

Redução do *Lead Time* de Entrega: Um Caso de Estudo na Indústria Farmacêutica

Vasco Águeda Azevedo Carvalho de Sousa

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Professora Doutora Maria Teresa Galvão Dias

Orientador na empresa: Doutor Engenheiro Miguel Teixeira



Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2018-07-02

*“There is nothing noble in being superior to your fellow man;
True nobility is being superior to your former self.”*
- Ernest Hemingway

Resumo

A indústria farmacêutica é uma indústria altamente regulada, em que a implementação de uma filosofia de melhoria contínua e a alteração de processos é um desafio. As normas de gestão dos procedimentos implicam elevados tempos de *setup* entre lotes, que fomentam fortemente o agrupamento de encomendas de clientes, promovendo um perfil de procura intermitente. Nesta dissertação, apresenta-se a quebra deste paradigma, através de um caso de estudo numa empresa do setor. O principal foco da dissertação é a redução de *lead time* de resposta ao cliente, para poder dar resposta à crescente pressão dos vários intervenientes da indústria, que exigem tempos de resposta cada vez mais curtos, sem sacrificar qualidade ou custo. Este objetivo requer uma melhoria nos processos e na gestão da produção, atingido através da implementação de ferramentas da metodologia *Kaizen*, que será o tema da dissertação.

É esperada uma redução de *lead time* de 26%, através da implementação de um planeamento em *pull* e uma estratégia híbrida de gestão de *stocks*. Foi implementado um supermercado de produto semiacabado para os produtos de maior rotação, cujo consumo para o processo de embalamento será despoletado com base em encomendas efetivas de cliente. Uma análise de quantidade e frequência de consumo permitiu identificar quais os produtos a manter no supermercado, definindo para esses uma estratégia *Make-to-Stock*, enquanto os restantes mantiveram a estratégia *Make-to-Order*.

Através desta melhoria no tempo de entrega ao cliente, procura-se assim dar resposta às necessidades do mercado, dessa forma atenuando os picos e nivelando a procura.

Para poder acompanhar esta alteração no perfil de procura, foi necessário melhorar a eficiência dos processos de maneira a garantir flexibilidade na troca de referências de produto, através da aplicação da metodologia *Single Minute Exchange of Dies*. Esta metodologia permitiu reduzir o tempo de *setup* em 41%, reduzindo a necessidade da produção por lotes.

Em qualquer projeto *Kaizen* de implementação de melhorias disruptivas, é necessário o envolvimento de toda a organização. As soluções aqui apresentadas foram trabalhadas com uma equipa multidisciplinar da empresa, composta pelos principais intervenientes do processo, cujos *inputs* foram vitais para o sucesso do projeto.

Palavras chave: *Kaizen*, planeamento *pull*, *SMED*, *setup*, indústria farmacêutica, *Make-to-Order*, *Make-to-Stock*

Order Fulfilment Lead Time Reduction: A Case Study in the Pharmaceutical Industry

Abstract

The pharmaceutical industry is a highly regulated one, where the implementation of a continuous improvement philosophy and redefining processes is a challenge. The standard operating procedures impose a fixed batch size, and because of the long setup times due to process inefficiencies, this promotes an operation that resorts to batch production and leads to an intermittent demand pattern. In this paper, a paradigm shift is presented, through the case study of a company within the sector. The main focus of this paper is the reduction of the customer order fulfilment lead time, in order to respond to the pressures faced by the company from other member along the supply chain that demand shorter response times without sacrificing cost or quality. To achieve this goal, an improvement of the company's operational management and processes is required, through the implementation of *Kaizen* methodology tools, which will be the theme of this paper.

A 26% lead time reduction is expected, through the implementation of pull planning and a hybrid stock management strategy. A work in progress supermarket was defined, which comprises the products with highest frequency and quantity of consumption. These products will follow a Make-to-Stock philosophy whilst the remainder will maintain a Make-to-Order strategy.

By means of this enhancement in the speed of fulfilment of customer orders, the company seeks to respond to the pressures of the market, which will have a positive effect of levelling and stabilizing demand.

To be able to respond to this shifting demand pattern, an improvement of the company's processes is required, namely in the setup time associated with a change of production SKU. This improvement is achieved through the application of the Single Minute Exchange of Dyes methodology that allowed for a 41% reduction in setup time, reducing the need for batch production.

For a *Kaizen* project of implementation of disruptive changes to be successful, the involvement of everyone in the organization must be assured. The solutions presented in this paper were defined alongside a multidisciplinary team of the organization's collaborators, comprised by the main people involved in this process, whose inputs were vital to ensure the success of the project.

Key words: *Kaizen*, pull planning, SMED, setup, pharmaceutical industry, Make-to-Order, Make-to-Stock

Agradecimentos

À Professora Doutora Maria Teresa Galvão Dias, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e ao Doutor Engenheiro Miguel Teixeira, do *Kaizen Institute*, pelo apoio e orientação prestados. Foram fundamentais, através dos ensinamentos transmitidos, para a conclusão da presente dissertação.

À minha faculdade, ao corpo docente com o qual tive contacto e aos meus colegas, que moldaram o meu percurso académico e me permitiram absorver grande parte do conhecimento refletido nesta dissertação.

À minha família e aos meus amigos, em especial aos do CLIP, por todos os momentos de amizade e descontração e pela constante presença ao longo de toda a minha vida. Que esta seja uma constante que não se altere.

Aos meus colegas de casa de Buenos Aires: Gonçalo, José, Luís e Rodrigo, pela paciência, pelas viagens e por todas as experiências passadas ao longo daqueles 6 meses, talvez os mais felizes que já tive.

A toda a equipa do *Kaizen Institute* presente também no projeto *Kaizen* na empresa em questão, nomeadamente ao Engenheiro Francisco Chaves, à Engenheira Joana Ferreira e ao Engenheiro Luís Devesa, pelo apoio prestado ao longo de todo o projeto e na tomada de decisões.

Por fim, aos meus pais, pelos valores transmitidos desde a infância, por me apoiarem nas decisões tomadas ao longo da minha vida e por todos os conselhos, que me definem como pessoa. A vocês devo-vos tudo aquilo que sou hoje.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação	1
1.2	A Empresa	2
1.3	O Instituto Kaizen.....	2
1.4	Objetivos do projeto	3
1.5	Metodologia seguida no projeto	3
1.6	Estrutura da dissertação	3
2	Enquadramento Teórico.....	Erro! Marcador não definido.
2.1	A Indústria Farmacêutica	4
2.2	Planeamento Push vs Pull	6
2.2.1	Customer Order Decoupling Point	7
2.2.2	Estratégias de Planeamento da Produção.....	8
2.2.3	Stock de Segurança.....	8
2.3	Constrangimentos de um Sistema	9
2.4	Filosofia Kaizen	9
2.4.1	Total Flow Management	11
2.4.2	Elementos do Total Flow Management.....	12
3	Caso de Estudo: Análise da Situação Atual	18
3.1	Mapeamento do Processo	18
3.2	Planeamento da Produção.....	20
3.3	Caracterização da Procura.....	22
3.4	Características do Processo de Fabrico.....	24
3.5	Características do Processo de Embalagem	26
4	Caso de Estudo: Implementação de Soluções	31
4.1	Planeamento em Pull	31
4.2	Análise ABC/XYZ	32
4.3	Estratégia MTS/MTO.....	33
4.4	Dedicação de Máquinas.....	34
4.5	Dimensionamento dos Supermercados	36
4.6	SMED na Embalagem.....	39
4.7	Conjugação dos Resultados	42
5	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	43
	Referências	46
	ANEXO A.....	47
	ANEXO B.....	48
	ANEXO C	51

Siglas

API	<i>Active Pharmaceutical Ingredient</i>
CODP	<i>Customer Order Decoupling Point</i>
EPEI	<i>Every Part Every Interval</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
LT	<i>Lead Time</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
MTO	<i>Make-to-Order</i>
MTS	<i>Make-to-Stock</i>
NR	Nível de Reposição
NVA	Não Valor Acrescentado
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i>
OTIF	<i>On Time in Full</i>
PSA	Produto Semiacabado
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Dyes</i>
SS	<i>Safety Stock</i>
TFM	<i>Total Flow Management</i>
VA	Valor Acrescentado
VSD	<i>Value Stream Design</i>

