forma que o fluxo de operações é comandado pela linha de montagem final. A linha de montagem recebe o programa de produção e, à medida que ela vai consumindo as peças necessárias, vai autorizando aos centros de trabalho antecedentes o fabrico de um novo lote de peças. Esta autorização é feita através do cartão *kanban*.

A essência do *kanban* está na transmissão da informação de forma simples e visual para manter em funcionamento um sistema de produção puxado. Para satisfazer este requisito, um sistema *kanban* pode adquirir várias formas diferentes, dependendo das características das operações e do local onde será implementado. As principais formas de *kanban* são as seguintes: (Pinto, 2014).

**Cartão** – Este é o modelo mais usado, dividindo-se em dois tipos: de produção e de transporte. Consiste num conjunto de caixas e cartões que circulam entre fornecedor e clientes, coordenado as atividades de produção e transporte. Quando uma caixa de um produto é consumida, é gerada uma autorização (*kanban*) para que a caixa vazia possa ser levada até ao fornecedor e este, na presença do *kanban* satisfaça o pedido.

**Marcas pintadas no chão** - Neste tipo, existem espaços reservados à armazenagem do produto logo na saída da estação de trabalho. Quando o produto é retirado, o operador tem permissão para produzir. Assim que todos os espaços forem preenchidos, deve-se parar a produção.

**Sistema de duas caixas** - Também conhecido como sistema de *kanban* fixo. Nesse modelo, são colocados pelo menos dois contentores para cada material no bordo de linha, tendo fixado, em cada um deles, um *kanban* do tipo cartão. O contentor é recolhido quando fica vazio e devolvido juntamente com a caixa preenchida com o mesmo material na quantidade indicada na etiqueta.

**Indicação luminosa** – Neste modelo, o operador aperta um botão no seu posto cada vez que consome um material. O sinal é transmitido por um fio elétrico até à célula de produção daquele item, onde será acesa uma luz para cada unidade a ser produzida. O operário da estação fornecedora, por conseguinte, aperta um botão quando produz a unidade que foi consumida, fazendo com que as luzes se vão apagando.

**Eletrónico** – O sinal é transmitido através de um meio eletrónico, como sistema de informação da empresa.

**Modelo Gravitacional** – Com este modelo, sempre que o *stock* de um artigo na submontagem chega ao fim, o operador coloca uma bola colorida numa calha, a qual rola por gravidade até à central de reabastecimento. De acordo com a cor da bola e com a calha usada, operador do armazém sabe qual o material e respetiva quantidade que deve ser entregue num determinado posto de trabalho.

**Vantagens da aplicação de *kanban*:**

- Sistema simples e visual;
- Rápida movimentação entre postos de trabalho;
- Maior interação entre postos de trabalho;
- Melhor adaptação do sistema de operações à procura;
- Melhor serviço a clientes;
- Descentralização do controlo de operações;
- Diminuição de Stocks;
- Melhoria da qualidade e redução dos custos;

**Desvantagens do Sistema *kanban*:**

- Não é aplicável a todo o tipo de materiais: pelo valor agregado que alguns materiais comportam, requerem um tratamento especial. Características como a dimensão ou fragilidade podem também dificultar a aplicabilidade do *kanban*;
- Quando aplicado em linhas muito extensas tende a contradizer o princípio *JIT (just-in-time)*, ao aumentar os stocks em fases iniciais, dos processos ou linhas. Isto ocorre devido ao atraso que acontece entre o recebimento do *kanban* e a resposta ao mesmo, que quando prolongado ao longo de vários postos, tende a atrasar todo o sistema;

## 2.6 Simulação industrial

O termo simulação, segundo Kelton et al. (2000), refere-se a um conjunto de métodos e aplicações que visam replicar o comportamento de sistemas reais, tradicionalmente em computador, e utilizando um *software* apropriado. Com o avanço tecnológico que se tem feito sentido ao longo da última década, os computadores e *softwares* são cada vez mais capazes, popularizando a simulação e tornando-a uma ferramenta cada vez mais poderosa.

A simulação em computador trabalha com base em modelos de sistemas, que tanto podem representar o estado de funcionamento real como o desejado. A abrangência do modelo dependerá da análise pretendida, permitindo tanto o foco em apenas um processo industrial, como a representação de todos os ramos de atividade organizacional, incluindo máquinas, pessoas, vários tipos de transportes, armazenamento, entre outros (Kelton et al., 2000).

A construção de um modelo de simulação é uma atividade complexa que combina arte com ciência. No entanto, vindo de uma perspetiva mais alta, Altiock & Melamed (2007), identifica 8 passos sequenciais que conduzem à construção de um modelo:

1. **Análise do problema e recolha de informação.** O primeiro passo para a construção de um modelo de simulação é analisar o problema em si. De notar que nenhum modelo de simulação é feito por si só, sem nenhum motivo, pelo que normalmente é levado a cabo com o intuito de resolver algum problema identificado no sistema, cuja solução não é conhecida. Para facilitar a



resolução do problema, o analista deverá numa primeira fase fazer o reconhecimento estruturado do sistema, levantando o máximo de informações e organiza-la sobre forma de diagrama de fluxos, árvores hierárquicas, narrativa ou qualquer outra forma de representação adequada. Quando a informação suficiente do sistema for apurada, o problema pode ser analisado e a solução mapeada.

2. **Recolha de dados.** Esta atividade é essencial para estimar os parâmetros de entrada do sistema. O analista, com base nos dados recolhidos, poderá formular suposições sobre a distribuição que as variáveis aleatórias seguem. Quando existem dados em falta, poderá ainda ser possível criar um modelo válido desde que se estime uma gama de valores aproximada.

3. **Construção do modelo.** Quando o problema estiver completamente estudado, e os dados recolhidos, o analista poderá proceder à construção do modelo e implementa-lo como um programa de computador.

4. **Verificação do modelo.** A proposta de verificação de um modelo serve para certificar que o modelo está corretamente construído. A verificação assegura que o modelo está conforme as especificações e faz aquilo que é pretendido.

5. **Validação do modelo.** Qualquer modelo deverá numa primeira fase ser visto como uma mera proposta sujeita a validação. Na validação do modelo examina-se o ajuste dos dados obtidos através do modelo empírico, ao cenário real. Um modelo bem ajustado significa que, um conjunto de medidas de desempenho importantes, previstas pelo modelo, são coincidentes ou estão razoavelmente próximas do observado no sistema real. Este passo só é praticável quando se está a criar o modelo de uma situação real, e quando a recolha de tais informações é possível.

6. **Projetar e realizar experiências de simulação.** Quando o analista considerar o modelo validado, poderá proceder à realização de um conjunto de experiências de simulação, para estimar a performance do modelo e ajudar na resolução do problema. Assim, o analista deverá seleccionar o número de cenários e execuções a efetuar para recolher resultados estatísticos confiáveis.

7. **Analisar resultados.** As medidas de performance estimadas são submetidas a uma análise lógica e estatística. O processo de resolução tipicamente gera várias alternativas, que devem ser comparadas de forma a seleccionar aquela que produzir, aparentemente, os melhores resultados.

8. **Recomendações finais.** Nesta fase o analista baseia-se na análise dos resultados e formula as recomendações finais dos problemas do sistema.

### **Vantagens da simulação**

Banks, (1998) afirma que para a maioria das empresas, os benefícios no uso da simulação vão além da possibilidade de prever o resultado de uma ação. Esses benefícios resumem-se a:

- Permitir fundamentar uma decisão. A maior vantagem da simulação é permitir testar todos os aspetos de uma proposta de mudança, sem o comprometimento dos recursos. Esta característica é especialmente vantajosa já que após um sistema estar implementado mudanças ou correções são extremamente difíceis de implementar.

- Comprimir e expandir o tempo. Ao comprimir ou expandir o tempo, a simulação permite acelerar ou abrandar fenômenos, para que sejam profundamente investigados.
- Perceber o porquê. Os gestores frequentemente querem saber as verdadeiras razões porque certos problemas ocorrem no sistema real. Com a simulação a questão pode ficar resolvida através da reconstrução do cenário e análise pormenorizada do processo.
- Visualizar os planos. Permite passar da ideia à prática exibindo os planos em ação, através da animação.

### **Desvantagens da simulação**

Contudo, a simulação também não é a ferramenta perfeita, pelo que apresenta algumas desvantagens como (Banks, 1998):

- A construção de um modelo fidedigno requer muito tempo além de software e treino específico, podendo o esforço não se revelar justificável.
- Os resultados da simulação podem ser difíceis de interpretar.
- A simulação pode ser usada de forma incorreta.

### 3 Análise à logística da Saint-Gobain Weber no Carregado

#### 3.1 Produção e processos produtivos

Nos centros de produção de argamassas industriais da Saint-Gobain Weber em Portugal é possível identificar 4 tipos diferentes de linhas de produção, sendo que estas podem estar instaladas em ambos, ou apenas num dos centros. A nomenclatura das mesmas permite uma rápida identificação da sua localização uma vez que iniciam sempre com as iniciais do centro onde estão implementadas, por exemplo: CA (Carregado) e AV (Aveiro). Como nenhuma destas linhas se destina à produção de uma única referência, é de extrema importância planear diariamente o sequenciamento da produção. Um sequenciamento menos eficaz irá despoletar processos de limpeza mais extensos, o que em consequência períodos de *setup* mais longos. Na unidade industrial do Carregado estão implementadas 3 linhas produtivas diferentes: CA 25-30, CA Malte e CA 5kg.



*Figura 9 - Entrada da Saint-Gobain Weber no Carregado*

#### **Linha CA 25-30**

Esta linha possibilita a fabricação de produtos em pó com acondicionamento em sacos de 25 a 30 quilos. Para operar é requerido o trabalho contínuo de 3 operadores, distribuídos por três postos de trabalho distintos: dosificação manual; alimentação de sacos e controlo do equipamento; fim de linha.

Diariamente o responsável de produção define os produtos a produzir e a respetiva sequência, com base nas necessidades do centro. A produção usualmente inicia-se com a pesagem automática

das matérias-primas maioritárias (em maior quantidade) enquanto as restantes terão de ser pesadas manualmente, num processo que se designa dosificação manual. Os produtos após pesados são descarregados para reservatórios intermédios, designados tolvas, onde ficam a aguardar a entrada no misturador. Por sua vez, o misturador envolve todos os minerais de forma a criar uma mistura homogénea. Seguidamente o produto é descarregado num segundo reservatório sendo ensacados automaticamente. Posteriormente os sacos são paletizados e plastificados, gerando-se paletes prontas para armazenamento.

Em alternativa, é também possível produzir em sacos de grandes dimensões, designados *Big-Bags*. Grande parte dos produtos neste formato são intermédios, que serão posteriormente embalados na linha CA 5kg.

A higienização desta linha é feita exclusivamente com ar, já que utilização de água provocará empedramento do produto, provocando além de perdas de material, danos nos equipamentos.

### **Linha CA Malte**

Esta linha destina-se exclusivamente à coloração de revestimentos orgânicos produzidos na linha de pastas implementada exclusivamente em Aveiro. Os produtos fabricados na linha de pastas, são acondicionados em balde e possui uma consistência pastosa, não sendo necessário adição de água antes da aplicação. São produzidas 3 texturas diferentes, não pigmentadas (base) que serão depois coloridas conforme a necessidade dos clientes. Diariamente são enviadas de Aveiro para o Carregado paletes completas de produto base a fim de ser colorido. Como existe uma linha de coloração em cada um dos centros, cada um será responsável pela satisfação das suas próprias encomendas.

O processo de fabrico inicia-se com a abertura de paletes completas do produto base. Os baldes, por conseguinte, são abertos com auxílio de uma ferramenta metálica e colocados no tapete da linha, que os vai puxando de forma unitária para máquina de pigmentação, onde são adicionados no próprio balde os pigmentos necessários. Seguidamente o produto é misturado por forma a obter uma coloração o mais uniforme possível. Por fim o operador fecha os baldes, e aplica a etiqueta indicativa da cor. A reconstrução da paleta é feita manualmente com recurso a um braço mecânico.

Derivado ao elevado número de cores que é possível produzir nestes moldes, a grande maioria das referências é produzida somente por encomenda, possibilitando a redução dos níveis de stocks, sem prejuízo do nível de serviço, já é está implementada uma linha similar em cada um dos centros.

### **Linha CA 5kg**

A linha CA 5kg permite a produção e embalagem de material em sacos de 5kg, acondicionado em caixas com 4 sacos. Tipicamente nesta linha são produzidas argamassas coloridas para juntas interiores e exteriores. Embora esteja instalado um pequeno misturador com 100kg de capacidade, raras vezes é utilizado por exigir que todo o processo de dosificação (processo similar ao

apresentado na linha CA 25-30) seja feito manualmente. Assim, a alternativa preferível passa pela produção do material na linha CA 25-30 acondicionado em *big-bag*. Posteriormente o *big-bag* é descarregado na tolva da linha CA 5kg para ser embalado no formato desejado. O processo produtivo inicia-se com a descarga do *big-bag* para uma tolva. O material é inserido automaticamente em sacos de 5kg e acondicionados em caixas de 20kg. Esta linha permite ainda a construção e envolvimento automático das paletes, sendo apenas necessário o trabalho de operadores no início, e fim de linha.

Pelas características distintas destes produtos em pó, não é possível a produzir um produto base para posterior coloração, como acontece com as pastas, exigindo a criação *stock* para a maioria das cores.

### 3.2 Logística

Todos os produtos, após a sua produção, são armazenados de acordo com as suas características e disponibilidade logística, no interior ou exterior, em estante ou diretamente no solo. No caso dos produtos acondicionados em sacos, o armazenamento exterior (Figura 10), apesar de não ser ideal, é possível, desde que a paleta esteja devidamente protegida com plástico à prova de água. Em relação ao empilhamento, a altura máxima dependerá estabilidade que a configuração da paleta transmite, sendo possível empilhar entre três a quatro paletes em altura. Já no caso de produtos acondicionados tanto em balde como em caixa, o empilhamento é impossível, já que irá provocar danos nas unidades em níveis inferiores pelo peso exercido. Também o armazenamento no exterior irá provocar a secagem do produto no caso de baldes, e a descoloração das caixas pelo que não é uma prática adequada, sobretudo em períodos de maior exposição solar. Porém, como a empresa não dispõe de área coberta suficiente para albergar todos estes produtos, a prioridade é dada a baldes e as caixas cuja rotatividade é menor, sendo armazenados no exterior todas as caixas cuja procura é maior. De notar que além do problema de descoloração, a humidade irá de igual forma danificar o produto, tal como acontece com os produtos em saco, sendo necessário prestar especial atenção ao estado do plástico de proteção.