Índice de Figuras

Figura 1 - Despesa em Saúde per Capita (euros) (Apifarma, 2016).....	4
Figura 2 - Evolução em valor do mercado farmacêutico total em Portugal (Apifarma, 2016) ..	5
Figura 3 - Evolução do PVP médio no mercado ambulatorio português (Apifarma, 2016)	5
Figura 4 - Evolução do número de medicamentos genéricos 2010 - 2014 (Apifarma, 2016)....	6
Figura 5 - Estratégias de produção face à posição do CODP (Olhager, 2012)	8
Figura 6 - Visão <i>Kaizen</i> da redução do desperdício (Kaizen Institute Manual TFM 2017)	10
Figura 7 - Etapas da metodologia SMED (Kaizen Institute Manual TFM 2017). (E: trabalho externo; I: trabalho interno).....	13
Figura 8 - Fluxo do produto com supermercados intermédios (Kaizen Institute Manual TFM 2017).....	14
Figura 9 - Identificação da média móvel máxima (Kaizen Institute Manual TFM 2017).....	16
Figura 10 - Fluxo de informação de um processo de <i>push</i> (Kaizen Institute Manual TFM 2017).....	16
Figura 11 - Fluxo de informação de um processo de <i>pull</i> (Kaizen Institute Manual TFM 2017)	17
Figura 12 - Fluxo de Informação na da empresa na situação atual	19
Figura 13 - Fluxo de produção na situação atual da empresa.....	20
Figura 14 - Fluxo de produção na visão futura da empresa.....	20
Figura 15 - Planeamento da produção na situação atual da empresa	21
Figura 16 - Planeamento da produção na visão futura da empresa	22
Figura 17 - Distribuição do embalamento do produto com maior frequência de consumo (dias)	23
Figura 18 - Distribuição do embalamento do produto com a segunda maior frequência de consumo (dias).....	23
Figura 19 - Fluxo do fabrico.....	25
Figura 20 - Imagem ilustrativa de um blister	28
Figura 21 - Máquina Mediseal CP400.....	29
Figura 22 - Análise ABC da quantidade (Kg) de consumo do PSA	33
Figura 23 - Evolução do valor de stock médio face à percentagem de rotura esperada.....	37
Figura 24 - Evolução do <i>stock</i> médio em dias face à percentagem de rotura esperada.....	37
Figura 25 - Simulação da evolução dos <i>stocks</i> para um produto <i>MTS</i>	38
Figura 26 - Exemplo de um cartão <i>Kanban</i>	41

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Análise ABC dos produtos	15
Tabela 2 - Valor do stock da empresa, em euros	22
Tabela 3 - Dias em que se registou consumo dos 10 produtos mais frequentes.....	24
Tabela 4 - Punções por máquina de compressão	26
Tabela 5 - Duração dos diferentes tipos de setup no fabrico	26
Tabela 6 - Número de formatos por família	28
Tabela 7 - Tempos de setup na embalagem e respetivo peso de cada cenário	30
Tabela 8 - Duração das tarefas do Cenário 2	30
Tabela 9 - Resultado da análise ABC/XYZ do PSA	33
Tabela 10 - Restrições de validade dos produtos em <i>stock</i>	34
Tabela 11 - Cálculo do EPEI nas Compressoras	35
Tabela 12 - Parâmetros da análise do nível de reposição	36
Tabela 13 - Resultados do cálculo do nível de reposição.....	38
Tabela 14 - Resultados do SMED na embalagem	41

1 Introdução

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

Este relatório foi elaborado no âmbito da dissertação final do 5º Ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O projeto surge de um serviço de consultoria prestado pelo Kaizen Institute, consultora de processos operacionais e melhoria contínua, à Empresa X, empresa farmacêutica portuguesa que será assim designada devido a questões de confidencialidade. Este projeto tem como grande objetivo o aumento da capacidade de produção, a otimização na gestão de stocks, a redução do lead time de resposta ao cliente e a melhoria do nível de serviço ao cliente (OTIF – On Time In Full). O projeto tratado neste relatório insere-se num âmbito mais abrangente do projeto global do Kaizen Institute na empresa. A necessidade do projeto surge devido a uma limitação de capacidade produtiva e a um modelo de gestão de inventários e planeamento da produção que não permitem dar resposta à crescente procura, tendência essa que se tem vindo a verificar, não apenas na empresa mas na indústria farmacêutica como um todo.

Para dar início ao projeto, realizou-se um *Value Stream Design* (VSD). Esta metodologia empregue pelo Kaizen Institute tem como objetivo definir quais as áreas dentro de empresa com maior potencial de melhoria. Esta metodologia consiste nos seguintes passos:

1. Mapeamento do processo atual. Este mapeamento é feito recorrendo à ferramenta de *Value Stream Mapping* em que o fluxo do processo é desenhado, listando todas as operações realizadas, registando também o tempo de execução de cada operação (esforço total em horas homem necessárias para a completar) e o *lead time* (tempo desde que a tarefa é atribuída até que seja concluída). Esta diferença entre o tempo de execução e o *lead time* ocorre geralmente devido a desperdícios durante a realização da operação ou devido à realização de operações em paralelo;
2. Recolha de dados e de indicadores da situação atual;
3. Análise de problemas e suas causas;
4. Levantamento de oportunidades de melhoria;
5. Desenho da visão futura e seleção das áreas de ataque;
6. Plano de Implementação. Neste último passo, as grandes áreas de ataque são partidas em subprojectos de menor dimensão.

As áreas de ataque definidas nesta fase, para a empresa em questão, foram o fluxo de materiais, o fluxo de informação e o controlo de qualidade. No fluxo de materiais destacam-se as áreas dos *setups*, gestão de stocks e a eficiência de produção. No fluxo de informação destacam-se as áreas da comunicação e do planeamento. Na área de controlo de qualidade destaca-se a área da produtividade dos analistas e do modelo de planeamento. Com as áreas de ataque definidas, são definidos então os eventos Kaizen de melhoria divididos por 4 ciclos de melhoria de 6 meses cada.

Aquando do diagnóstico, o lead time de transmissão de informação desde a receção da encomenda do cliente até à entrega era de 176 dias. O nível de serviço da entrega ao cliente – avaliado usando o indicador de OTIF (On Time In Full) em 2017 era de 37%, medido com

uma tolerância de 1 dia de atraso e de 10% da quantidade. Durante a fase de diagnóstico foi possível perceber que os principais problemas com que a organização se deparava eram a quantidade de alterações ao plano semanal de produção, o *lead time* de entrega ao cliente, a falta de informação e a dificuldade em planejar de acordo com a capacidade. Era de notar também uma elevada utilização do espaço na fábrica e uma grande quantidade de desperdício no fluxo e manuseamento de stock de WIP (*Work in Progress*).

Na conclusão da fase de diagnóstico tornou-se evidente que uma das principais áreas de ataque seria a revisão do modelo de planeamento atual de forma a garantir um nível de serviço adequado. Esta revisão ao modelo passou pela implementação de um modelo de planeamento em *pull* que englobava também supermercados de produto em várias fases, matéria-prima, produto semiacabado e produto acabado. No entanto, foi necessário definir em primeiro lugar quais os produtos a manter em supermercado e, em segundo lugar, o nível de reposição e a quantidade de stock de segurança necessário para cada produto. A seleção dos produtos a incluir em supermercado teve por base uma análise ABC dos consumos – quantidade e frequência – de produtos para um período de 12 meses de histórico de consumos.

1.2 A Empresa

A empresa estudada é uma empresa farmacêutica Portuguesa que se dedica ao fabrico, investigação, desenvolvimento e comercialização de medicamentos, maioritariamente genéricos.

No enquadramento da indústria, esta empresa insere-se na categoria de produção secundária. Dedicar-se à mistura de excipientes com os princípios ativos (API's) e ao embalamento do produto semiacabado e inclui todas as fases do processo acima mencionadas. Produz medicamentos genéricos através de contratos de produção com distribuidoras e outras farmacêuticas. O modelo de negócio assenta-se numa empresa de produção que providencia serviços de *outsourcing* de produção a outras empresas da indústria.

Atualmente exporta cerca de 85% da sua produção para mais de 40 países (dados referentes ao ano de 2017), sendo que o principal mercado é o de França. Esteve em análise recentemente um plano de expansão através da abertura de novas instalações, adjacentes às atuais, devido à necessidade de aumentar a capacidade produtiva por forma a conseguir responder à crescente procura. O que se verificou junto da administração foi que, caso se atingissem os resultados propostos no início do projeto *Kaizen*, se eliminaria a necessidade de expansão, pelo menos de imediato.

1.3 O Instituto Kaizen

O *Kaizen Institute* foi fundado em 1985 em Genebra, Suíça, por Masaaki Imai. Imai fundou a empresa tendo por base as filosofias e conhecimentos desenvolvidos ao longo de toda a sua vida. Conhecimentos estes que adquiriu servindo de elo de ligação entre a indústria Japonesa, mais especificamente a Toyota, e a indústria americana. *Kaizen* é a junção das palavras *Kai*, mudar, e *Zen*, para melhor, traduzindo-se assim de forma literal em “mudar para melhor”. Na verdade, *Kaizen* significa melhoria contínua, a busca da perfeição, do verdadeiro norte, através de constante introspeção e desenvolvimento de ações de melhoria, envolvendo toda a gente, de todas as áreas, todos os dias. A filosofia *Kaizen* está bastante ligada às filosofias *Lean* e *Six Sigma*.

Em Portugal, por sua vez, o *Kaizen Institute Portugal* foi fundado em 1999 pelo Engenheiros Euclides Coimbra e Alberto Bastos. Tem denotado um crescimento elevado, sendo que após expansão e absorção dos escritórios de Lisboa, Espanha, Reino Unido, França e Malta passou a denominar-se de *Kaizen Institute Western Europe*. A expansão foi visível quer em número de colaboradores e projetos quer a nível de mercados, tanto geograficamente através da obtenção de projetos em vários países e continentes, como a nível de setores, tais como os

serviços, saúde e advocacia, entre outros. Este vasto portfólio de setores e mercados demonstra como a filosofia e os métodos *Kaizen* não se cingem apenas à indústria tradicional e à manufatura, mas podem também abranger serviços, comprovando que os métodos não são inflexíveis, mas são sim uma *framework* para ser ajustada a cada caso, apoiada num conjunto de ferramentas validadas.

1.4 Objetivos do projeto

O intuito do projeto na empresa é a melhoria do serviço ao cliente, sob a forma de redução do *lead time* de resposta ao pedido de encomenda. Assim, o principal objetivo do projeto será delinear uma solução que permita obter uma redução do *lead time* mencionado. Para isso, irão ser utilizadas ferramentas da metodologia *Kaizen* e outros métodos de gestão de operações que irão permitir uma melhoria global no fluxo do processo.

1.5 Metodologia seguida no projeto

O projeto em questão segue a metodologia do *Kaizen Institute*, que se assenta nos seguintes pontos:

1. Fase de Preparação;
 - a. Mapeamento e diagnóstico da situação atual;
 - b. Identificação de oportunidades de melhoria;
 - c. Seleção de áreas de ataque e análise custo-benefício;
2. Fase de Implementação;
 - a. Desenho e implementação de soluções;
 - b. Fecho de ciclo e validação dos resultados obtidos.

No âmbito da dissertação, o foco foi na fase de implementação. Durante esta fase foram identificados 45 subprojectos distribuídos ao longo de um período de 2 anos e separados em ciclos de 6 meses (ver Anexo A). A presente dissertação diz respeito aos subprojectos implementados durante o primeiro ciclo de implementação, com especial atenção para dois dos dezassete subprojectos definidos para esse mesmo ciclo. Os subprojectos selecionados para análise nesta dissertação foram os de “Implementação de Pull Flow” e o “SMED na Embalagem”. Decorreram também em simultâneo o subprojecto de “Melhoria do Planeamento de Controlo da Qualidade” e os subprojectos de “Steering e Gestão do Projeto Kaizen”, “Kaizen Diário Nível 1”, “Kaizen Líderes Nível 1” e “SMED na Compressão”.

De forma a garantir um eficiente acompanhamento do projeto, e no âmbito do subprojecto de “Steering e Gestão de Projeto” foi alocada uma sala na empresa para este fim, denominada *Mission Control* e dividida em quatro áreas – *Plan, Do, Check* e *Act* – onde foram expostos os quadros A3 de resumo dos subprojectos, os indicadores de projeto, problemas e ações de melhoria levantadas e implementadas e a *timeline* do projeto. Esta sala tem como objetivo permitir à equipa responsável pelo projeto e à administração da empresa, em reuniões breves e de periodicidade constante, fazer o acompanhamento do estado do projeto *Kaizen* como um todo.

1.6 Estrutura da dissertação

A estrutura da dissertação seguirá em certa parte a estrutura definida pela metodologia *Kaizen*. No capítulo seguinte realiza-se um enquadramento do estado da arte e dos conceitos relevantes para o desenho e implementação das soluções. O capítulo 3 permite expor ao leitor a situação atual em que empresa se encontrava no início do projeto, naqueles que são os processos relevantes para o âmbito da dissertação. No capítulo 4 foi efetuada uma descrição das soluções delineadas e implementadas e uma breve análise dos resultados. No final, o capítulo 5 resume o projeto da dissertação e os resultados obtidos, incluindo também uma breve descrição das lições aprendidas e uma sugestão de perspetivas de trabalho futuro.

2 Enquadramento Teórico

2.1 A Indústria Farmacêutica

O setor da saúde é um setor de vasta dimensão. Em Portugal, a despesa neste setor foi de 10.960 milhões de euros em 2016, representando 8,9% do PIB (Apifarma 2016) sendo que 66,2% deste valor foi despesa pública. Após uma queda inicial nos anos de crise entre 2011 e 2013 (ver Figura 1), o setor tem registado um aumento constante desde 2013 até agora, situação que se verifica também na maioria dos outros países da Europa.

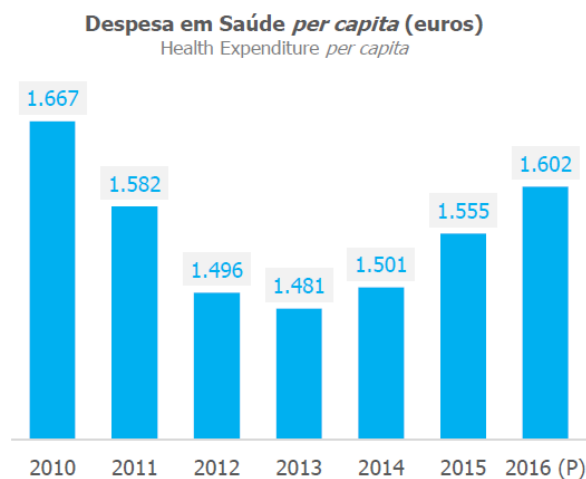


Figura 1 - Despesa em Saúde per Capita (euros) (Apifarma, 2016)

Como se pode verificar, o mercado da saúde é um mercado de grande valor que, depois de atravessar um período de quebra entre 2011 e 2013 está lentamente a recuperar. No entanto, o âmbito do projeto dedica-se não ao setor da saúde como um todo, mas especificamente à indústria farmacêutica.

A Organização Mundial de Saúde define o produto do processo da indústria farmacêutica como: qualquer substância ou mistura de substâncias produzida, vendida, disponibilizada para venda ou representada para uso no diagnóstico, tratamento, mitigação ou prevenção de doenças, estado físico anormal ou sintomas disso em um ser humano ou animal; e para o uso em restaurar, corrigir ou modificar funções orgânicas em um ser humano ou animal (Shah 2004). Shah divide a cadeia de valor farmacêutica em cinco intervenientes:

1. Produção Primária: Produção do princípio ativo (API) que vai ser utilizado no medicamento;
2. Produção Secundária: Combinação do API com os materiais excipientes;
3. Distribuidores;
4. Grossista;
5. Retalhistas ou Hospitais.

O caso de estudo aqui exposto irá focar-se na produção secundária, sendo que naturalmente o foco do restante trabalho será também nessa fase. Olhando para a produção secundária em maior detalhe, esta geralmente envolve também cinco fases, que são:

1. Granulação;
2. Compressão;
3. Revestimento;
4. Controlo de Qualidade;
5. Embalamento.

A passagem por todas as fases nem sempre é necessária, dado que na prática a fase de revestimento não está presente em todos os produtos e a compressão pode ser substituída por uma estação de encapsulamento. O Controlo de Qualidade é uma fase demorada, mas obrigatória para todos os lotes de produção e ao longo de várias fases do processo.

O mercado farmacêutico em Portugal vive a mesma tendência que o setor da saúde após os anos de crise, com um aumento constante (7 pontos percentuais) desde 2013, como se pode ver na Figura 2.

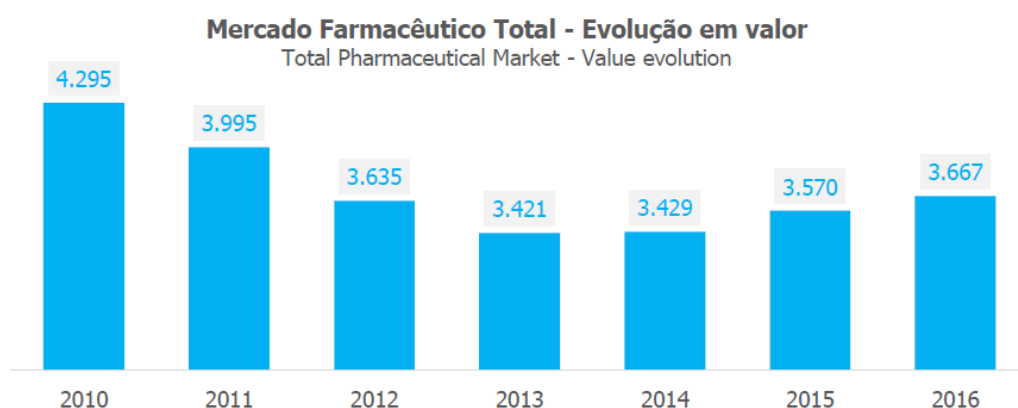


Figura 2 - Evolução em valor do mercado farmacêutico total em Portugal (Apifarma, 2016)

No entanto, esta evolução no valor de mercado total surge em parte devido a um aumento do PVP dos medicamentos, em específico no mercado ambulatorio (4 pontos percentuais), e também de um aumento no volume de produção (ver Figura 3).