Figura 10 - Armazenamento exterior na empresa

Atualmente a empresa Saint-Gobain Weber no Carregado possibilita a expedição de duas formas diferentes: recolha por parte do cliente (sem transporte) ou entrega em morada indicada pelo cliente (com transporte). O nível de serviço assumido com o cliente é de 36 horas, não se garantido a satisfação das encomendas registadas na hora, no balcão. Quer isto dizer que, no caso de encomendas com transporte, todas as encomendas submetidas até às 13h serão entregues no dia seguinte; no caso de transporte ao encargo do cliente, as encomendas deverão ser submetidas com um dia e meio de antecedência, de forma a garantir o menor tempo de permanência possível dos clientes na unidade industrial. Este período permite à empresa organizar-se, no sentido de preparar a recolha da mercadoria em caso de picking, e garantir uma maior brevidade no momento de carga.

Por forma a responder às necessidades dos clientes, é possibilitada a compra de produtos tanto em palete completa, como na unidade de medida básica (balde, saco, caixa). Neste ultimo caso, o material que é produzido sempre no formato de palete completa, necessita de ser preparado para entrega, podendo ser acondicionado em palete, ou vendido isoladamente. Para o efeito a empresa dispõe de um armazém dedicado inteiramente à pratica de *picking*, onde operadores preparam o material para entrega de acordo com as encomendas dos clientes.

As paletes expedidas são cobradas ao cliente que pode posteriormente devolvê-las, a fim de reaver o valor pago pelas mesmas. As paletes devolvidas são posteriormente armazenadas a fim de se proceder à seleção e separação das mesmas para reutilização, reparação ou reciclagem.

A Figura 11 representa o layout da empresa no Carregado. Este contempla três armazéns internos dedicados a: *picking* (A); armazenamento de baldes e caixas (B); armazenamento de mercadorias (C).

O armazém dedicado ao *picking* é composto por 2 estantes paralelas com capacidade para 170 paletes e espaço de manobra para apenas um empilhador retrátil. Derivado à escassez de estantes e ao pouco espaço disponível, não é possível acomodar neste armazém a totalidade das referências

comercializadas, pelo que, aquelas cuja representatividade no *picking* é menor, são armazenadas no armazém B, sendo o material solicitado sempre que necessário. Este segundo armazém (B) tem capacidade para 500 paletes, em 4 estantes paralelas, é utilizado para o armazenamento de produto em balde e caixa, pois o armazenamento destes no exterior não é aconselhável. O terceiro armazém (C) é o único edifício nas instalações que dispõe de sistemas contra incêndios, pelos que são aqui armazenadas preferencialmente as mercadorias e matérias primas que representem risco de incendio. Praticamente não existem estantes neste armazém, pelo que o material é, se possível, empilhado.



Figura 11 - Planta e áreas de stock

Todo o restante stock é armazenado no exterior (zonas coloridas da Figura 11), diretamente no chão e, se possível empilhado. São construídas fiadas de comprimento variável e de um único produto, não existindo um local fixo para cada referência. Existem neste centro 3 empilhadores que operam em simultâneo estando 1 atribuído à produção e 2 à expedição. Assim, a produção construirá a fiada onde houver espaço disponível e o responsável de armazém autorizar. As paletes tipo euro (1200x800mm), a maioria das paletes utilizadas na empresa, são colocadas sobre o lado de maior dimensão, exigindo que a expedição realize a viragem individual no momento de carga. Entre cada fiada é deixado livre um corredor de 50 centímetros para que o empilhador tenha espaço de manobra e se possa realizar contagens de material. Na zona frontal da fábrica existe uma balança

que permite a pesagem de veículos. Porém, esta não está a ser utilizada para o efeito, exigindo que o local de carga de clientes se situe mais afastado da zona de armazenamento. A realização de cargas sobre a balança também não é uma atividade plausível, já que irá destruir as células de carga do equipamento. Assim este instrumento revela-se completamente obsoleto e desnecessário, sendo aproveitadas apenas as zonas em seu redor para a armazenamento de paletes preparadas.

Relativamente aos locais de carga, existem dois distintos: um na zona frontal ao armazém de *picking*, junto à balança destinado a clientes; um nas traseiras junto ao armazém de mercadorias para transportadores.

### 3.2.1 Recursos humanos e funções

Na expedição deste centro trabalham de forma efetiva 4 operadores, distribuídos em 2 turnos distintos. Durante a época de verão, pelo o aumento das vendas dá-se a admissão de um quinto operador de forma temporária. Porém, como este período coincide com o período de férias de operadores, considera-se que trabalham de forma constante 4 operadores. Estes operadores rodam frequentemente de funções, sendo de forma genérica as tarefas e turnos resumidos na tabela seguinte:

Tabela 1 - Horários de trabalho e descrição de funções

Operador	Turno	Horário Turno	Área de trabalho	Descrição de tarefas
A	1	8h – 17h	Armazém <i>picking</i>	Manobrar empilhador retrátil Preparar paletes Plastificar e etiquetar paletes preparadas Colocar paletes no exterior Preencher informações na ordem de <i>picking</i> Receber clientes
B			Carga	Carregar clientes Abastecer armazém <i>picking</i> Arrumar paletes preparadas Apoiar realização de <i>picking</i> Realizar manutenção do parque
C	2	10h – 19h	Armazém <i>picking</i>	Apoiar preparação de <i>picking</i> Levantar ordens de <i>picking</i> no serviço a cliente Atender clientes Agrupar e priorizar ordens de <i>picking</i> Apoiar preparação de paletes Solicitar reposição de material Confirmar ordem material na <i>picking</i> Carregar transporte entre centros (após 17h)
D			Carga	Preparar carga transportadores Colar etiquetas Confirmar carga Carregar transportadores Descarregar matérias primas Abastecer armazém de <i>picking</i>



Importa salientar que estas tarefas e postos de trabalho não são fixos, nem estão identificados padrões de trabalho. Por outras palavras, os operadores vão constantemente alternando de posto e apoiando-se mutuamente de modo a cobrir a área mais crítica no momento, seja cargas ou preparação. O contacto entre operadores é feito com recurso a telefones móveis existentes e que estão distribuídos entre o armazém de *picking*, os empilhadores, e o responsável de expedição.

### 3.2.2 Processos de encomenda

O processo de encomenda (Figura 12) inicia-se com o registo das encomendas por parte do serviço a clientes. É aqui que se gera a ordem de *picking*, caso os produtos estejam disponíveis. Neste documento são listados todos os produtos que o cliente deseja, bem como as respetivas quantidades. Neste âmbito o cliente tanto pode comprar o produto em palete completa, como na sua unidade básica de medida (saco, caixa ou balde), exigindo que neste último caso seja realizada uma preparação do material. Para isto, o serviço a clientes separa as ordens de *picking* emitidas consoante o tipo de transporte (cliente ou transportador), colocando-as em caixas organizadoras distintas. Periodicamente, um colaborador da expedição dedicado à preparação de encomendas desloca-se ao serviço a clientes de modo a recolher novas ordens para dar início ao processo de preparação. As ordens de *picking* que estejam a aguardar carga durante vários dias são encaminhadas de volta para o serviço a clientes, de forma a manter o espaço no armazém o mais organizado possível e, caso seja necessário, o serviço a clientes tome medidas. Frequentemente quando os clientes se deslocam a empresa para carregar uma encomenda, realizam complementos de carga, ou tem já submetidas no sistema mais do que uma encomenda. Assim, cabe aos operadores de expedição a sensibilidade de organizar todas as ordens de *picking* por cliente, já que serão muito certamente carregadas simultaneamente.

À chegada do cliente, o serviço a clientes verifica se tem alguma das ordens em sua posse, encaminhando-o posteriormente ao armazém de *picking* para solicitar a carga diretamente aos operadores do *picking*. Estes, agrupam todas as ordens que o cliente irá recolher, comunicando com o colega dedicado as cargas assim que o material estiver pronto para carregar. Neste momento, o cliente é autorizado a avançar e preparar o carro para carregar, dando-se início ao processo de carga. Finda a carga, o operador que realizou a carga, solicita apoio de um colega (se possível), que juntamente com o cliente, confirmam que todo o material está carregado. Posteriormente o cliente dirigirá-se ao serviço a clientes, dando-se lugar à emissão da guia de remessa.

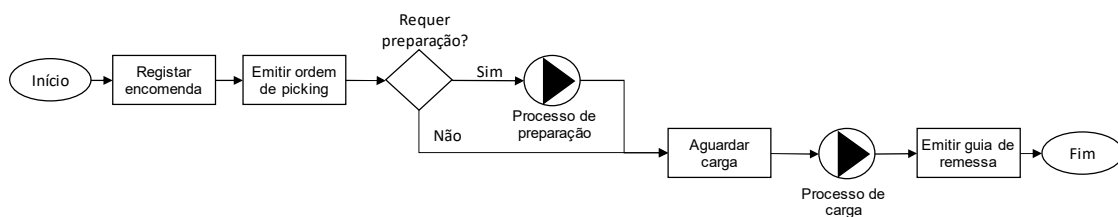


Figura 12 - Fluxograma processo de encomenda

## Processo de preparação

Este processo inicia-se com a recolha das ordens de *picking* existentes no serviço a clientes, por parte do operador. As ordens já previamente separadas de acordo com o tipo de transporte, são agrupadas por cliente e ordenadas por data de emissão e urgência. Posto isto, o operador analisa a ordem de *picking* verificando visualmente se tem todos os produtos disponíveis em armazém. Caso algum esteja em falta, solicita via telefónica a um colega das cargas que o reponha com a maior brevidade possível. Ainda antes de começar a colocar os produtos sobre uma palete vazia, o operador idealiza qual a melhor configuração possível, consoante o tipo dos produtos (saco, balde, caixa) e quantidades. Seguidamente o operador desloca-se pelo armazém, recolhendo os produtos necessários com o auxílio de um empilhador retrátil. Assim que a palete estiver completa é identificada por uma etiqueta com o nome do cliente e protegida com plástico na envolvente. Seguidamente, as paletes preparadas e protegidas colocam-se no exterior, junto à entrada do armazém de *picking*, onde ficam a aguardar a ordenação por parte de um operador das cargas. De forma a permitir a monitorização do tempo de preparação, é registado na própria ordem de *picking* a data, assim como as horas de início e fim da preparação. O local de armazenamento varia consoante o tipo de expedição (se irá ser levantada pelo cliente ou um operador logístico), e o número de paletes preparadas a aguardar recolha no momento. A sequência deste processo está resumido na Figura 13.

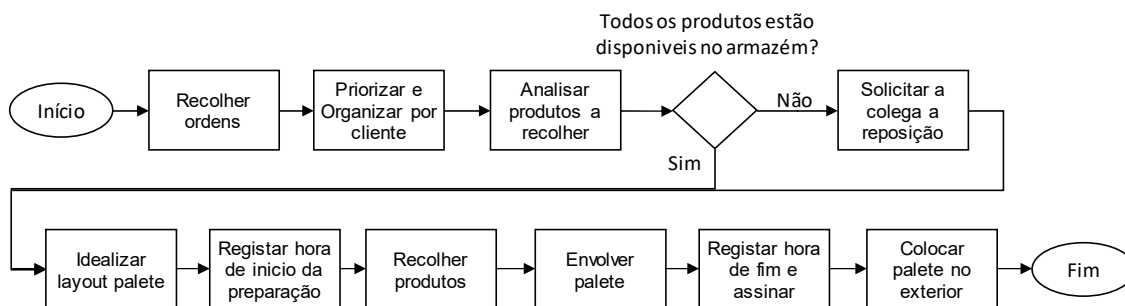


Figura 13 - Fluxograma processo de picking

## Processo de carga

Quando o cliente submete uma encomenda, pode decidir se deseja recolher a mercadoria usando os seus próprios meios ou a entrega numa morada indicada. Assim, o processo de carga distingue-se em duas zonas, conforme a via de expedição: cliente ou transportador.

O envio de material via transportador é a opção preferida, já que representa cerca de 60% das vendas no Carregado. Esta é tida como uma atividade crítica já que, além da sua representatividade, todas as encomendas submetidas até as 13h, terão de ser expedidas no próprio dia independentemente da necessidade de preparação. Porém, como a chegada de clientes é imprevisível, a carga dos transportadores acaba por ser menosprezada sendo atribuída prioridade

de carga aos clientes que não contratam transporte, desde que tenham encomenda submetida com a devida antecedência. Deste modo, um dos operadores durante a manhã faz a separação para um local próximo da zona de carga de transportadores, todo o material que irá ser expedido por esta via. Diariamente o responsável logístico pelas 14 horas emite as etiquetas que são requeridas pelo transportador. Estas etiquetas são depois entregues ao operador antes do início da carga, para que sejam coladas no respetivo material. Assim que todo o material estiver preparado e devidamente identificado pode se iniciar a carga do veículo. Se neste momento o operador dedicado à carga de clientes estiver disponível, poderá auxiliar esta tarefa, realizando-a de forma conjunta. Caso no mesmo dia se dê a carga de mais do que um destes veículos, a colagem das etiquetas do material que seguirá no segundo veículo so será realizada assim que o primeiro esteja completamente carregado. Este princípio deve-se ao facto de o operador durante a carga apenas reconhecer o material a carregar pela existência, ou não, de uma etiqueta.

O processo de carga de clientes é, sempre que possível, realizado de forma prioritária. Inicia-se com a solicitação da carga por parte do cliente que é atendida assim que todas as paletes com preparação estejam prontas e exista um operador de disponível para carga. O cliente é autorizado a avançar e, neste momento, é registada a data e a hora de início da carga. As paletes são carregadas de forma unitária, sendo no final toda a carga confirmada e registada a hora de final do serviço. As ordens de *picking* são então entregues ao cliente, que se desloca ao serviço a clientes para obter a guia de remessa. A Figura 14 resume o processo de carga.

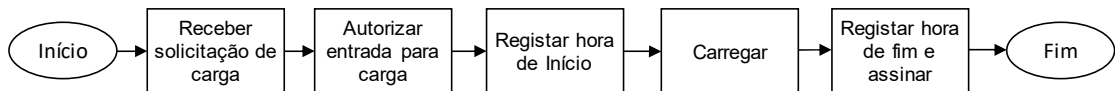


Figura 14 - Fluxograma processo de carga

De modo a perceber os movimentos dos empilhadores nesta atividade, observaram-se algumas cargas tanto de clientes como transportadores, registando-se todas as movimentações em diagramas de esparguete (anexo B).