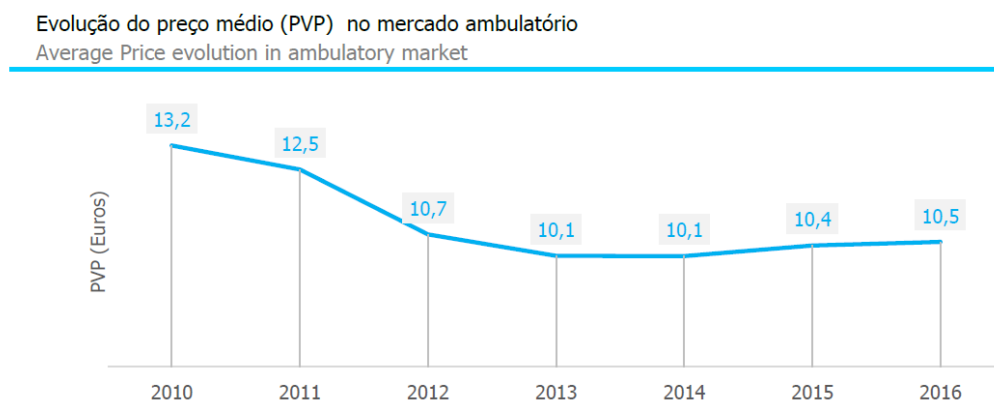


Figura 3 - Evolução do PVP médio no mercado ambulatorio português (Apifarma, 2016)

A quota de mercado dos medicamentos genéricos e a diferenciação de produto (número de apresentações) também tem vindo a aumentar (ver Figura 4). Este aumento no volume de

procura gera uma grande pressão nos fabricantes de farmacêuticos, que veem um grande aumento de procura em medicamentos que têm uma margem menor. A crise económica recente também leva a uma alteração nos padrões de consumos das farmácias, que estão gradualmente a realizar pedidos mais frequentes e de menor volume (Martins, et al. 2017).

	Unidades: Número / Units: Number					
	2010	2011	2012	2013	2014	Cresc. / Growth 2010-2014 (%)
Nº Medicamentos Genéricos Number of generic drugs	7.891	8.979	9.376	9.574	9.510	20,5%
Nº de Apresentações Number of Presentations	32.983	37.138	37.627	37.930	36.876	11,8%
% no total de medicamentos % in the total	53%	57%	58%	58%	58%	8,7%

Figura 4 - Evolução do número de medicamentos genéricos 2010 - 2014 (Apifarma, 2016)

Para além das tendências de mercado acima mencionadas, existem particularidades da indústria que devem ser tidas em consideração quando analisamos e desenhamos a cadeia de valor da mesma. Devido à sua natureza, esta indústria é, juntamente com a indústria alimentar, uma das indústrias mais reguladas no mundo e recai sobre a alçada da *Food and Drug Administration* (FDA) nos Estados Unidos da América e da Agência Europeia do Medicamento na União Europeia (Kelle, Woosley e Schneider 2012) (Shah 2004). Existem várias restrições que têm implicações na gestão e planeamento da produção, nomeadamente:

1. Tamanhos de lote fixos. Para cada produto, é necessário aprovar junto das entidades regulamentares uma receita determinada, que implica quantidades fixas. Não se pode produzir frações de lote. Quando se quer produzir em maior quantidade apenas se pode produzir múltiplos inteiros de um lote. Cada lote terá um número diferente, um facto que terá implicações nas diferentes fases do processo;
2. Tempos de *setup* elevados. Devido às restrições das entidades regulamentares e para reduzir o risco de contaminação cruzada entre produtos, o *setup* entre produtos geralmente envolve limpezas abrangentes e pormenorizadas;
3. Produtos perecíveis. Todos os produtos têm um prazo de validade reduzido. Apesar de um estudo da FDA, que incidiu sobre o *stock* de farmacêuticos de um armazém militar, ter concluído que 90% dos 100 produtos ainda estavam em perfeitas condições de consumo mesmo 15 anos após ter terminado o prazo de validade, esta data é extremamente importante no fornecimento aos distribuidores (Harvard Health Publishing, 2003);
4. Nível de serviço. O nível de serviço desta indústria tem de ser tido em consideração de forma relevante, visto que o custo associado a atrasos podem potencialmente resultar em riscos de saúde caso, fruto de ineficiências ao longo da cadeia de valor, o medicamento não possa ser transmitido ao cliente final num tempo adequado (Uthayakumar e Priyan 2013).

Há uma tendência para o aumento da variedade de produtos finais presentes na cadeia de valor, que requerem um controlo de inventário mais especializado recorrendo a um sistema de classificação de inventário (Kim, 2005). Todos estes fatores incrementam a complexidade da gestão da cadeia de valor nesta indústria.

2.2 Planeamento Push vs Pull

Chase e Jacobs sugerem que os sistemas de planeamento do trabalho podem ser caracterizados com base em duas características, a capacidade e alocação de datas. Quanto à capacidade, os sistemas de planeamento dividem-se em dois tipos, *finite loading* e *infinite loading*, e para a alocação de datas dividem-se em *backwards schedulling* e *forwards schedulling* (Jacobs e Chase 2006).

Sistemas *infinite loading* são sistemas de planeamento que não têm em consideração a capacidade produtiva disponível para fazer a alocação das ordens de produção aos postos de trabalho nem fazem o sequenciamento do trabalho. Geralmente, o *lead time* é avaliado com base no tempo de produção acrescido de um tempo de espera e movimento de materiais. O valor considerado na maioria dos casos é uma visão pessimista do tempo de trabalho expectável. No caso de *finite loading*, a alocação do trabalho é feita considerando o tempo de abertura dos recursos e o tempo de processamento da ordem de produção acrescido do tempo de *setup* e também é realizado o sequenciamento de tarefas.

Forward scheduling são sistemas de planeamento que definem uma data de início de produção e, por consequência, é determinada a data de término do processo. *Backward scheduling* é quando a data de fim da produção é definida, geralmente com base no prazo de entrega a um cliente e, a partir dessa referência, é determinada a data de início de produção.

O tradicional sistema de *material requirement planning* (MRP) é um sistema de *forward scheduling* com *infinite loading*. Este sistema é o típico exemplo de um sistema *push* e um dos mais usados, centralizando as ordens de produção todas e depois alocando-as a cada estação de trabalho. A comunicação do plano é feita do sistema MRP para cada uma das estações. No caso de sistemas *pull* esta comunicação é feita num *loop* fechado entre estações consecutivas cujas ordens de produção são despoletadas com base nos consumos reais da estação a jusante, tradicionalmente recorrendo a um sistema de *kanbans* (ou cartões). Um sistema *pull* distingue-se de um sistema *push* na medida em que o último determina uma cadência de produção e avalia a quantidade de WIP, enquanto o primeiro determina quantidades de WIP e avalia a cadência de produção. O resultado, quando há variações no processo, é que nos sistemas *pull* existe uma acumulação de ordens de produção por iniciar em cada estação e no *push* uma acumulação de inventário de produto em curso que é mais difícil de avaliar. A lei de Little diz também que o nível de WIP é influenciado pela cadência de produção e o *flow time* (tempo médio total de produção de cada produto).

$$WIP = \text{Cadência de Produção} * \text{Flow Time} \quad (2.1)$$

Podendo ser reescrita da seguinte forma:

$$\text{Flow Time} = \frac{WIP}{\text{Cadência de Produção}} \quad (2.2)$$

2.2.1 Customer Order Decoupling Point

Uma característica de extrema importância quando dimensionamos uma cadeia de valor de um produto é a determinação de onde se coloca o CODP (*Customer Order Decoupling Point*). O CODP é o ponto em que a ordem é atribuída a um cliente em específico (Olhager 2012). Ou seja, o ponto em que possuímos *stock* e existe uma separação entre a informação das ordens reais e a informação das ordens de produção. Dando um exemplo prático, no caso do retalho este ponto são as prateleiras do supermercado. O cliente retira o produto do *stock* das prateleiras quando necessita dele e as ordens de produção são lançadas com base em um nível de *stock* mínimo das prateleiras.

A Figura 5 ilustra como se deve eleger a estratégia de gestão da produção de um produto com base na localização do CODP. Se o CODP for próximo do cliente já na fase de entrega, como no caso do supermercado, então o produto segue uma filosofia de *Make-to-Stock* (MTS). Quando o CODP é colocado antes do fabrico, o produto segue uma filosofia de *Make-to-Order* (MTO). Ou seja, a produção apenas é desencadeada com base em encomendas reais de clientes, com o planeamento do fabrico tendo visibilidade das encomendas do cliente final. No caso MTS as ordens de produção são geradas com base no nível de *stock* do produto para o qual se define um nível de reaprovisionamento.