### 3.3 Levantamento do estado inicial

#### 3.3.1 Estado da produção

De modo a realizar um levantamento correto e coerente do estado inicial, foi realizada uma análise que teve por base indicadores da produção. Esta análise foi focada apenas nas duas linhas mais relevantes do centro do Carregado, sendo que se analisaram dados retirados do *software* de gestão da empresa, dos anos de 2014 a 2016.

Nas figuras seguintes podemos constatar que o volume de produção em ambas as linhas tem revelado uma tendência crescente nos últimos três anos, que é justificada pelo aumento das vendas

nos mesmos anos. Desta forma, o Carregado produziu no ano de 2016 um total 26.500 toneladas na linha CA 25-30, representado um aumento de 10% face ao ano anterior, e 29% face a 2014. Já na linha CA 5, o aumento do volume de produção em 2016 é menos significativo, representando 5% face ao ano anterior.

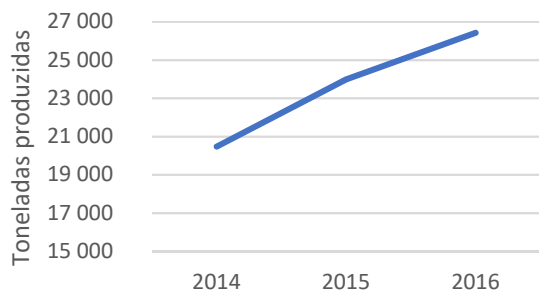


Figura 15 - Volume de produção anual linha CA 25-30

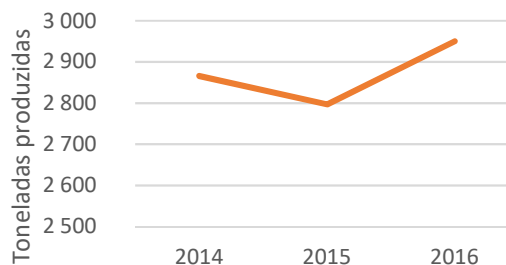


Figura 16 - Volume de produção anual linha CA 5

Para analisar o estado das linhas de produção, estudou-se a produtividade e a eficácia de cada uma. A produtividade foi calculada através da razão entre a produção real da linha e o número de horas trabalhadas. O cálculo foi realizado por ano, tendo-se em considerado os anos de 2014 a 2016.

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Produção real da linha}}{\text{Número total de horas trabalhadas}}$$

O resultado foi organizado em forma de gráfico a fim de facilitar a análise. Nestes gráficos, pode-se notar que a linha CA 25-30 perdeu consideravelmente produtividade em 2016, produzindo cerca de 13 500 toneladas por hora, o que representa uma perda de 700 kg por hora, face ao ano de 2015.

Já a linha CA 5 tem revelado um comportamento mais estável. Apesar de se notar uma pequena quebra entre 2014 e 2015, o volume de produção horária nota-se constante entre 2015 e 2016. (Figuras 17 e 18)

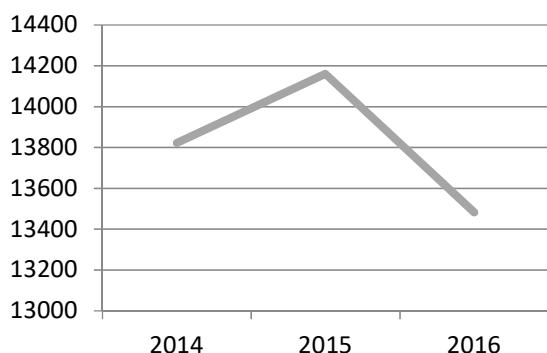


Figura 17 - Produtividade linha CA 25-30

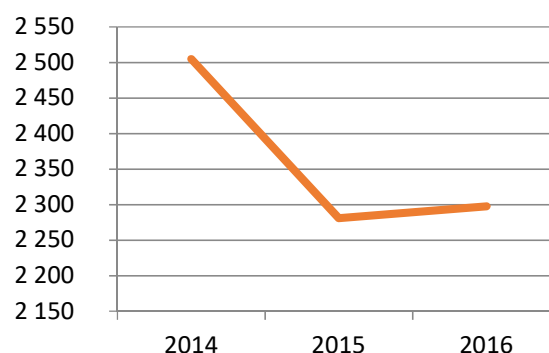


Figura 18 - Produtividade linha CA 5

A eficácia calcula-se pela razão entre as produtividades real e teórica, ou seja, dividindo o volume de produção que efetivamente se produziu numa hora, pelo volume que se perspetivava conseguir. Podemos assim afirmar que este indicador permite apurar a existência de fatores geradores de variabilidade na linha e quantificar o impacto que os mesmos estão a gerar. A produtividade teórica é definida pelos responsáveis de produção com base no histórico de produtividade de cada produto. Quanto mais alto for este indicador, mais estável a linha está. O caso contrário indicará a ocorrência de eventos não planeados que estão a prejudicar a produção.

$$Eficácia = \frac{Produtividade Real}{Produtividade Teórica}$$

Conforme podemos constatar na Figura 19, a eficácia da linha CA 5 caiu entre os anos de 2014 e 2015 verificando-se o comportamento inverso na outra linha. Já em relação ao ano seguinte o indicador revela-se estável.

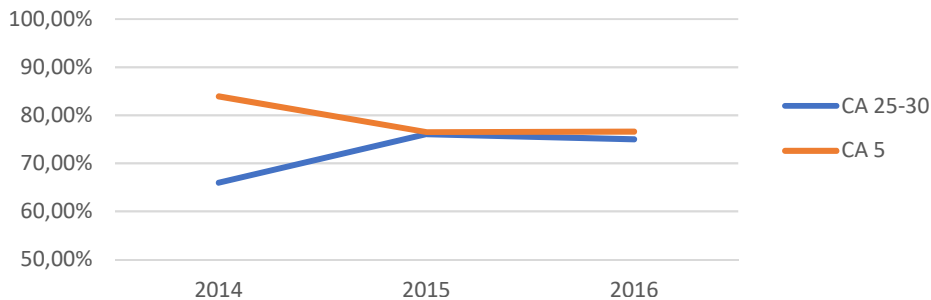


Figura 19 - Evolução eficácia linhas produtivas

Na Saint-Gobain Weber a produção é realizada sempre para stock. Embora existam casos em que o stock de segurança e ponto de disparo são nulos, existe sempre um lote mínimo de produção, igual à capacidade do misturador. A definição destas variáveis é feita produto a produto, através da ponderação entre o volume de venda, dificuldade de produção e prazo de validade.

O cumprimento do lote permitirá o alinhamento de todas as áreas funcionais desde o planeamento, compras e expedição. Desta feita, foram analisadas todas as produções de cada produto ao longo de um ano, comparando-se a quantidade produzida de cada vez com o tamanho do lote definido. O resultado foi exposto de forma gráfica, tendo-se gerado um gráfico similar ao da Figura 20 para cada produto produzido na linha CA 25-30.

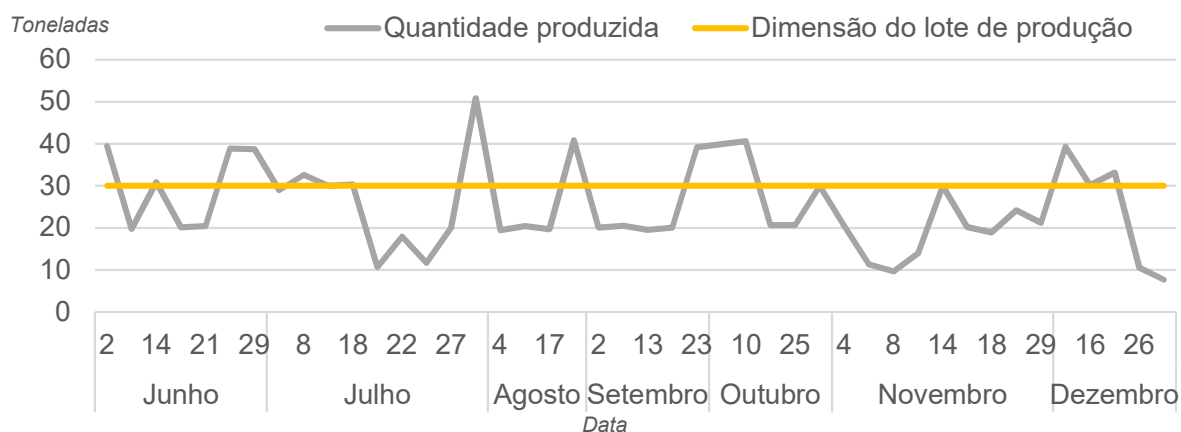


Figura 20 - Produções de um produto exemplo no carregado em 2016

Como se pode constatar no exemplo apresentado, torna-se claro que a produção não está a ser adequadamente programada já que raras vezes foi respeitado o tamanho do lote definido, produzindo-se sem qualquer regra aparente. Este facto tem um impacto direto em todo o fluxo posterior, já que aumenta a complexidade na gestão de armazém de produto acabado, além de provocar volumes de stock por vezes desadequados. O incumprimento do lote de produção é um fator de variabilidade, contribuindo para a quebra na produtividade anteriormente identificada. Neste cenário é impossível definir um *standard* para o *setup*, já que a quantidade de material a dosificar varia constantemente.

Para o caso da linha CA 5, o cumprimento do tamanho dos lotes verificou-se mais consistente, garantindo uma maior estabilidade tanto a nível da eficácia como produtividade. Não obstante, o tamanho do lote de alguns produtos produzidos nesta linha, revelaram-se demasiado grandes face ao seu volume de vendas.

### 3.3.2 Estado da expedição

Apesar de a empresa ter implementado um método para controlar os tempos de preparação, carga e permanência dos clientes, este controlo não tem sido realizado. Por se tratar de um processo manual que além de exigir o registo por parte dos operadores de algumas informações, requer um trabalho analítico posterior. Por ser considerado um trabalho de baixa relevância, é realizado quotidianamente. Porém, no desenvolvimento deste projeto foi necessário analisar dados desta área, pelo que se promoveu a reativação deste processo, concernindo ao estagiário as tarefas de tratamento e análise dos dados. De forma sumária o processo consiste em 4 passos:

1. O serviço a clientes coloca um carimbo em cada ordem de *picking*, contendo espaços para que se torne visual o preenchimento da hora de chegada do cliente, início e fim de preparação, e início e fim de carga;

2. Os colaboradores da expedição preenchem estas informações sempre que aplicável Caso sejam carregadas várias ordens de *picking* em simultâneo, o registo deverá ser reproduzido em todas as folhas, competindo posteriormente ao analista o agrupamento das mesmas;
3. As ordens são armazenadas pelo serviço a clientes para análise;
4. É registada e analisada num ficheiro Excel toda a informação relevante;

Esta pratica foi realizada da forma mais precisa possível, entre janeiro e abril possibilitando a obtenção de muitas informações uteis sobre o estado inicial da expedição, e que serão seguidamente apresentadas.

A expedição no Carregado tem vindo a sofrer alterações na procura nos últimos anos, sobretudo ao nível da forma como entrega produtos aos seus clientes. A percentagem de cliente que se deslocam à empresa para carregar tem vindo a diminuir, sendo que a maioria recorre ao serviço de transporte. Porém, no que concerne à carga, é sempre dada prioridade ao cliente, logo que este tenha submetido a encomenda com antecedência mínima de 36 horas. Na Figura 21 podemos ver o tempo que em média os clientes e transportadores passam na empresa em espera e em carga. Devido à prioridade que é dada ao cliente, os transportadores acabam por passar um período quase três vezes mais longo em espera para carregar do que um cliente. Por outro lado, como um transportador normalmente carrega um carro completo, o tempo de carga é também superior.

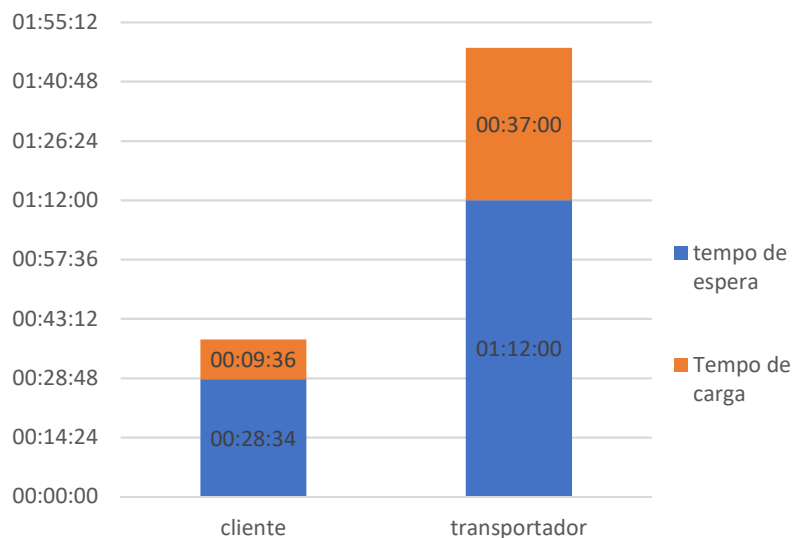


Figura 21 - Permanência do cliente / transportador no centro

O segundo dado apurado foi a percentagem de clientes que não cumpre as regras instituídas ao nível do levantamento de encomenda. Ou seja, a percentagem de encomendas que foram emitidas e levantadas no mesmo dia. Através da amostra analisada, conclui-se que 27% das ordens emitidas são levantadas no mesmo dia (Figura 22). Este dado é de extrema relevância para a organização já que, o não cumprimento desta regra implicará um maior tempo de espera por parte do cliente, sobretudo nos casos em que a encomenda implique preparação. Em todo o caso, apesar

de o compromisso assumido com o cliente ser de 36 horas (1 dia e meio) a empresa depara-se com um dilema deste âmbito. Se por um lado priorizar a preparação do material do cliente incumpridor perpetua o seu comportamento, por outro, a não satisfação poderá despoletar ao cliente uma má imagem do serviço prestado.