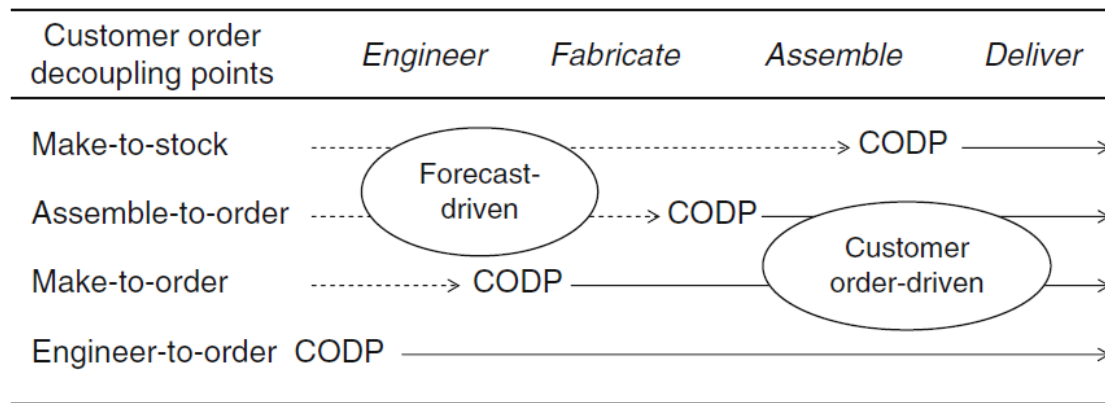


Figura 5 - Estratégias de produção face à posição do CODP (Olhager, 2012)

2.2.2 Estratégias de Planeamento da Produção

Outro grande tema que as organizações enfrentam no planeamento de produção é o ajustamento da capacidade produtiva face às variações da procura. Para responder a este tema uma empresa pode recorrer a três estratégias distintas: força de trabalho variável, horas extra ou nivelamento da produção (Jacobs e Chase 2006). Apresenta-se em seguida as características de cada estratégia.

1. Força de trabalho variável (*Chase*): A organização opta por variar a sua capacidade produtiva recorrendo à variação da força de trabalho, através de contratações e despedimentos ou através da mobilidade interna de recursos. Esta estratégia resulta melhor para organizações cuja produção é mais intensiva ao nível dos operadores e não de capital, a não ser que este aumento da força de trabalho resulte num aumento do número de turnos trabalhado.
2. Horas extra: Esta estratégia é uma variação da anterior. A organização opta por alargar o tempo de abertura da produção recorrendo a horas extra e mantendo o volume da força de trabalho constante.
3. Nivelamento: Mantendo a força de trabalho constante, opta-se por nivelar a produção mantendo um *output* constante, e respondendo aos picos através de inventário nos períodos de maior procura e ordens perdidas ou adiadas no caso de picos de procura.

Uma empresa pode optar por selecionar uma única das estratégias acima mencionadas incluir duas ou mais dessas estratégias. Uma quarta estratégia também considerada por vezes é a da subcontratação da produção a um fornecedor externo.

A título de exemplo, a Toyota usava uma estratégia de nivelamento em que agregava a produção mensal e atribuía um *mix* de produção diário constante em que todos os dias produzia uma quantidade fixa de todos os produtos.

2.2.3 Stock de Segurança

Quando se produz utilizando a estratégia de MTS, o próximo passo é definir o nível de *stock*. O *stock* deve ser suficiente para permitir o consumo total ao longo do período que leva a reaprovisionar. No caso da procura e do *lead time* de reaprovisionamento serem ambos constantes, o nível de reaprovisionamento é diretamente retirado do consumo diário. No entanto, na prática, estes casos são raros. Na verdade, o mais frequente é haver variações na procura e por vezes também no *lead time*. Quando temos um nível de *stock* que é definido tendo por base duas vertentes, a quantidade de reaprovisionamento e o nível de stock de segurança, o *stock* de segurança (SS) serve para absorver esta variação existente. A quantidade a reaprovisionar é diretamente o valor médio do consumo diário multiplicado pelo

lead time de reaprovisionamento. No entanto, o cálculo do *stock* de segurança é mais complexo. Alguns autores propõem utilizar para este cálculo a seguinte fórmula (King 2011).

$$SS = Z * \sqrt{\frac{PC}{T}} * DP \quad (2.3)$$

Onde,

Z, é o Z-Score para o nível de serviço desejado;

PC, é o *lead time* de reaprovisionamento;

T, é o período utilizado para o cálculo do desvio padrão;

DP, é o desvio padrão dos consumos.

Assim sendo, o nível de reposição (NR) vem dado por,

$$NR = \text{Consumo Médio Diário} * \text{Lead Time} + SS \quad (2.4)$$

2.3 Constrangimentos de um Sistema

Quando se procura melhorar um sistema e implementar uma metodologia de melhoria contínua, é crucial identificar quais são as limitações do sistema, para que assim se possa definir qual o foco da melhoria. Goldratt sugere uma metodologia de cinco passos para conseguir identificar e elevar os constrangimentos (*bottleneck*) de um processo ou sistema de forma consistente (Goldratt 1984):

1. Identificar os constrangimentos do Sistema. Um constrangimento é aquilo que limita o rendimento de um sistema na busca de um objetivo ou estado alvo. Para poder eliminar os constrangimentos de um processo, um primeiro passo natural será identificar quais são de facto os constrangimentos.
2. Decidir como explorar o *bottleneck* do sistema. Garantir que este é o mais eficiente possível.
3. Direcionar todos os recursos do sistema para o *bottleneck*. Focar os restantes recursos de forma a garantir que o *bottleneck* nunca está parado, mesmo que esta ação prejudique a eficiência dos restantes recursos.
4. Elevar a restrição do sistema. Aumentar a capacidade do recurso *bottleneck* para que este deixe de o ser. Pode, por vezes, significar a compra de uma outra máquina para aumentar a capacidade.
5. Se, ao realizar os passos anteriores, os constrangimentos foram eliminados, voltar para o passo 1. Não permitir que a inércia seja o constrangimento do problema.

Os princípios listados por Goldratt assemelham-se, em grande parte, à filosofia *Kaizen* que será apresentada de seguida. Identificar as limitações de um processo, sistema ou organização e trabalhar para eliminá-las de forma cíclica e em contínuo são o *ex-líbris* da filosofia *Kaizen* e da melhoria contínua.

2.4 Filosofia Kaizen

Conforme referido previamente, *Kaizen* é uma palavra japonesa composta pelos vocábulos “*Kai*” que significa mudar e “*Zen*” que significa melhor. No sentido literal *Kaizen* significa mudar para melhor, mas no âmbito da filosofia *Kaizen*, esta palavra representa a melhoria contínua, a busca por melhoria da organização como um todo, envolvendo todas as pessoas, de todas as áreas, todos os dias. A filosofia *Kaizen* representa uma mudança não só nos processos de uma empresa, mas também uma mudança na cultura da empresa em prol de uma cultura de melhoria contínua que requer que todos os colaboradores estejam de forma contante a propor melhorias independentemente da dimensão da proposta ou da função do colaborador. De seguida são apresentados os principais princípios da filosofia *Kaizen*.

Criar valor para o cliente

A utilidade do produto para o cliente inclui a qualidade (Q) e serviço (D) do produto ou processo. Os produtos devem ser definidos pelo mercado e o foco deve incidir na melhoria dos processos, na qualidade e *lead time* dos mesmos, de maneira a que seja possível entregar a maior utilidade ao cliente. Este foco nos processos implica focar não apenas no cliente final do processo, mas considerar também a próxima etapa do processo como o cliente da etapa atual, garantindo qualidade e *lead time* baixo em todas as fases. Isto traduz-se numa filosofia de manutenção autónoma e eliminação das causas raiz de um problema ao invés da visão tradicional de inspeção final e retrabalho.

Eliminar o Desperdício (*Muda*)

A filosofia *Kaizen* assenta em vários princípios, mas talvez o mais relevante de todos seja o conceito do *Muda*. *Muda* é a palavra japonesa para desperdício. No sentido literal, *Muda* traduz-se para “não dinheiro” e representa todas as atividades de uma organização que não acrescentam valor para o cliente e pelas quais o cliente não está disposto a pagar. Assim sendo, todas as atividades de uma organização podem ser separadas em atividades de valor acrescentado (VA) ou atividades que não acrescentam valor (NVA). Tomando uma definição rigorosa do VA, as organizações mundiais de referência neste campo têm um rácio de VA para NVA de cerca de 1:300. Isto porque se toma o VA apenas como o ato de acrescentar valor. Tomemos o exemplo de um operador que está a colocar vários parafusos numa peça. O operador apenas acrescenta valor quando a ferramenta está a aparafusar e não quando está a alinhar o parafuso, a pegar no material ou à espera que o material chegue até ele.