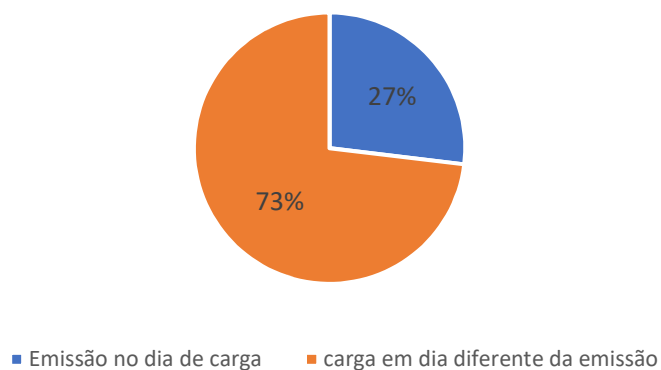


Figura 22 - Percentagem de encomendas sem transporte levantadas no mesmo dia de emissão

Ainda em relação as cargas, a análise das ordens de *picking* permitiu identificar qual a percentagem de paletes expedidas que passam pelo processo de preparação. Mais uma vez foi feita a distinção entre os tipos de expedição, já que os locais onde as entidades carregam são distintos, tal como os locais onde as paletes preparadas são armazenadas. Com base na Figura 23 podemos constatar que a paleta completa é a unidade de compra preferida dos clientes, embora a representatividade das paletes preparadas seja considerável, sobretudo nas encomendas com transporte.

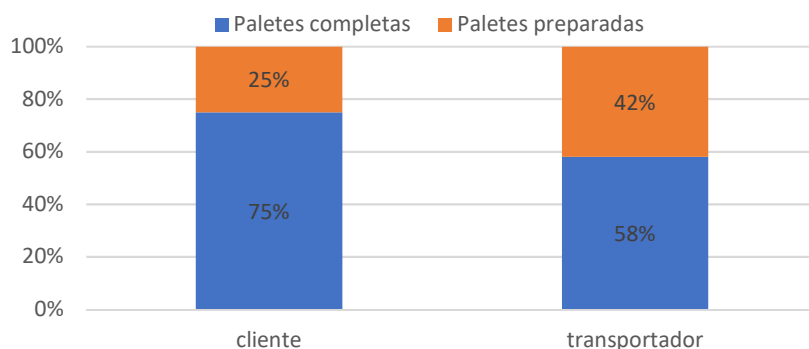


Figura 23 - Percentagem de paletes vendidas com e sem preparação

Com base na hora a que se dá início à carga, construiu-se o gráfico representado na Figura 24 que mostra a distribuição das cargas ao longo do dia. Aqui podemos notar que, a maioria das cargas são realizadas durante a tarde, havendo um pico entre as 14 e 16 horas. Em parte, este pico é devido aos transportadores que são sempre carregados ao início da tarde, embora não haja hora marcada para tal.



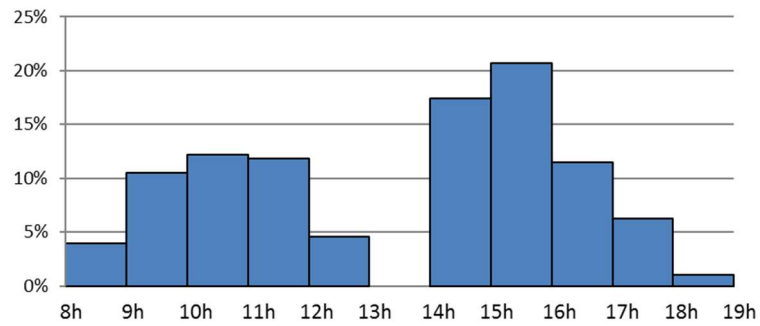


Figura 24 - Distribuição das cargas ao longo do dia

Em relação à preparação de material, começamos por analisar o tempo gasto por ordem de picking concretizada. Conforme podemos ver pela Figura 25, a duração tem vindo a aumentar. Todavia, este aumento é compreensível e justificável.

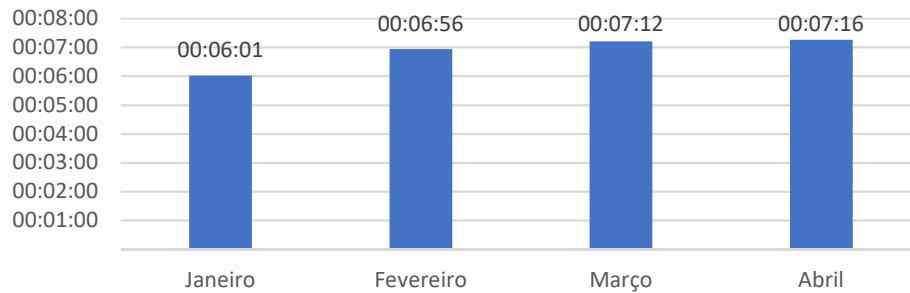


Figura 25 - Tempo de preparação por ordem de picking

Como cada ordem de *picking* é composta por várias referências (linhas) e o número de artigos presente em cada uma das linhas variam de forma incontável, o aumento do tempo de processo de *picking* pode ser um resultado menos credível, já que não estamos a considerar a dimensão da ordem que está a ser satisfeita. Assim, de forma a confirmar se o aumento do tempo de processo de *picking* está relacionado com o desempenho dos operadores ou o aumento do volume de material por encomendas, apresentam-se seguidamente nas Figuras 26 e 27 os tempos de preparação por linha e por volume respetivamente.

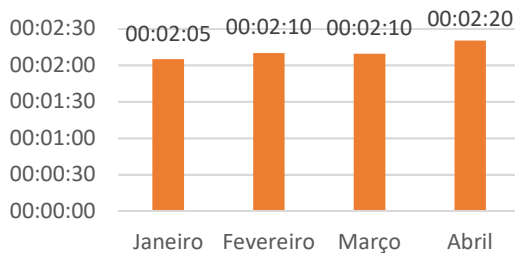


Figura 26 - Tempo de preparação por linha

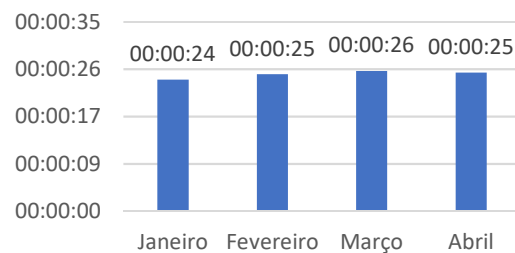


Figura 27 - Tempo de preparação por volume

Pela comparação destes dados, podemos verificar que o tempo de preparação por volume se tem mantido estável ao longo dos meses de estudo, o que nos indicia que o ritmo de trabalho dos operadores tem de igual forma se mantido igual. Como no último mês de estudo se verificou o aumento do tempo de preparação por linha, a variação no tempo geral por ordem de *picking* pode ser justificada pelo aumento do número de itens em cada linha. Ou seja, o operador demora mais tempo a preparar cada linha de *picking* porque tem mais artigos para recolher. Ao recolher mais artigos de uma única referência, o tempo de preparação por volume vai diminuir, já que o tempo despendido em deslocação e movimentação de materiais torna-se menos significativo.

O OTIF (*On-Time-In-Full*) é um indicador logístico que permite medir a performance da empresa relativamente à entrega de produtos a tempo e na quantidade certa. Apesar de ser um compromisso organizacional a melhoria constante do serviço de modo a atingir um total de zero entregas atrasadas ou diferentes do pedido, (anexo A), é anualmente definido pela direção da empresa um limite máximo de incidências a partir das quais se considera que o compromisso não está a ser cumprido. Esta monitorização é controlada através do indicador OTIF (*On Time, In Full*). Este indicador é usado sob a forma de percentagem, e é calculado segundo a formula:

$$OTIF = 1 - \frac{N^{\circ} \text{ entregas não conforme}}{N^{\circ} \text{ de linhas}}$$

Para o ano de 2017, a direção da empresa definiu que não deveriam existir mais de 3 incidências por cada 1000 linhas, ou seja, deve acertar na entrega ao cliente 99,7% das vezes. Para o calculo do indicador são consideradas entregas "NOK", todas as incidências relacionadas com atrasos na entrega, enganos na carga ou problemas de acondicionamento. Estas incidências vão sendo registadas e monitorizadas periodicamente, permitindo a construção do gráfico da Figura 28. Como se pode observar no mesmo gráfico, nos meses registados do corrente ano, o balanço tem-se demonstrado positivo.

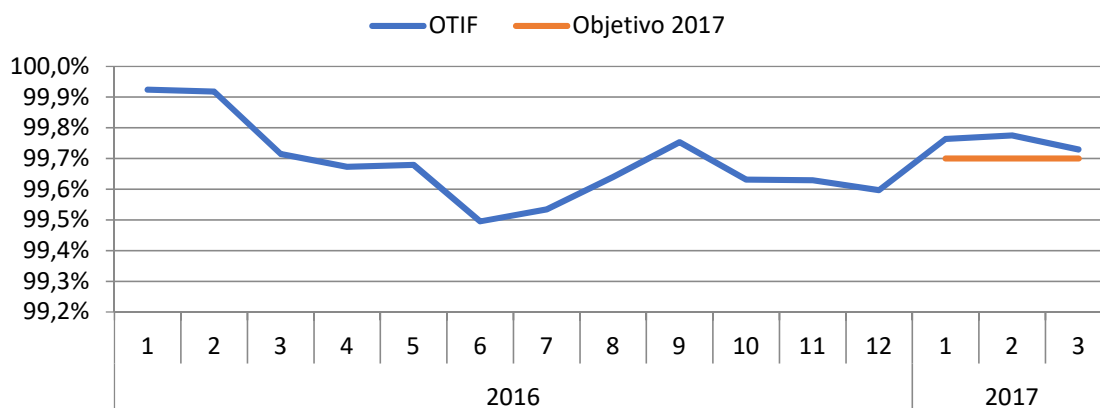


Figura 28 - Evolução do OTIF e objetivo 2017

### 3.3.3 *Value stream mapping* (VSM)

De modo a facilitar a compreensão de todas as atividades que ocorrem ao longo do fluxo de valor referente à expedição, recorreu-se à ferramenta *Value stream mapping* (VSM). Para tal, considerou-se que o processo percorrido por cada produto foi sensivelmente o mesmo. O resultado é apresentado na Figura 29.

A primeira fase na construção do VSM foi o desenho do estado atual da expedição. Para isso, identificaram-se os principais processos e qual o tipo de comunicação existe entre eles, recorrendo à notação própria do VSM.

Com base no MRP da empresa, constatou-se que no ano de 2016 foram emitidas em média 57 ordens de picking por dia, tendo-se exportado um total médio diário de 125 toneladas por dia no centro do carregado. Sabendo que o serviço a clientes funciona 10,5 horas por dia, podemos dizer que é gerada uma ordem de picking a cada 11 minutos.

O *stock* momentâneo foi também visto com base no MRP, tendo-se dividido pela venda média, a fim de apurar o número de dias de stock. Todos os restantes dados apresentados foram apurados a partir da amostra de ordens de *picking* analisadas, e por observação direta do processo.

A utilização desta ferramenta permitiu-nos apurar que o lead time é de 16,08 dias, enquanto o tempo de processo é de apenas 22 minutos.

De acordo com a bibliografia existente, o passo seguinte na aplicação desta ferramenta foi o desenho do estado futuro. Para tal, identificaram-se quais os tarefas críticas e que podem melhorar o fluxo do processo (Figura 30). Neste sentido sobressai-se a tarefa de carga que poderá ser melhorada em 3 minutos e a quantidade de dias de stock na fábrica que se considera excessivo e desnecessário.

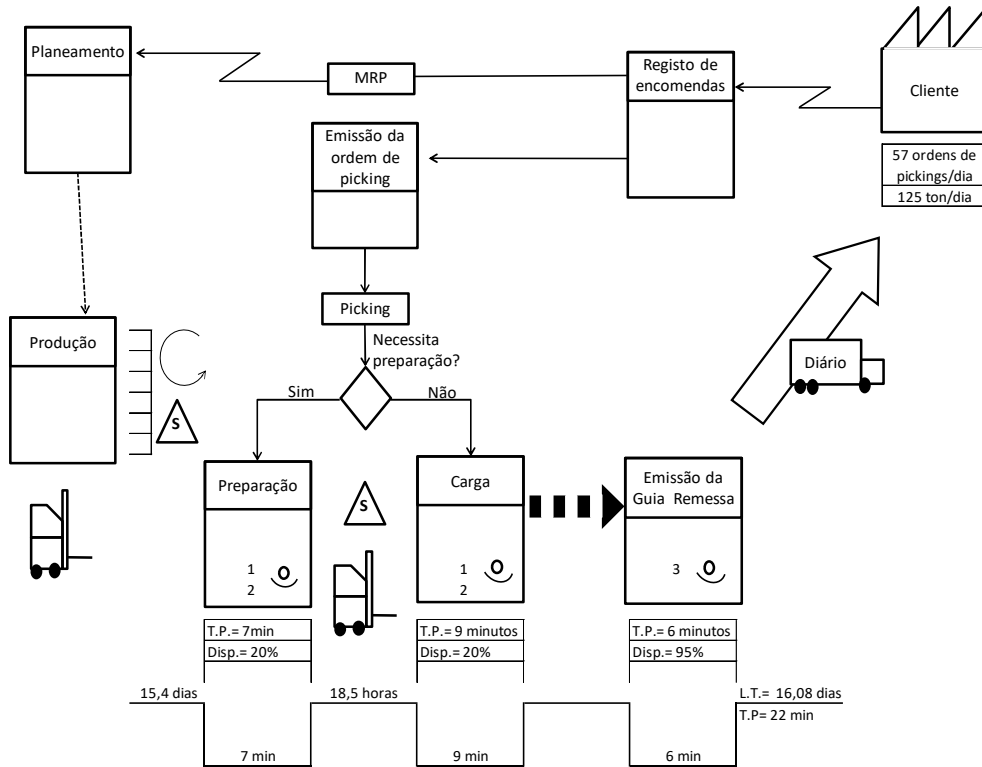


Figura 29 - VSM do estado atual da expedição

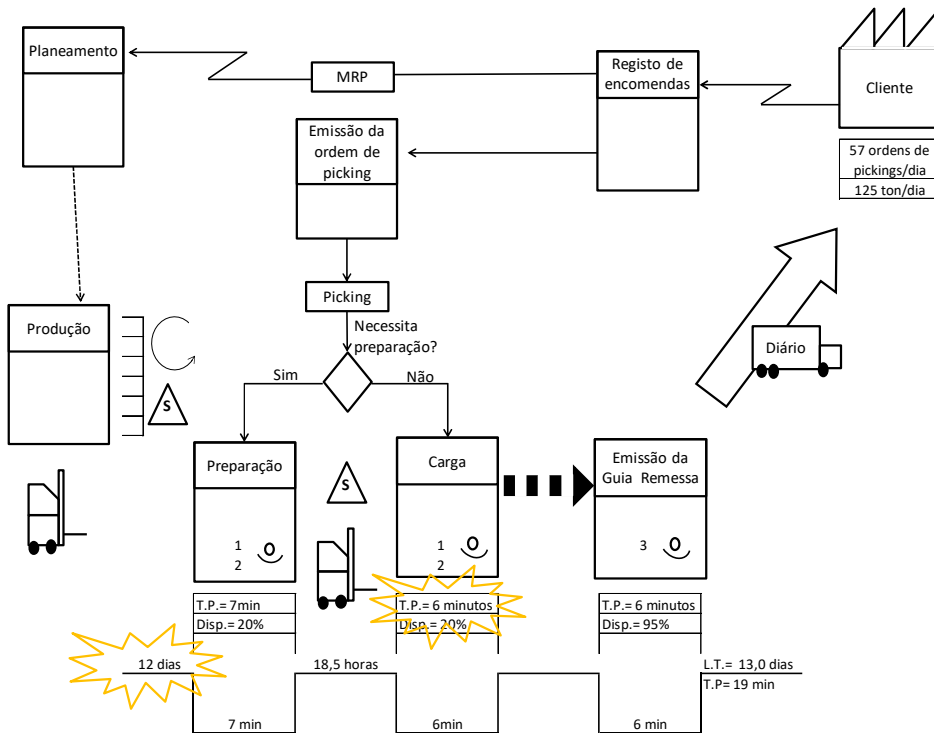


Figura 30 - VSD estado futuro

### 3.4 Listagem dos problemas identificados

Como resultado da análise ao estado da expedição, identificaram-se vários problemas nesta área. Na tabela 2 apresenta-se em síntese quais os problemas, quais os motivos e possíveis ações corretivas.