A Figura 6 ilustra a principal diferença entre uma abordagem *Kaizen* e a abordagem tradicional, face a ineficiências do processo. Tradicionalmente, quando as empresas procuram aumentar a produção, aumentam a capacidade produtiva através da contratação de mais pessoas, trabalho em horas extra ou o investimento em equipamento. O que isto faz é aumentar tanto o VA como o *Muda* mantendo as proporções das mesmas tendencialmente iguais às anteriores. O que a filosofia *Kaizen* procura é aumentar a capacidade produtiva através da eliminação do *Muda*, seguindo os seguintes passos:

1. Definir quais as tarefas de VA e de NVA;
2. Eliminar as tarefas de NVA (*Muda*);
3. Reforçar as tarefas de VA.

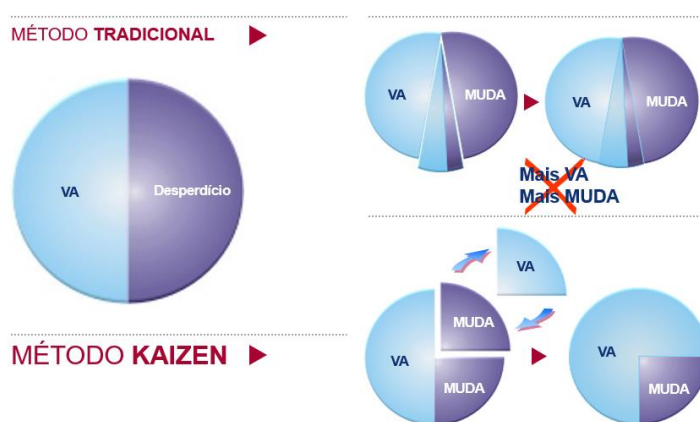


Figura 6 - Visão *Kaizen* da redução do desperdício (Kaizen Institute Manual TFM 2017)

Taiichi Ohno definiu sete principais tipos de *Muda* (Ohno 1988):

1. Excesso de produção;
2. Transporte de materiais;
3. Material parado;

4. Pessoas paradas;
5. Movimento de pessoas;
6. Sobre processamento;
7. Defeitos e retrabalho.

Gestão Visual

Nos seres humanos, 83% da informação recolhida é através da visão. Desse modo é fulcral expor os problemas e desperdício visualmente para toda a gente, através da constante atualização e o acompanhamento dos indicadores mais relevantes para o processo, para que os problemas possam ser detetados e sejam despoletadas ações de melhoria. Visa também a criação de normas visuais simples que possam ser facilmente interpretadas, mesmo por pessoas que não estão envolvidas no processo.

Ir para o terreno (*Gemba*)

Os japoneses definem o *Gemba* como o local onde se acrescenta valor. É, portanto, crucial estar em constante contacto com o *Gemba* pois é aí que surgem os problemas, mas também as oportunidades de melhoria. Não é suficiente tomar decisões numa sala fechada com base em especulações. Os líderes têm de acompanhar com frequência o trabalho dos colaboradores no *Gemba* e tomar decisões com base nos dados e nas observações dos métodos de trabalho.

Envolvimento dos colaboradores

Por fim, é de extrema importância que todos os colaboradores da empresa estejam alinhados com o mesmo objetivo e que todos fomentem uma cultura de melhoria contínua. Apenas assim será possível sustentar as ações de melhoria que são desenvolvidas ao longo do tempo por uma organização. Não é suficiente desenhar soluções e dizer aos colaboradores como deve ser feito. É vital que os colaboradores façam parte do processo de melhoria e desenho de soluções para que estas sejam aplicáveis à realidade deles e para que estes tenham um sentimento de *ownership* das soluções, de forma a garantir que os *standards* e soluções desenhadas são cumpridas. Este envolvimento deve surgir a todos os níveis hierárquicos e os líderes devem dar o exemplo, liderando a organização rumo a uma cultura de melhoria contínua.

2.4.1 Total Flow Management

Total Flow Management é uma ferramenta da metodologia *Kaizen* para criar fluxo em *pull*. Tem como base o fluxo de peças unitário, o *Just in Time* (JIT) e o tamanho de lote ideal é uma única peça. Este fluxo de informação ou material deve ser criado ao longo de toda a cadeia de valor e toda esta deve estar integrada de modo a que este fluxo possa ocorrer da forma mais eficiente possível. É cada vez mais frequente as organizações procurarem ter uma visão integrada da cadeia de abastecimento e procurar melhorar não só os seus processos, mas também os processos das etapas a jusante e a montante.

A visão tradicional da produção, como pensada por Henry Ford e a indústria automóvel na década de 20, visa a produção e transporte em massa de forma a reduzir os custos relacionados com os tempos de *setup* na mudança de lote e com o transporte. Os lotes eram produzidos em grandes quantidades e as organizações tentavam vender o que tinham numa perspetiva de *push* ao mercado sem foco no cliente e nas suas necessidades. As ordens de produção eram baseadas em previsões muitas vezes erradas e com grande variabilidade, cujo impacto era atenuado pelas grandes quantidades de *stock* de segurança.

A *Toyota* e o *Toyota Production System* (TPS) revolucionaram a indústria automóvel numa altura em que não tinham recursos para aumentar a capacidade produtiva através de mais horas-homem ou equipamentos. Viram-se forçados a adotar uma visão de melhoria contínua

através da introspecção e avaliação dos próprios processos. Começaram a focar-se no fluxo de produção e da cadeia de valor e na eliminação do desperdício. Quebraram então os paradigmas da altura, dos tamanhos de lote de grandes dimensões e dos *layouts* funcionais, e começaram a produzir em lotes mais pequenos e organizar a disposição da fábrica num *layout* por produto, as linhas de produção (Ohno 1988).

Principais Conceitos

1. *One Piece Flow*. Cada tarefa/estação está focada em acrescentar valor a uma peça de cada vez. O fluxo é contínuo, sem *stock* de *WIP*, e a linha está balanceada de forma a que cada estação esteja a acrescentar valor durante o mesmo horizonte temporal. Este é o conceito de tempo de ciclo, um conceito que mede o tempo entre o início de produção de uma peça até ao início de produção da seguinte, ou o intervalo de tempo em que a linha de produção termina uma peça;
2. Flexibilidade. O mercado atual está cada vez mais exigente, à medida que a sociedade e a economia avançam para uma era de customização em massa. Desse modo, é fulcral ter uma linha ajustável e flexível que permita responder em tempo real às variações da procura, tanto ao nível dos produtos fornecidos como de quantidade procurada;
3. *Just in Time*. Com o fluxo unitário estabelecido e a flexibilidade da linha de produção, é possível implementar o conceito de JIT. A quantidade a produzir deverá ser apenas aquela que é desejada pelo mercado e exatamente quando o mercado a deseja. O planeamento é feito por *pull* apenas após o pedido do cliente ser consumado. O fluxo unitário e contínuo da cadeia integrada de valor acrescentado permite dar a resposta imediata ao mercado. Este conceito visa eliminar a necessidade da existência de *stocks*, implicando uma redução de investimento a nível de armazém físico, do manuseamento do material e do valor do material parado.

Eficiência de Recursos vs. Eficiência de Fluxos

Deparamo-nos várias vezes, nos tempos atuais, com um paradigma no que diz respeito à gestão da capacidade e utilização dos recursos disponíveis. O foco atual das organizações está na utilização ou ocupação dos recursos. Ou seja, o indicador monitorizado pelas organizações que estas tentam maximizar é o da utilização dos recursos. Desse modo, a estratégia das empresas é desenhada de maneira a garantir que os recursos disponíveis estejam o mais próximo possível de uma utilização de 100%. Na verdade, esta estratégia garante que o custo com cada recurso é otimizado de forma a procurar maximizar o número de peças que passam por cada recurso e assim minimizar o custo do recurso por unidade de produção. Estamos, portanto, perante uma estratégia que se foca na ótica do recurso.

Apesar desta estratégia permitir diluir o custo de um recurso pela maior quantidade de peças, na verdade isto pode não ser o mais eficiente no que diz respeito à unidade de produção. Existe uma estratégia contrária que passa pela otimização dos fluxos. A eficiência dos fluxos foca-se na percentagem de tempo em que está a ser acrescentado valor à unidade de fluxo *versus* o tempo total que a unidade de fluxo está no sistema (Modig e Ahlstrom 2012). No caso dos serviços, a unidade de fluxo seria o próprio cliente. No âmbito do presente projeto, a unidade de fluxo varia ao longo do processo, desde a matéria-prima, até ao produto semiacabado (comprimidos) ou até mesmo os blisters e caixas finais. Vários autores salientam a importância de uma empresa ser competitiva através não só de qualidade (Q) e custo (C), mas também através de uma resposta rápida (D) que deu azo a uma filosofia denominada “*Time-Based Competition*” (Stalk e Hout 1990) (Blackburn 1990).

2.4.2 Elementos do Total Flow Management

Esta secção irá focar-se nos elementos da filosofia Total Flow Management (TFM) mais relevantes para o presente projeto.

Fluxo de Produção – SMED

O SMED (*Single Minute Exchange of Dies*) é um conceito que procura reduzir o tempo associado à troca da referência de produção numa linha. O conceito surgiu na Mitsubishi na década de 50 e referia-se à troca de uma das ferramentas de corte (*Dye*) em menos de 10 minutos. A Toyota apoiou-se neste conceito e dedicou-se ao estudo e aplicação do mesmo, sendo que agora este método é utilizado em indústrias um pouco por todo o mundo.