Tabela 2 – Síntese de problemas identificados

<b>Problema</b>	<b>Motivos</b>	<b>Ações possíveis</b>
Cruzamentos entre empilhadores e outros veículos	- Corredores de circulação de empilhadores e máquinas não definidos.	- Definir zonas de circulação distintas.
Parque desorganizado	- Fiadas não definidas. - Incumprimento dos lotes de produção. - Zonas de carga distintas. - Preparação prévia carga transportadores.	- Definir zonas de armazenamento. - Redefinição dos lotes de produção e implementar de sistema <i>kanban</i> . - Redefinir locais de carga. - Definir procedimento de carga para transportadores.
Tempo de espera clientes	- Submissão de encomendas no próprio dia; - Imprevisibilidade de hora de chegada para cargas e descargas;	- Incentivos ao cumprimento da regra de encomendar com antecedência. - Possibilitar marcação de horário para cargas.
Longo tempo de espera de transportadores	- Prioridade dada ao cliente. - Demora na emissão de etiquetas e documentos. - Chegada de vários carros ao mesmo tempo.	- Atendimento por ordem de chegada. - Melhorar sistema de impressão de etiquetas. - Definir responsável para emitir documentos e etiquetas. - Definir horários para carregar transportadores em períodos menos críticos (manhã).
Demora na carga	- Distância entre local de carga e armazenamento. - Dificuldade em encontrar material para carregar. - Necessidade de virar a palete. - Comunicação pouco eficiente entre operadores.	- Definir local de carga mais próximo do material. - Definir zonas de armazenamento fixas. - Definir posicionamento de palete na fiada.
Processo de preparação	- Espera por reposição de material. - Deficiente comunicação entre operadores. - Interrupção do processo de picking para atender clientes.	- Melhorar espaço de picking. - Implementar sistema de comunicação rádio. - Redefinir processo de solicitação de carga.
Enganos nas cargas	- Aparência física do material semelhante. - Zonas de armazenamento não definidas.	- Definir zonas de armazenamento. - Separar produtos parecidos.



## 4 Resultados do projeto

### 4.1 Definição de parâmetros para a produção

#### 4.1.1 *Stock* de segurança, ponto de reabastecimento e lote

A revisão de todos os produtos produzidos tanto na linha CA 25-30 como CA 5 foi a primeira intervenção realizada no âmbito deste projeto. Para que fosse possível ajustar ou definir um lote de produção, ponto de disparo e *stock* de segurança adequado às necessidades reais da empresa, procedeu-se à construção de um gráfico para cada produto, similar ao da Figura 31, onde se cruzaram as vendas com o volume gerado em cada produção e o *stock*, numa base diária e considerando-se o período de quatro meses. Os meses escolhidos para esta análise foram aqueles em que se verifica um maior volume de faturação (entre junho e setembro), para que se amenizem problemas de capacidade. Este método visual permite de uma forma rápida apurar se os volumes de *stock* reais se encontram adequados ou se é necessário realizar alterações.

A produção é planeada com base em algoritmos de previsão, sendo a programação realizada diariamente pelo responsável de produção conforme as necessidades reais da empresa. Nesta fase de programação define-se não só quais as referências a produzir e respetivo volume de produção, como a sequência em que estes serão produzidos. A definição desta sequência é relevante pela influência que representará no tempo de preparação da linha. Evidencia-se assim a necessidade de criar margem de trabalho para que o responsável possa realizar a programação da forma mais adequada. Para tal recorreu-se à sensibilidade do responsável de produção, registando-se para cada produto qual o número de dias ideal para integrar cada produto no plano de produção após a necessidade de produção ter disparado.

Combinando estas informações com a venda média diária e o auxílio visual do gráfico, foi possível estimar o valor de cada um dos parâmetros desejados. Este método permitiu definir de forma rápida os parâmetros ideais (*stock* de segurança, ponto de reabastecimento e lote de produção) para os principais 125 produtos produzidos nas 2 linhas de produção.

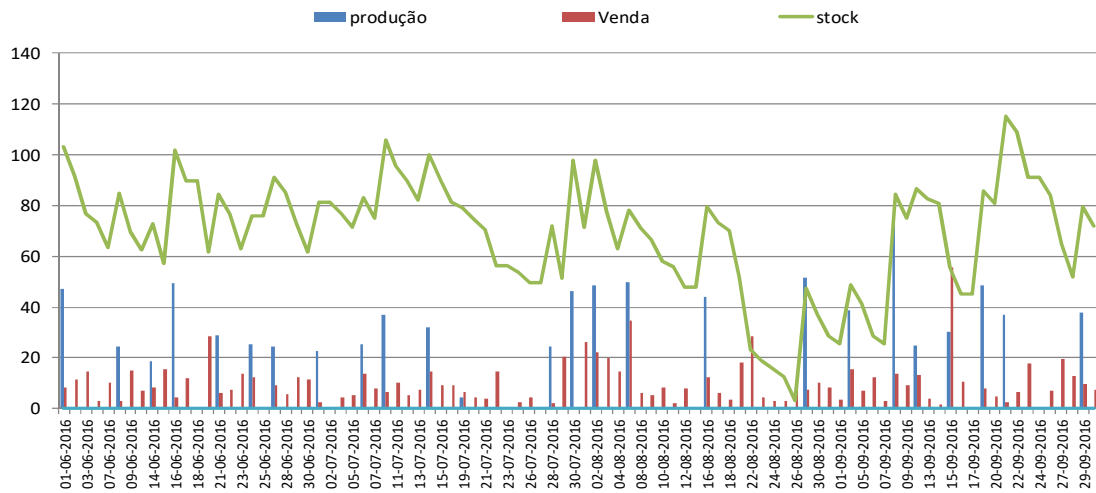


Figura 31 - Gráfico exemplo para definição parâmetros de produção

O *stock* de segurança tem como objetivo possibilitar à empresa a ininterruptão da expedição em situações inesperadas ou anormais, tais como: avarias, ruturas de matérias-primas, alterações súbitas na procura, entre outros. Como diariamente é organizado pelo menos um transporte entre centros para a realização do intercâmbio de produtos, é possível que em situações excecionais exista cooperação entre centros no sentido de responder a estas situações de crise. Assim, de forma genérica, convencionou-se em reunião que o *stock* de segurança neste centro deverá ser o suficiente para satisfazer a procura durante um dia.

$$\text{Stock de Segurança} = \text{Vend média diária}$$

Por outro lado, para definir o ponto de reabastecimento é necessário ter em consideração o período necessário para enquadrar um determinado produto no plano de produção. Este período tem em conta a complexidade de produção e o impacto que irá ser gerado na limpeza da linha. Normalmente, dependendo do produto, após a necessidade ter sido despoletada a produção, é realizada no prazo de 1 e os 3 dias úteis. Assim, o ponto de disparo deverá garantir material suficiente para responder às necessidades durante o período de produção.

$$\text{Ponto reabastecimento} = \text{venda média diaria} * n^{\circ} \text{ dias até produzir} + \text{stock segurança}$$

O lote de produção deverá ter em conta a capacidade do misturador utilizado em cada linha. Esta capacidade, é gerida em toneladas e varia consoante o produto a produzir, já que a densidade das matérias primas é também variável. Ou seja, para a definição do lote é importante ter em consideração que não é possível fracionar misturas, pelo que o tamanho do lote terá de ser um múltiplo do número de misturas a produzir. A dimensão do lote definida deverá por um lado ser suficientemente grande para manter os índices de produtividade elevados, sem se tornar demasiado desvantajoso em termos logísticos.



Após esta ação ter sido posta em prática, realizou-se uma análise de acompanhamento, no sentido de averiguar o cumprimento dos parâmetros definidos. Na Figura 32, representam-se as produções de um determinado produto antes e após a definição de um novo lote de produção. Podemos constatar que a dimensão do lote foi cumprida na maioria das produções executadas após este trabalho, para o produto em exemplo (produto X). Este acompanhamento foi realizado para todos os produtos onde foram realizadas intervenções, tendo o resultado sido similar ao apresentado como exemplo.

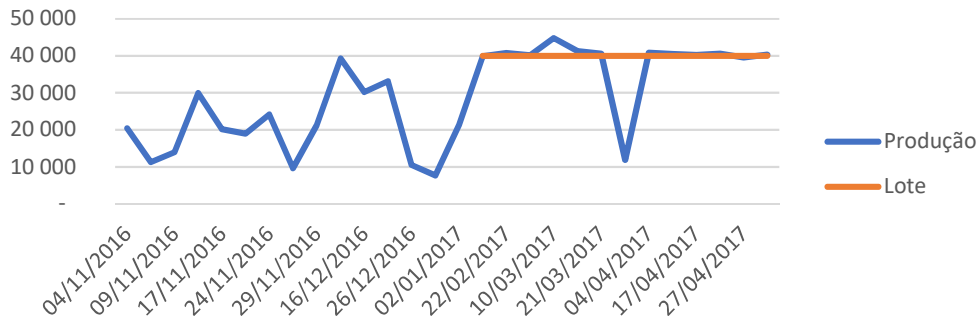


Figura 32 - Cumprimento do lote de produção produto X

Todo este processo de definição de variáveis permitiu estimar o *stock* máximo para cada produto. Esta estimativa é de extrema importância para a organização logística, já que permitirá apurar qual o espaço mínimo necessário que é necessário criar para cada referência. O parque é organizado em fiadas de uma única referência, sendo que idealmente um lote de produção é igual à capacidade da fiada. Ou seja, existirá sempre mais do que uma fiada por produto. Desta forma é possível cumprir de uma forma mais eficaz a regra FIFO, garantindo-se a existência de uma fiada disponível quando a necessidade de produção for despoletada.

Após a definição dos parâmetros de produção pelo método gráfico apresentado anteriormente, procedeu-se à parametrização do *Material Requirement Planning* (MRP) da empresa por forma a que as necessidades de produção fossem geradas nas quantidades e no momento certo. Porém, neste âmbito surgiu a dificuldade em garantir um correto ajuste da ferramenta, já que para todos os efeitos, é considerado pelo *software* que todo o material encomendado deixa de estar disponível desde o momento da submissão da encomenda, não tendo em consideração o stock real existente no armazém. Ou seja, as ordens de produção são geradas muito antes de existir a necessidade real de produção. Este facto cria instabilidade no parque de armazenagem, já que poderão ocorrer situações em que não existe espaço disponível para armazenar produtos cuja ordem já havia sido despoletada. Assim, surgiu a necessidade de criar uma ferramenta que permitisse auxiliar a gestão da produção de uma maneira mais assertiva, tendo-se optado por desenvolver um sistema *Kanban*.

#### 4.1.2 *Kanban*

O sistema *kanban* implementado consiste numa tabela construída a partir do software Excel, que possibilita analisar as quantidades de produto existentes em *stock* num dado momento. O ficheiro está dividido em 2 tabelas distintas, uma para cada linha de produção (CA 25-30 e CA 5). Nas linhas da tabela discriminam-se todos os produtos enquanto nas colunas se expõe todas as informações necessárias acerca dos produtos, como o tamanho do lote, ponto de disparo, cobertura (número de dias que se espera que o *stock* atual demorará a ser consumido), etc. Diariamente, aquando da programação da produção, o responsável pela execução dessa tarefa deverá atualizar a folha do *stock*, recorrendo para isso ao MRP da empresa. Ao realizar esta tarefa, serão automaticamente atualizados os valores da tabela principal, revelando um código de cores: A vermelho os produtos que é necessário produzir; a amarelo aqueles que estão próximo do ponto de disparo; a verde os que estão assegurados. Na tabela 3 está representada, para efeitos de exemplo, parte do ficheiro respeitante à linha CA 25-30.

Importa ressaltar que a informação gerada por este ficheiro não dispensa a análise do MRP. Caso existam encomendas registadas de grande volume (o que acontece com relativa frequência), a produção de determinado produto poderá necessitar de ser antecipada. Assim, para um estudo completo, deverá ser realizado o cruzamento das informações provenientes tanto do ficheiro Excel como do MRP, permitindo o primeiro facilitar a gestão em situações regulares, e o segundo para detetar e antecipar situações anómalas ou especiais.

Reorganização Logística na Saint-Gobain Weber Portugal, S.A.

Tabela 3 - E-Kanban produção

[Linha 25-30](#)

Código	Produto	Paleta (kg)	Paletes			Tempo de reposição	Lote produção			Stock			Cobertura (dias)
			Lote produção	Ponto de disparo	Total		KG	Paletes	Semáforo				
40020001	A	1050	27	50	77	1	10 misturas	28.000	kg	136.850	130		12
40010001	B	1050	27	50	77	1	10 misturas	28.000	kg	145.125	138		11
45000138	C	1050	48	24	72	1	20 misturas	50.000	kg	34.025	32		4
45000136	D	1050	48	24	72	1	20 misturas	50.000	kg	39.175	37		4
45000137	E	1050	38	19	57	1	16 misturas	40.000	kg	19.775	19		3
45000134	F	1050	24	11	35	1	10 misturas	25.000	kg	22.750	22		7
45000133	G	1050	24	11	35	1	10 misturas	25.000	kg	17.825	17		6
44720001	H	960	31	16	47	3	12 misturas	30.000	kg	35.760	37		24
45000135	I	1050	26	13	39	1	11 misturas	27.500	kg	20.100	19		8
43110130	J	1050	48	21	69	5	20 misturas	50.000	kg	5.650	5		2
45000178	L	1050	26	13	39	3	11 misturas	27.500	kg	3.640	3		2
43300127	M	1000	30	12	42	3	12 misturas	30.000	kg	100	0		0
45000170	N	840	36	18	54	2	15 misturas	30.000	kg	29.720	35		33
45000168	O	1050	48	10	58	2	20 misturas	50.000	kg	21.900	21		9
45000171	P	840	36	15	51	2	15 misturas	30.000	kg	17.820	21		13
42090000	Q	1080	28	10	38	2	12 misturas	30.000	kg	15.720	15		13
45000169	R	1050	36	7,5	43	2	15 misturas	37.500	kg	42.075	40		25
45000172	S	630	36	9	45	2	15 misturas	22.500	kg	7.365	12		22
45000149	T	1050	24	7	31	2	10 misturas	25.000	kg	14.150	13		15
45000173	U	630	36	7,5	43	2	15 misturas	22.500	kg	15.600	25		30
41610020	V	840	18	3	21	2	6 misturas	15.000	kg	6.040	7		18
44910001	X	1050	8	1	9	2	4 misturas	8.000	kg	4.050	4		28
45000147	Z	1050	14	3	17	2	6 misturas	15.000	kg	8.400	8		89

## 4.2 O novo layout

O desenho de um novo *layout* logístico foi realizado tendo em conta toda a área disponível na empresa onde o armazenamento é possível, considerando-se todas restrições a nível de infraestruturas e segurança. Desta forma é necessário que:

- Os locais de carga tenham 3 metros de largura e 15 de comprimentos, além de uma área livre de 5 metros para cada um dos lados para possibilitar as manobras de carregamento;
- As vias de circulação de automóveis (ligeiros ou pesados) tenham pelo menos 4 metros de largura por sentido de transito e espaço suficiente para realizar manobras em segurança, sem que hajam riscos significativos de colisão;
- As vias de circulação de empilhadores respeitem a largura mínima exigida de 4 metros de largura, garantindo 2 sentidos de transito e o cruzamento seguro entre máquinas;
- Todas as bocas de incêndio tenham o acesso direto desobstruído, com corredores nunca inferiores a 1,5 metros de largura.

Na Figura 33, apresenta-se a planta da fabrica com as principais alterações propostas. Seguidamente, cada uma dessas proposta será analisada em maior detalhe.



Figura 33 - Alterações propostas

#### 4.2.1 Triagem de clientes e definição dos locais de carga

A implementação de uma metodologia que permita a triagem de clientes surge como uma forma de melhorar a organização do parque de cargas, intervindo logo desde o início do processo: a chegada do cliente. Recordando a situação inicial, os veículos entram e posicionam-se aleatoriamente numa das 3 filas disponíveis. O motorista dirige-se então ao serviço a clientes onde é encaminhado ao armazém de picking para solicitar a carga, deixando o seu veículo imobilizado até que seja solicitado para carregar. Este cenário provoca não raras vezes engarrafamentos, devido à obstrução da passagem por veículos não prioritários (entendam-se clientes sem encomenda, descargas e transportadores). No cenário proposto, os veículos são segmentados à entrada para filas de espera específicas, consoante o tipo de carga e prioridade, cessando os congestionamentos.

Para o desenho do novo layout de entrada, consideraram-se 4 filas de esperas distintas, com capacidade conjunta para 7 carros. Destas 4 filas de espera distinguem-se 2 para transportadores, 1 para clientes com encomenda e 1 para clientes sem encomenda. Pretende-se com esta última clarificar que clientes sem encomenda não terão qualquer vantagem face aos clientes com encomenda submetida previamente, já que irão aguardar um maior período de tempo. Neste âmbito importa salientar que todas as modificações a encomendas ou complementações de carga que impliquem a preparações ou alteração de material já preparado serão consideradas não prioritárias. Perspetiva-se que com este novo método se verifique a redução significativa do número de clientes sem encomenda. Na Figura 34 apresenta-se um esboço deste novo *layout*.

Em relação aos locais onde a carga é realizada, a necessidade obriga a que se mantenham 2 zonas distintas pelo facto de existir apenas uma rampa para carga de contentores, instalada na zona posterior da fábrica. Por este motivo, definiram-se 3 locais de carga: 2 para clientes e transportadores na parte frontal e 1 na retaguarda, destinado apenas à carga de:

- **Contentores.** Por ser o único local da fábrica com uma rampa que possibilite a carga deste tipo de veículos, é inevitável que estes tenham de se deslocar a esta zona.
- **Transporte entre centros.** O transporte entre centros é realizado diariamente e requer que seja realizada a descarga e carga do mesmo veículo. O material descarregado é na sua maioria produto em balde que é acondicionado nos armazéns próximos deste local de carga. Já o material a carregar são predominantemente caixas fabricadas na linha CA 5 kg, algumas mercadorias e outros produtos que não se fabriquem no centro de Aveiro. É também frequente o envio de paletes preparadas. Por este motivo, esta atividade também será realizada no local de carga posterior, onde se definiram 2 pequenas zonas na proximidade do local de carga para que seja possível prepara ao longo do dia o material a carregar, reduzindo tanto os enganos como o tempo de carga.

- **Cientes que adquiram maioritariamente produtos armazenado no armazém B.** Pela dificuldade em transportar alguns destes produtos, é necessário encaminhar estes clientes para esta zona pela proximidade ao local onde o material está armazenado.

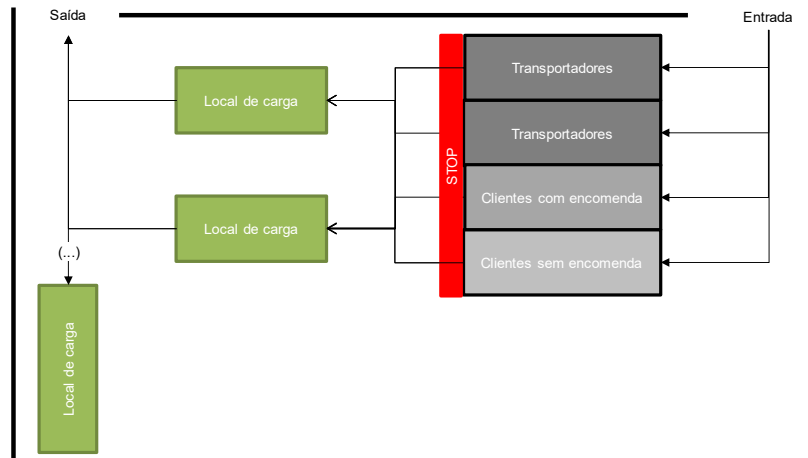


Figura 34 - Esboço do processo de triagem de clientes

O novo procedimento de triagem de clientes incluirá também a implementação de um sistema informático por forma a melhorar a comunicação entre as três entidades: cliente, serviço a clientes e expedição. Este sistema permitirá ainda o registo de algumas informações para a monitorização das operações, como o tempo de espera, a duração da carga e quais as encomendas carregadas. Assim, deixa de existir a necessidade de os operadores colocarem manualmente estas informações em papel para serem posteriormente introduzidas no sistema e analisadas. O método baseia-se no funcionamento de num dispositivo eletrónico de pequenas dimensões que será entregue ao cliente aquando da sua chegada. Assim que o cliente se dirija ao serviço a clientes, é dada entrada no sistema a sua chegada, registando-se a hora e quais as encomendas a carregar. Assim que este pedido for submetido, a informação é exibida num ecrã colocado na expedição, evitando assim que o cliente tenha de se deslocar ao armazém de picking para solicitar pessoalmente a carga. Assim que houver disponibilidade para admitir a entrada do veículo, um dos operadores emitirá a ordem através de um comando colocado junto ao ecrã da expedição registando no sistema a hora desta ação. Neste momento o dispositivo entregue ao cliente emitirá um sinal sonoro e luminoso indicando a respetiva autorização de entrada. Findo o processo de carga, o cliente regressará ao serviço a cliente onde serão emitidas as respetivas guias de remessa, mediante a devolução do dispositivo. Esta ação será consumada via outsourcing, sendo que o custo aproximado de todo o equipamento e software se situará na ordem dos 4.000€.

Para informar os clientes sobre este novo procedimento, serão distribuídos folhetos com a descrição do novo método de trabalho antes da sua entrada em vigor. Esta intervenção será também aproveitada para reforçar as regras de segurança da empresa. Paralelamente será colocada

sinalização vertical junto à entrada da fábrica com a distribuição das filas de espera, bem serão realizadas as pinturas no pavimento, indicando ao cliente de forma inequívoca a fila que deve escolher. Caso o cliente se posicione erradamente, caberá ao serviço a clientes ordenar a transição para a fila correta. Nesta situação poderá ser necessário que o cliente percorra o parque para sair e voltar a entrar na fabrica. Contudo, como a maioria dos clientes são regulares, perspectiva-se que a taxa de enganos no posicionamento se revele bastante reduzida num curto prazo.

#### 4.2.2 Número de localizações necessárias

Uma vez definidos os parâmetros de gestão da produção, foi possível estimar o *stock* máximo para cada produto considerando-se que:

$$\text{Stock máximo} = \text{Lote de produção} + \text{stock de segurança}.$$

Porém, para uma boa realização do FIFO, o *stock* terá de ser dividido em pelo menos 2 fiadas distintas, correspondendo idealmente cada fiada ao tamanho lote de produção. Ou seja:

$$\text{Espaço mínimo necessário} = 2 \times \text{lote de produção}.$$

Desta forma, garante-se a existência de espaço para a produção reabastecer o *stock* sempre que a necessidade disparar, havendo sempre uma fiada em consumo, e outra livre (a aguardar reposição) ou completa (já repostas). Na tabela 4 apresenta-se o número de localizações e as principais características de cada tipo de produtos a armazenar.

Tabela 4 – Características e armazenamento

	<b>Espaço mínimo necessário</b>	<b>Altura máxima empilhamento</b>	<b>Armazenamento</b>
<b>Produção CA25-30</b>	1 535 paletes	De 3 a 5 paletes	Exterior
<b>Produção CA 5</b>	1 855 paletes	1 paleta	Exterior/Interior
<b>Mercadorias (Aveiro)</b>	200 paletes	De 3 a 5 paletes	Exterior/Interior
<b>Mercadorias (Leca)</b>	157 paletes	De 1 a 2 paletes	Exterior

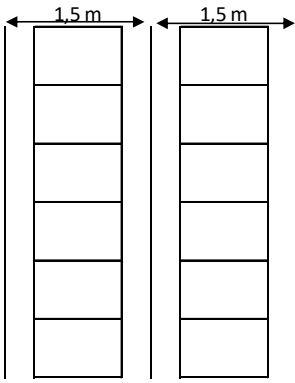
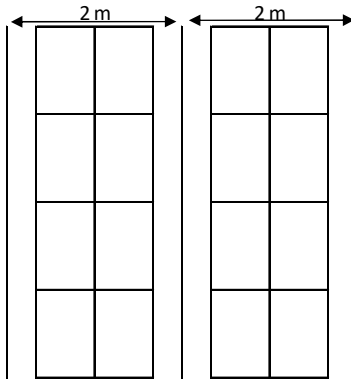




O posicionamento das paletes na fiada tem um impacto considerável não só na organização do parque, como também no processo de carga. Se por um lado o modo como o fim de linha de produção liberta as paletes facilita as manobras pelo comprimento (120cm), por outro o carregamento é realizado pelo lado de menor dimensão (80cm). Tal facto implica que no momento da carga sejam realizados movimentos adicionais para carregar o material da forma mais adequada, retardando o processo em cerca de 15 segundos por paleta completa carregada. A solução para este problema passa pelo armazenamento das paletes segundo a largura, sendo esta tarefa de viragem realizada durante o processo produtivo através da alteração do fim de linha de produção. Isto requer a instalação de uma mesa de rodagem além da alteração da torre do empilhador, que

passará a possibilitar a carga de 2 paletes lado a lado. O custo estimado para este investimento são 6.000€.

#### 4.2.3 Método de construção de fiadas

Na tabela 5, são exibidos e comparados dois métodos de armazenagem distintos. A hipótese 1 remete-nos para a estrutura praticada inicialmente nesta empresa, embora não exista nenhuma definição clara destas áreas. A hipótese 2, assenta na possibilidade de alteração do fim da linha produtiva, e empilhador.

Tabela 5 - Análise do posicionamento da palete na fiada

Hipótese	1	2
Desenho da fiada vista de cima		
Empilhador ideal para a produção		
Exemplo da fiada		
Nº máximo de paletes na zona de armazenamento CA 25-30 (22x32 m)	$\left(\frac{22}{0,8} \times \frac{32}{1,5}\right) \times 3$ = 1760 paletes	$\left(2 \times \frac{22}{1,2} \times \frac{32}{2}\right) \times 3,5$ = 2053 <i>plateles</i>



A largura do empilhador utilizado pela empresa é de 1,3 metros. Porém, por razões de segurança e para que seja possível realizar as manobras de movimentação do material, deverá existir uma margem de pelo menos 20cm para cada lado quando o empilhador recolhe uma paleta da fiada. Desta forma, a largura mínima de cada fiada deverá ser de 1,5 metros, considerando que ao lado de uma fiada existe sempre outra, ou espaço livre.

A análise das duas possibilidades permite concluir ambas as hipóteses permitem alcançar o número de espaços mínimos necessários para armazenar a totalidade dos produtos. Todavia, a segunda hipótese permite aumentar o número de paletes armazenadas em 7,7%, devido à maximização do espaço em altura, proporcionado pela maior estabilidade que é conferida quando duas paletes são encostadas.

Apesar da implementação da segunda hipótese ser ideal com os recursos acima proferidos (empilhador de garfo duplo e mesa de rodagem), é possível implementá-la e praticá-la com os recursos existentes e sem qualquer investimento embora com algumas restrições. Para isto, a produção passará a assumir a responsabilidade de virar as paletes aos pares no exterior junto à fiada. Ou seja, junto à saída da linha são empilhadas 2 paletes e transportadas para o exterior, tal como é realizado na hipótese 1. Próximo ao local onde a fiada está a ser construída, o operador de produção terá de pousar as 2 paletes no chão e contorná-las de modo a levantar o material da forma correto (lado 80cm) e construir a fiada de forma progressiva. Esta tarefa representará o acréscimo de cerca de 15 segundos por cada 2 paletes armazenadas. Não obstante, os ganhos para a expedição relativamente à carga de paletes completas é duas vezes superior, já que a expedição não dispõe da possibilidade de virar 2 paletes em simultâneo. Apesar de apresentar resultados interessantes, esta solução não é perfeita já que sem os recursos adequados, não é possível a junção lateral perfeita das 2 paletes, o que condicionará um dos principais ganhos com este método: o armazenamento em altura.