O objetivo do SMED é reduzir o tempo de *setup* na produção. O tempo de *setup* diz respeito não só ao tempo em que a máquina está parada a fazer a preparação para a próxima referência, mas também a possíveis perdas de velocidade tanto no arranque como na paragem devido à troca. Com a aplicação do SMED procura-se duas coisas: aumentar a capacidade produtiva através do aumento do tempo disponível para utilização da máquina e/ou a redução de inventário e *WIP* através da redução do tamanho de lote.

Associado ao SMED existem dois conceitos importantes, o trabalho externo e o trabalho interno. O trabalho interno engloba todas as tarefas que apenas podem ser realizadas enquanto a máquina está parada (por exemplo a remoção da ferramenta de corte). O trabalho externo abrange tarefas que podem ser realizadas enquanto a máquina está em andamento, seja antes de parar ou depois de arrancar (por exemplo a pré-montagem da ferramenta de corte seguinte ou a limpeza de alguns componentes).

A metodologia empregue na aplicação do SMED segue os seguintes passos, visíveis também na Figura 7:

1. Estudo do trabalho. Registrar todas as tarefas realizadas num *setup* e os respetivos tempos. Este estudo pode ser realizado recorrendo a cronometragens ou vídeos das mudanças.
2. Separar trabalho interno do externo. Neste passo, é necessário classificar todas as tarefas como sendo trabalho interno ou trabalho externo.
3. Transformar trabalho interno em trabalho externo. É necessário passar tudo aquilo que é trabalho externo para antes ou depois do trabalho interno, reduzindo assim o tempo em que a máquina está parada.
4. Reduzir trabalho interno. Depois de se conseguir agrupar todas as tarefas que obrigam a que a máquina esteja parada, deve-se procurar reduzir o tempo de execução destas tarefas.
5. Reduzir trabalho externo. Apenas após se ter completado todos os passos anteriores é que se deve focar na redução do trabalho externo.

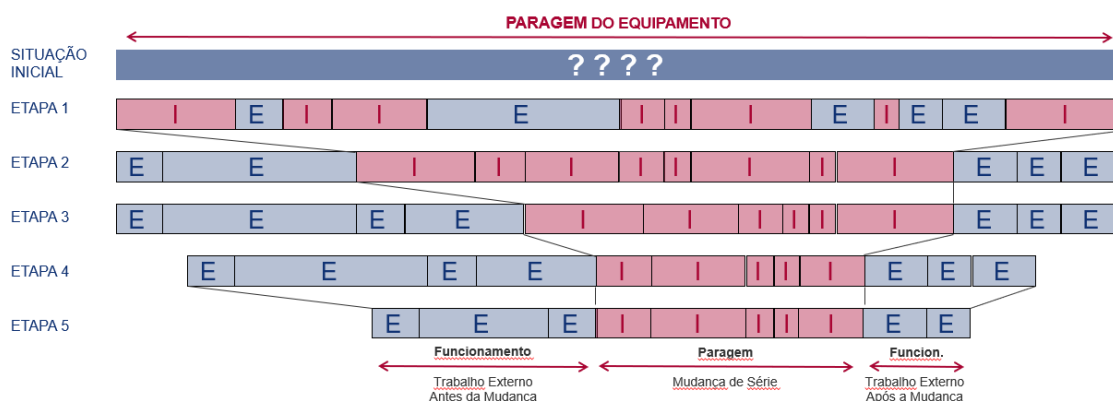


Figura 7 - Etapas da metodologia SMED (Kaizen Institute Manual TFM 2017). (E: trabalho externo; I: trabalho interno)

Logística Interna – Supermercados

Os supermercados são zonas de *stock* intermédio de material para ser consumido e que deve estar sempre disponível quando surge a necessidade. Os supermercados podem ser aplicados ao *WIP* ou à matéria-prima, como pode ser observado na Figura 8. São zonas com *picking* eficiente, idealmente ao solo, cuja reposição é impulsionada pelo consumo de material pela estação de trabalho a jusante. Servem assim como um *buffer*, de forma a reduzir ao máximo o tempo NVA dessa estação. A gestão dos níveis de *stock* no supermercado deve ser simples e visual.

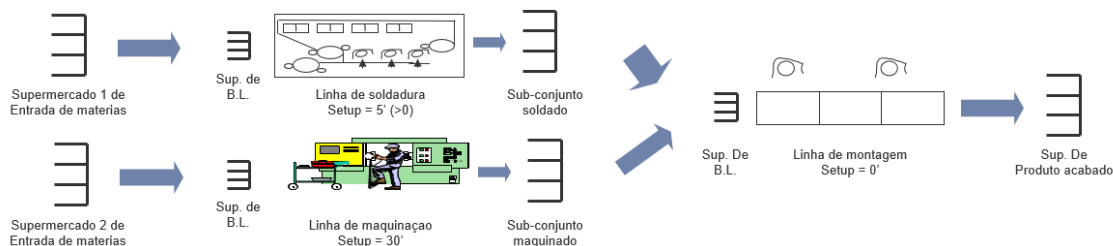


Figura 8 - Fluxo do produto com supermercados intermédios (Kaizen Institute Manual TFM 2017)

Naturalmente, o primeiro passo é identificar quais os produtos ou referências que devem ser mantidos em supermercado. Se houver pouca variedade de SKU's (*Stock Keeping Unit*) e não existirem constrangimentos a nível de espaço, valor de inventário ou risco de obsolescência não existirá um problema. Mas são raros os casos em que isso acontece.

Se estivermos a dimensionar supermercados para bordos de linha, uma alternativa quando há falta de espaço é o uso de uma técnica designada por *Junjo*. Na verdade, esta técnica é utilizada principalmente naquelas referências que ocupam mais espaço e têm pouca rotação. As peças mais pequenas, com maior rotação e que são utilizadas numa maior variedade de produtos, tipicamente designadas por “consumíveis”, como parafusos e porcas, não enfrentam este problema. Mas quando estamos a lidar com as peças maiores de menor rotação, podemos utilizar o *Junjo*, que implica a preparação de vários kits de bordo de linha para cada referência de produto e ir alterando o bordo de linha de acordo com a sequência de produção previamente estabelecida.

Abordando o tema do supermercado de produtos semiacabados especificamente, a seleção dos produtos semiacabados (PSA's) a manter em supermercado é geralmente baseada numa análise ABC dos produtos, em que estes são classificados numa escala de A a C. No entanto, existem vários critérios pelos quais os produtos podem ser avaliados. O critério inicial, desenvolvido na General Electric na década de 50, utilizava como critério o valor total do produto (€). No entanto, existem outros critérios relevantes tais como o *lead time*, o risco de obsolescência, criticidade do produto, número de pedidos no ano, substituíbilidade, que podem ser considerados (Flores e Whybark 1986). Saaty propôs um método para reduzir os vários critérios para uma variável de decisão (Saaty 1980). A abordagem do Kaizen Institute é utilizar uma estrutura de decisão matricial, como sugerida por Flores (Flores, Olson e Dorai 1982). Selecionando dois critérios: números de dias no ano com pedidos e quantidade total consumida, pode ser elaborada uma matriz de decisão (Kaizen Institute Manual TFM 2017). Os produtos consumidos de uma forma mais frequente e em maior quantidade, os AX, são aqueles que claramente devem ficar em supermercado. Os outros produtos podem carecer de uma análise mais aprofundada. Pode por vezes ser necessário fazer outras considerações quanto à perecibilidade do produto e valor do produto, entre outros fatores que podem limitar a decisão de manter um determinado produto em supermercado. Através da matriz de decisão ilustrada na Tabela 1 pode ser determinada a estratégia de quais os produtos a manter em supermercado.

Tabela 1 - Análise ABC dos produtos

		Quantidade Consumida		
		A	B	C
Frequência de Consumo	X	AX	BX	CX
	Y	AY	BY	CY
	Z	AZ	BZ	CZ

Depois de se tomar a decisão sobre os produtos que devem ou não ficar em supermercado, é necessário dimensionar os níveis de reposição e de stock de segurança para cada produto. Para tal, é necessária informação relativa à procura do produto, mais especificamente a distribuição da procura do produto ao longo do tempo, e também informação relativa ao *lead time* interno de reposição do produto (e à sua variabilidade, caso seja aplicável). O dimensionamento do nível de inventário deve então cobrir o consumo durante o tempo normal de reposição, mas também deve ser suficiente para absorver variações na procura e no próprio processo.