#### 4.2.4 Aquisição de estantes para armazenamento de material preparado

A principal dificuldade sentida no processo de picking é a falta de espaço para armazenamento, que inviabiliza a existência de *stocks* das referências com maior rotatividade nesta atividade. Este motivo requer interrupções constantes tanto no *picking* como nas cargas, já que será necessário suspender a carga de um cliente para providenciar material ao *picking*. A organização do material pós-preparação tem também um impacto considerável na organização do parque já que este é disperso por zonas muito distintas. Pelas características deste tipo de acondicionamento, o empilhamento é impossível, tal como o acondicionamento em fiadas, já que é impossível prever a ordem de saída do material.

A solução ideal para este problema passa pela aquisição de estantes exteriores e pela sua instalação o mais próximo possível da saída do armazém de *picking*. Esta zona de estantes terá capacidade suficiente para acomodar a totalidade das paletes preparadas e ainda algum *stock* das referências de maior rotatividade para abastecer o *picking*. Apesar de o retrátil utilizado nestas

operações não ser apto a circular em asfalto, motivo pelo qual não poderá circular no exterior, a zona mais próxima da saída do armazém é ainda alcançável. Desta feita, todo o material preparado terá de ser colocado por uma outra máquina na estante.

A Figura 35 representa o *layout* de estantes proposto. A instalação deste conjunto de estantes seria efetuada nas zonas laterais ao portão de acesso ao armazém de *picking*, por ser uma zona privilegiada tanto pela proximidade aos locais de carga, como para o alcance por parte dos operadores de *picking*. Composto por 2 conjuntos de 3 estantes de 15,10 e 4 metros, com possibilidade para acomodar 3 paletes em altura, cada um destes conjuntos laterais é capaz de acomodar 72 paletes, totalizando-se 144 paletes.

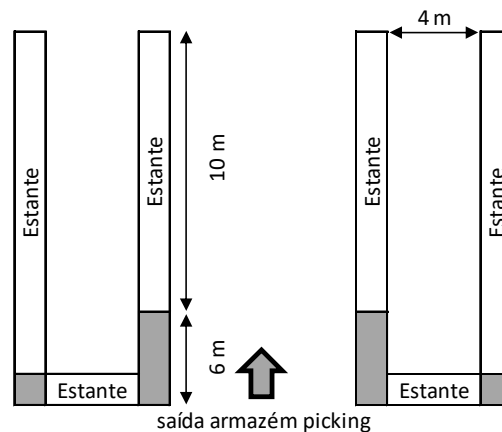


Figura 35 - Desenho de estantes para picking

O número de espaços necessários para estas estantes foi estimado recorrendo a dados obtidos a partir do MRP e da análise das ordens de *picking*. Como o método de obtenção dos dados foi realizado por amostragem, não se contemplando dias de trabalho completos, o número médio de paletes expedidas por dia foi aproximado através da seguinte fórmula.

$$N^{\circ} \text{ paletes preparadas expedidas por dia} = N^{\circ} \text{ médio de paletes por encomenda} \times \% \text{ paletes preparadas} \times n^{\circ} \text{ de ordens por dia}$$

Desta forma:

$$N^{\circ} \text{ paletes preparadas expedidas por dia} = 4,869 \times 0,24 \times 57 \approx 67$$

Tendo calculado o número de paletes expedidas por dia, podemos agora estimar o número de espaços necessários em estante. Como é regra na empresa que o material seja encomendado com antecedência mínima de 24h, o material é preparado contando que será expedido no dia seguinte, o que gera um stock que em média será de 67 paletes. Porém, estes espaços não serão suficientes para uma gestão eficaz pois a maioria das preparações são feitas de manhã, enquanto a predominância das cargas é realizada durante a tarde. Mais ainda, o cálculo foi efetuado com base

nas vendas de um ano completo, o que tornaria a estante obsoleta durante os meses de pico, período em que será mais necessária. Assim considerou-se que o número de espaços ideal deverá ser o dobro da média de paletes expedidas por dia.

$$N^{\circ} \text{ de espaços necessários para paletes preparadas} = 67 \times 2 = 134$$

Para confirmar este valor, procedeu-se a contagem do número de paletes preparadas em stock em momentos aleatórios e dias distintos. Com esta ação concluiu-se que este valor corresponde às necessidades reais de espaço da empresa. Os restantes espaços criados (10), servirão para acondicionar *stock* para abastecer o picking.

#### 4.2.5 Proposta para armazenamento em ilha de produtos CA 25-30

O primeiro passo na definição de uma proposta para o armazenamento dos produtos fabricados na linha CA 25-30 foi a identificação das referências mais vendáveis. Para isso, recorreu-se a uma análise ABC. Esta ferramenta foi implementada mediante análise das vendas dos 35 produtos finais produzidos nesta linha, no período de um ano. Segundo os resultados, conseguimos apurar que são apenas 8 os produtos que totalizam 80% do total das vendas (Figura 36).

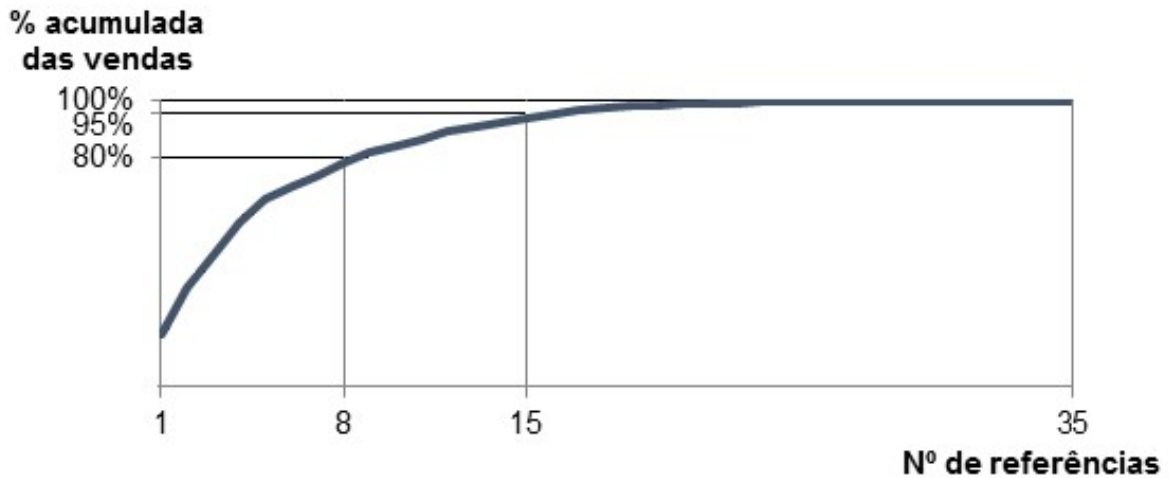


Figura 36 - Análise ABC linha CA 25-30

O local definido para o armazenamento dos produtos fabricados na linha CA 25-30 está estrategicamente posicionado junto ao portão de saída da produção. Por ser o único ponto intermédio entre a saída da produção e o local de carga, com área suficiente para conter a totalidade destes produtos, a zona é incontestavelmente definida como ideal. Contudo, o método utilizado na construção das fiadas não é o mais eficaz, pelo que se considerou redesenhar esta área, tendo em conta os seguintes pontos:

- Cada fiada deverá ter tamanho suficiente para conter um lote de produção;
- Todos os produtos deverão conter mais que uma fiada, para permitir a fácil realização do FIFO. Excetuam-se aqueles cujo volume de *stock* seja consideravelmente baixo;
- Produtos com grande rotatividade deverão estar situados mais próximo do local de carga;
- Produtos com formato, cor ou nome similar, que possam ser confundidos, deverão estar separados por um outro produto com características físicas distintas;
- O produto deverá ser sobreposto à altura máxima possível, maximizando o espaço;

A Figura 37 apresenta o layout proposto, que irá permitir a maximização do espaço e redução das distâncias percorridas. O primeiro passo na idealização deste layout foi a criação de um corredor na zona frontal à saída da produção, para permitir um acesso rápido a todos os produtos. Este corredor serve também de separação da zona de armazenamento no que se designam ilhas. Estas ilhas são compostas por fiadas com 2 metros de largura e comprimento variável, consoante o tamanho do lote de produção definido, e stock máximo. Este formato permite o armazenamento das paletes sob o lado de menor dimensão, o que como visto anteriormente permite maximização do espaço em altura e a redução do tempo de carga. A ilha foi dividida ao meio sob o comprimento, admitindo que os produtos mais vendáveis estejam sempre no local de mais fácil alcance tanto pela produção como expedição. O outro lado é composto com os produtos de menor rotação.

No desenho desta proposta de *layout*, teve-se em consideração todos os requisitos de segurança, tais como, a largura dos corredores de circulação, espaço entre fiadas e bocas de incêndio.

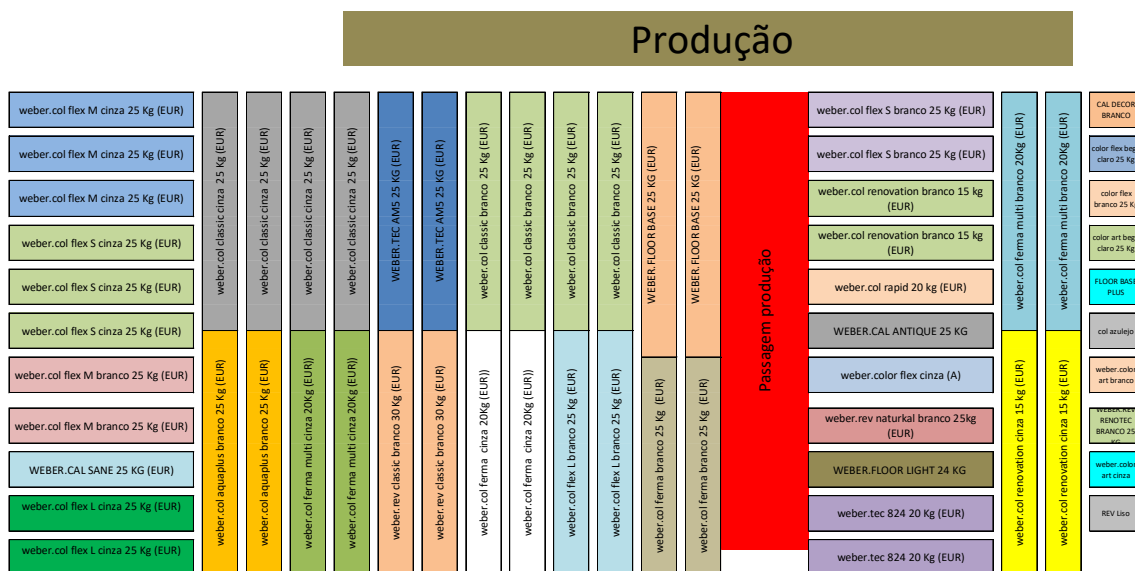


Figura 37 - Layout produtos CA 25-30

### 4.3 Simulação

A realização de um estudo de simulação surge como uma forma de comprovar as potencialidades das ações acima propostas. A elevada complexidade que é gerada quando se combinam vários processos num mesmo modelo de simulação, torna esta ferramenta excessivamente dispendiosa, exigindo um longo período de tempo para análise e recolha de dados. Por este facto foi necessário restringir o estudo apenas às atividades cujo impacto do novo *layout* se perspetiva mais significativo, pelo que se mapearam todos os processos com impacto tanto nas deslocações dos empilhadores, como para o tempo de carga.

Os processos considerados no desenvolvimento destes modelos foram os seguintes:

- Preparação de carga: as paletes preparadas no armazém de picking são arrumadas no exterior por um segundo operador. Esta tarefa sofre transformação e por isso é altamente relevante.
- Carga de clientes: esta tarefa é relevante para averiguar se foram induzidas melhorias no nível de serviço, avaliado pelo tempo de carga dos clientes.
- Carga de transportadores: por grande parte deste processo ter sido reconstruído, é importante medir as poupanças produzidas ao nível da distância percorrida.
- Reabastecimentos para *picking*: a aquisição de estantes irá permitir a criação de *stock* extra para esta atividade, reduzindo as interrupções e paragens tanto no processo de preparação como de carga. Apesar de as distâncias percorridas se manterem inalteradas nos 2 modelos, as interrupções nas cargas deixarão de existir, influenciando o tempo de carga.
- Reposição de *stock* por parte da produção: a reorganização do parque irá influenciar as deslocações do operador de produção aquando a atividade de reposição.

Todas as restantes atividades efetuadas pela expedição, como receção de mercadorias, preparação do transporte entre centros e colagem de etiquetas, foram desconsideradas na elaboração deste estudo.

Ao limitar a simulação a apenas algumas atividades, evidenciou-se a necessidade de construir dois cenários distintos, para que se possam comparar os efeitos produzidos pelas propostas numa base comum. Assim, conceberam-se os modelos designados por atual e proposto. No primeiro foram modeladas as atividades acima apresentadas tal como são executadas antes de qualquer intervenção, enquanto no segundo consideraram-se todas as melhorias introduzidas e propostas ao longo deste relatório.

Através da comparação entre os cenários atual e o proposto, todas as variáveis não consideradas nos modelos perdem relevância por se manterem inalteradas em ambos os modelos, como as paragens dos operadores, as quebras geradas, as descargas de mercadorias, entre outros. A construção do cenário atual foi realizada de acordo com as medições obtidas no terreno. Já o cenário proposto partiu de uma réplica do primeiro, tendo-se produzido todas as alterações

representativas das ações propostas. Desta forma mantiveram-se inalteradas todas as restantes variáveis comuns, como os fluxos de chegada de clientes e transportadores, velocidade do empilhador, etc.

#### 4.3.1 O cenário atual

Para modelar o cenário atual, começou-se por analisar a planta da fábrica e fracionar os locais de armazenamento em várias áreas de menor dimensão. As rotas que os empilhadores seguem foram medidas no terreno, considerando-se o ponto central de cada zona e a trajetória percorrida. Seguidamente identificaram-se os produtos que se armazenam em cada uma das zonas. Neste âmbito, apesar de existir um mapa do parque de carga, este não está a ser respeitado tanto pela falta de atualização, como pela inexistência de marcações no pavimento. Assim, a atribuição dos produtos a cada uma das zonas foi feita por observação do parque num dado momento. Seguidamente, com o intuito de apurar a probabilidade do operador se deslocar a cada uma destas zonas, analisaram-se as vendas do ano de 2016. Com base na quantidade total material vendido, foi possível calcular qual o impacto que cada referência desempenha no total. Posteriormente, sabendo qual a zona em que cada produto é armazenado e qual a probabilidade de compra, permitiu calcular a probabilidade de deslocação a cada uma das zonas. Por fim, a partir da análise das ordens de *picking* foi possível averiguar o fluxo de chegada de clientes e transportadores, bem como o número médio de paletes vendidas por dia.

Na Figura 38 representa-se a animação do modelo atual.



Figura 38 - Animação do modelo de simulação atual

### 4.3.2 O cenário proposto

O cenário proposto foi modelado tendo por base o cenário atual. Ou seja, após a conclusão do modelo atual, replicou-se o documento e procederam-se às alterações no modelo que conduzem às propostas que foram anteriormente sugeridas com impacto positivo ou negativo nas movimentações dos empilhadores nomeadamente:

- Reposicionamento dos locais de carga.
- Redefinição da área de armazenamento dos produtos provenientes da linha CA 25-30 e cálculo das novas distâncias.
- Termo da atividade de preparação de paletes completas para carga.
- Alteração do local de armazenamento de paletes preparadas.
- Término da tarefa de virar paletes para carga.

A Figura 39 representa a animação do modelo proposto.

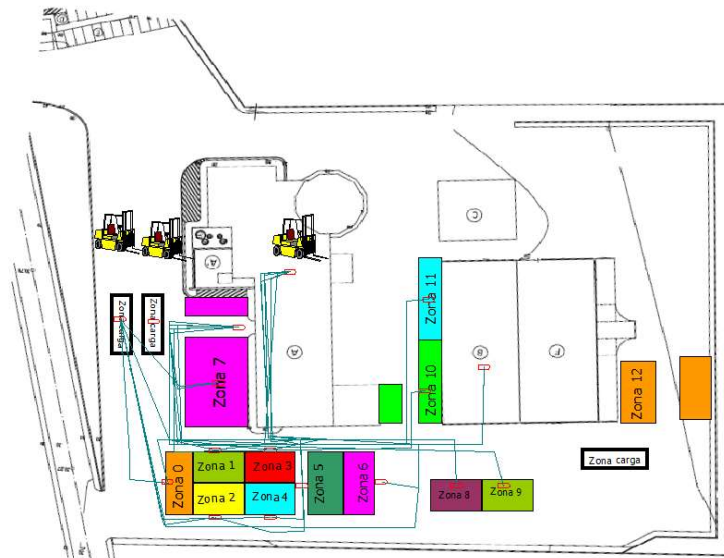


Figura 39 - Animação do modelo de simulação proposto

## Resultados da simulação

Os modelos uma vez concluídos foram reproduzidos um igual número de vezes (100 dias úteis), tendo-se contabilizado todas as deslocações, a ocupação dos empilhadores e o tempo de carga por palete. Na Figura 40, são comparados os resultados de ambos os modelos, relativamente à distância percorrida por palete transportada e empilhador utilizado (produção, cliente e transportadores). Já a Figura 41 é em tudo similar à anterior, porém nesta demonstra-se a ocupação das mesmas máquinas.

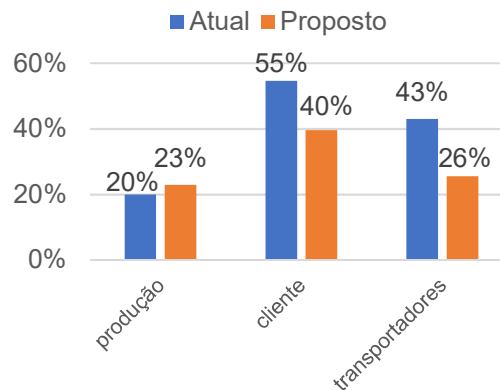
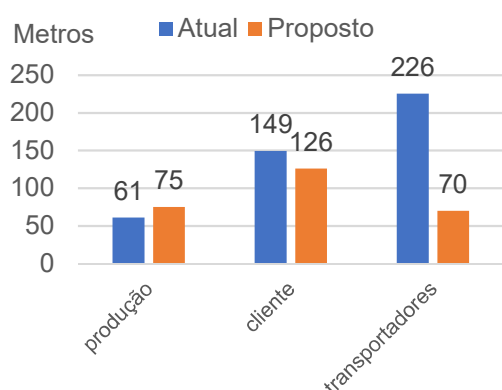


Figura 40 - Distância percorrida por paleta transportada      Figura 41 - Ocupação dos empilhadores

Numa análise mais atenta das duas figuras anteriores, podemos observar que o empilhador da produção irá percorrer uma distância superior. Isto deve-se ao facto de existirem fiadas transversais ao local de carga, exigindo que a máquina tenha de contornar ilha para efetuar a tarefa. Todavia, os ganhos para as duas restantes máquinas compensam este prejuízo. Mais se acrescenta que sendo o objetivo principal a melhoria do serviço a clientes, e uma vez que esta tarefa é realizada na ausência do cliente não tendo influência no tempo de carga, este prejuízo para a produção é justificável.

A partir dos resultados apresentados na Figura 41, temos a taxa de ocupação diária dos três empilhadores existentes. Sabemos também que cada máquina está disponível para operar 10 horas por dia, pelo que a poupança em termos de tempo de trabalho para as tarefas alocadas ao empilhador dedicado a clientes e transportadores é de 1:30 horas e 1:42 horas respetivamente. Já para a máquina dedicada à produção, o prejuízo calculado representa 18 minutos por dia. Somando estes 3 dados, apuramos que existe um ganho diário de 2 horas e 54 minutos.

De forma a apurar os ganhos em termos de deslocações, construiu-se a tabela 6, onde se demonstram, em média, quantas paletes foram movimentadas por cada uma das máquinas e quantos quilómetros (km) cada uma das máquinas percorreu.

Tabela 6 - Resultados da simulação: distância e movimentações por dia

	Modelo atual		Modelo proposto	
	Paletes transportadas	Distância percorrida (km)	Paletes transportadas	Distância percorrida (km)
Produção	72	8,788	76	11,403
Cliente	137	20,493	130	16,367
Transportadores	75	16,974	69	4,821
<b>Total</b>	<b>284</b>	<b>46,255</b>	<b>275</b>	<b>32,591</b>



Dos resultados acima apresentados procedemos ao seguinte cálculo que nos permitiu apurar os quilómetros por dia poupados.

$$\text{Movimentações poupadas por dia} = \frac{46.255}{284} - \frac{32.591}{275} \times \frac{284 + 275}{2} = 12.392 \text{ km}$$

Por último, sendo um dos objetivos principais do projeto a melhoria do nível de serviço prestado, avaliamos o tempo de carga por palete. De notar que quanto mais rápido for possível realizar esta tarefa, menos tempo o cliente irá passar nas instalações da Saint-Gobain Weber. Os resultados são apresentados na tabela 7.

Tabela 7 - Tempo de carga por palete antes e após melhorias (minutos)

	<b>Média</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Antes	01:56	01:24	03:47
Depois	01:24	00:56	03:20

Como é possível observar na tabela 7, foi possível reduzir o tempo médio de carga por palete em 32 segundos, o que é um ganho muito significativo no nível de serviço. Apesar de não constar na simulação o tempo de carga por cliente, é possível deduzi-lo uma vez que em média cada cliente encomenda 4,3 paletes. Podemos assim dizer que em média cada cliente irá demorar menos 2 minutos e 18 segundos. Já no caso de cargas completas (+/- 30 paletes) o tempo ganho rondará os 9 minutos.



## 5 Considerações finais

A satisfação do cliente é a premissa mais proclamada no seio de qualquer organização já que são os clientes os geradores da receita, qualquer que seja a área de atividade da organização. Responder adequadamente a este princípio exige uma constante análise e avaliação das necessidades reais dos clientes, sendo necessário muitas vezes o espírito crítico dos analistas para identificar problemas e definir ações de melhoria intervindo no método, máquinas e capital humano. Ao longo deste projeto, procurou-se melhorar a satisfação do cliente através prestação de um serviço mais adequado, seguro, rápido e eficaz, sem prejuízo das condições de trabalho da empresa, que se desejam também de excelência.

Através de uma análise ao histórico de produção e a uma análise aos procedimentos habituais acompanhada por um estudo de tempos, foi possível determinar a origem dos principais desperdícios do processo. Posteriormente, estabeleceu-se um conjunto de ações e novas práticas para reduzir o impacto destas tarefas no serviço prestado ao cliente. Porém, o desenvolvimento de outros projetos em paralelo no mesmo centro industrial suportados por uma equipa internacional da Saint-Gobain Weber, exigiu o esforço de grande parte dos gestores deste centro, sujeitando à protelação deste projeto pela falta de disponibilidade. Este facto sujeitou a execução deste projeto a um período do ano menos favorável, pelo aumento do volume de vendas na primavera e verão. Além deste entrave, a resistência à mudança que se fez sentir pelo receio de tornar o novo sistema de trabalho incapaz de cumprir as entregas de material aos clientes numa fase preliminar, exigiu que as ações fossem levadas a cabo lentamente e de forma progressiva. Importa ainda notar que o projeto foi desenvolvido no centro industrial da Saint-Gobain Weber Portugal do Carregado, enquanto os principais elementos da equipa integrante do projeto executam a sua atividade em Aveiro (entendam-se o líder do projeto, o responsável pelo planeamento, o estagiário autor deste relatório e o responsável de segurança). Considera-se que este terá sido o maior obstáculo de todo o projeto, tendo afetado de forma muito significativa todo o processo, desde a recolha de dados até ao acompanhamento das ações implementadas, já que apenas foi possível fazê-lo quando a equipa se deslocou a este centro. Em última instância, todas estas condicionantes conduziram ao incumprimento do prazo previsto para implementação da totalidade do sistema projetado.

De modo a contornar a impossibilidade de medir os ganhos efetivos das alterações propostas, recorreu-se a uma simulação dos cenários designados como atual e proposto, através do *software Arena*. Desta forma, foi possível apurar que com estas novas propostas se poderão poupar 12 392 quilómetros diários percorridos pelos empilhadores e reduzir em 2 horas e 53 minutos trabalhadas diariamente. Também se conseguiu provar que o serviço a clientes será 0melhorado, podendo-se alcançar uma redução do tempo de carga por palete em 32 segundos.

Em suma, considera-se o resultado deste projeto um sucesso, na medida em que se cumpriram os objetivos propostos. Apesar de todas as dificuldades sentidas ao longo do percurso de realização do estágio, foi possível chegar a uma proposta válida e que responde a todas as necessidades da

empresa. Apesar de não ter sido possível a implementação total das propostas no prazo inicialmente previsto, o processo continua em progresso, perspetivando-se que esteja funcional e em execução poucos meses após o termino do estágio.

Como perspetivas de trabalho futuro fica em primeira instância a medição real dos resultados alcançados com este projeto, seguido da reestruturação do armazém de *picking* que se revela prioritária. A área destinada a esta atividade é pequena, impedindo que opere mais do que uma máquina em simultâneo. Com o aumento crescente das vendas de material à unidade, seria interessante realizar um estudo neste âmbito, onde se equacionasse tanto a ampliação do atual armazém de *picking*, como a transferência desta atividade para um dos armazéns existentes. Posto isto, e independentemente do resultado, importa aplicar a metodologia 5S em todos os armazéns para reduzir o desperdício e melhorar as condições de trabalho nestas áreas. Após a conclusão destas intervenções, estariam reunidas todas as condições para equacionar a implementação de um sistema informático para gestão de armazém (WMS), projeto já ambicionado pela organização.

## Referências bibliográficas

- Altiock, T., & Melamed, B. (2007). *Simulation modeling and analysis with Arena*. Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Banks, J. (1998). *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice*. Co-published by Engineering & Management Press; John Willey & Sons, INC.
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2014). *WAREHOUSE & DISTRIBUTION SCIENCE*. Atlanta: The Supply Chain and Logistics Institute School of Industrial and Systems Engineering Georgia Institute of Technology.
- Carvalho, J. C. de. (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (1ª Edição). Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Carvalho, J. M. C. de. (1996). *Logística* (1ª edição). Edições Sílabo, Lda.
- Chu, C.-W., Liang, G.-S., & Liao, C.-T. (2008). Controlling inventory by combining ABC analysis and fuzzy classification. *Elsevier Ltd*.
- Copacino, W. C. (1997). *Supply Chain Management: The Basics and Beyond*. Florida: CRC Press.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2006). *Gestão da Produção* (5ª Edição). Lidel-edições técnicas.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Sadowski, D. A. (2000). *Simulation with Arena* (Second edi). Mc Graw Hill education.
- Lambert, D., & Stock, J. (1999). *Strategic Logistics Management* (Third Edit). McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITONS.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.
- Locher, D. A. (2008). *Value stream mapping for lean development - A how-to guide for streamlining time to market* (1st editio). CRC Press.
- Pinto, J. P. (2010). *Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços* (3ª edição). Lidel - edições técnicas, lda.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras* (6ª Edição). Lidel - edições técnicas, lda.
- Reis, L. dos. (2005). *Manual da gestão de stocks - Teoria e prática* (1ª edição). Editorial Presença.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see - value stream mapping to add value and eliminate muda* (version 1.). The lean enterprise institute.
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean - Metodologias kaizen para a melhoria contínua* (1ª edição). LeanOp, Unipessoal Lda.
- Womack, J. (2006). MURA, MURI, MUDA. Retrieved March 20, 2017, from <https://www.lean.org/womack/DisplayObject.cfm?o=743>
- Womack, J., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking - Banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press.



# **Anexo A:**

## **Compromisso serviço a clientes**

# SERVIÇOS AO CLIENTE

## COMPROMISSO

Comprometemo-nos, a cada dia, para atingir os nossos objectivos.

0

**ZERO** entregas diferentes do pedido

0

**ZERO** entregas com atraso e mínimo de espera na carga

0

**ZERO** chamadas não atendidas e mínimo de espera para atendimento

O nosso compromisso:

- Melhorar continuamente os nossos serviços
- Comunicar a evolução aos nossos clientes



# **Anexo B:**

**Diagrama esparquete carga clientes  
e transportadores**