Desta forma, o nível de reposição, ou seja, o ponto em que será feita o pedido de reaprovisionamento será dimensionado recorrendo a um método de cálculo que englobe os fatores acima mencionados, doravante denominado de método da média móvel. A quantidade a reaprovisionar será a diferença do nível de *stock* atual para o nível de reposição (NR). O nível de reposição será a quantidade de consumo médio dentro do período de reaprovisionamento acrescida da quantidade de *stock* de segurança (SS), dado pela diferença entre o consumo médio diário e o máximo das somas dos desvios ao consumo médio verificadas dentro de um período equivalente ao *lead time* de reposição. De forma a contemplar também as variações do *lead time*, o stock de segurança deve ser calculado utilizando o valor máximo do histórico do *lead time* (ver Figura 9).

$$SS = (Max(Consumo\ Médio_i) - Consumo\ Médio\ Diário) * LT\ Reposição \quad (2.5)$$

$$NR = Consumo\ Médio\ Diário * LT\ de\ Reposição + SS \quad (2.6)$$

$$Quantidade\ a\ Reaproveenar = NR - Nível\ de\ stock\ atual \quad (2.7)$$

onde

- $Max(Consumo\ Médio_i)$, é o valor máximo do consumo médio em todos os períodos de dimensão igual ao *lead time* de reposição verificados dentro do período de análise;
- LT de Reposição, é o tempo que o processo demora a conseguir satisfazer uma ordem de reaprovisionamento;
- Consumo Médio Diário, é o consumo total a dividir pela duração do período de tempo contemplado.

Se existir tamanhos de lote fixos, como é o caso da empresa estudada, a quantidade a reaprovisionar será o múltiplo do tamanho de lote imediatamente superior.

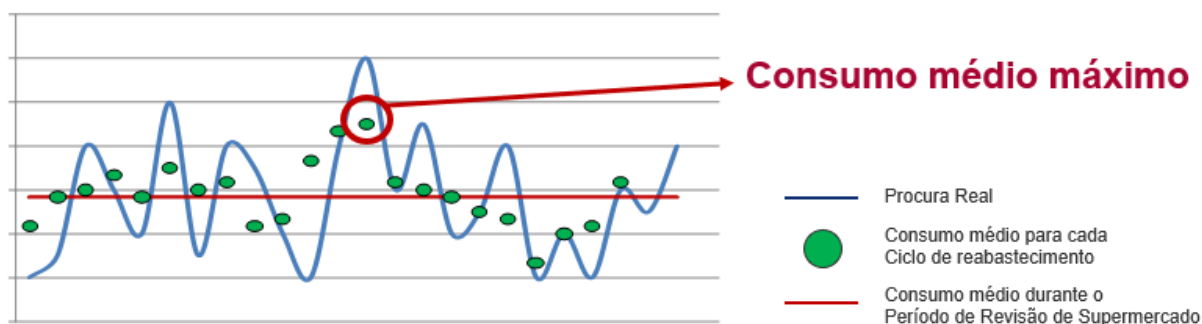


Figura 9 - Identificação da média móvel máxima (Kaizen Institute Manual TFM 2017)

Logística Interna – Nivelamento

Quando estamos perante um modelo de fluxo em *pull*, o nivelamento é feito também de um plano agregado macro, sem consideração pela capacidade, que depois vai sendo cada vez mais detalhado a nível de janela temporal e também da alocação dos recursos. O planeamento segue as seguintes etapas, iniciando-se numa ótica mais macro até um planeamento local mais detalhado:

1. Agrupamento das encomendas (*Kanban* de ordens). Estas encomendas podem ter origem em pedidos reais de cliente ou em pedidos de reposição dos supermercados.
2. Caixa logística. Neste ponto as encomendas são distribuídas por dia de início de fabrico, nivelando a carga do mês e respeitando a capacidade de produção.
3. Caixa de nivelamento. Nivela a carga de trabalho diário ou durante o ciclo de distribuição de tarefas, respeitando a capacidade produtiva durante esse ciclo.
4. Sequenciamento da linha. Programa as linhas de produção e sequencia as ordens de fabrico.

Logística Interna – Planeamento Pull

No que toca à discussão entre modelos *push* vs *pull* as grandes diferenças residem no estímulo que despoleta as ordens de produção e também na informação que é controlada. No caso do *push*, as ordens de fabrico são atribuídas a cada estação separadamente com base em previsões de consumo, definindo ritmos de produção e avaliando o *WIP*. Numa ótica contrária, o *pull* não atribui ordens de fabrico, mas em vez disso o nível de *WIP* entre cada estação vai sinalizando e dando autorização à estação a jusante de quando deve iniciar produção para repor o material em falta, definindo assim o nível de *WIP* e avaliando o ritmo de produção. A diferença então reside essencialmente na forma como a informação é transmitida e no estímulo de produção. Na Figura 10 e na Figura 11 podemos visualizar a diferença no processamento das ordens de produção em *push* vs em *pull*.

Como podemos entender pelas Figura 10 e Figura 11, as ordens de produção são geridas internamente entre cada operação e não transversalmente pelo plano de produção.

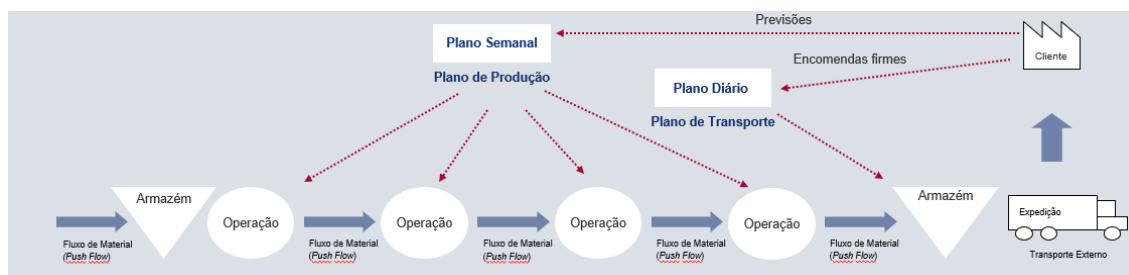


Figura 10 - Fluxo de informação de um processo de *push* (Kaizen Institute Manual TFM 2017)

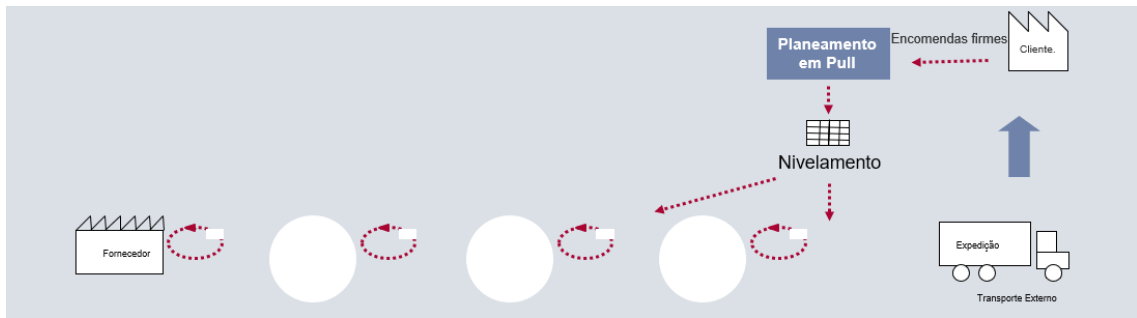


Figura 11 - Fluxo de informação de um processo de *pull* (Kaizen Institute Manual TFM 2017)

Na metodologia *Kaizen*, este sistema de planeamento em *pull* é implementado respeitando os seguintes passos:

1. Planeamento estratégico: Definição dos produtos MTS e os produtos MTO, os níveis de reposição e inventário de segurança de cada um.
2. Planeamento de capacidade: Dedicção de linhas e definição do output máximo de cada linha e do tempo de produção de cada produto.
3. Implementação: Operacionalização da análise e das decisões tomadas nos pontos anteriores.

3 Caso de Estudo: Análise da Situação Atual

Nesta secção é apresentada e descrita a situação atual no que toca ao planeamento da produção, *lead time* de resposta, nível de serviço e eficiência das linhas e capacidade produtiva.

Para começar, será mapeado o processo global, incluindo o fluxo de informação e o fluxo de produção. Em seguida, será descrito o atual processo de planeamento de produção da empresa.

Finalmente serão abordados os temas operacionais, ou seja, será analisado o fabrico e a embalagem separadamente. O foco da análise será o *lead time* de resposta ao cliente, que é o tempo que decorre desde que o cliente coloca uma encomenda até que a mesma é satisfeita, e a capacidade de produção, com especial foco na eficiência de produção e nos tempos de *setup*.

Uma das dificuldades sentidas nesta fase do projeto foi o acesso à informação que, apesar de existente, estava dispersa por vários formatos tais como o sistema SAP, documentação em papel e no sistema das máquinas, não permitindo o fácil acesso e impossibilitando por vezes mesmo a recolha.

3.1 Mapeamento do Processo

O mapeamento dos vários fluxos do processo permite-nos identificar qual será o caminho crítico do processo e perceber onde deveremos focar as ações de melhoria.

Como é possível verificar na Figura 12, o *lead time* médio global desde o momento da receção da encomenda até à entrega é superior a 170 dias. É possível verificar também que grande parte do tempo é investido na análise de ordens, que equivale ao processo de *pooling* das encomendas. O grande foco será no planeamento da produção, no controlo de qualidade do produto semiacabado e na produção propriamente dita. O objetivo será conseguir reduzir o tempo de entrega ao cliente e melhorar o nível de serviço.

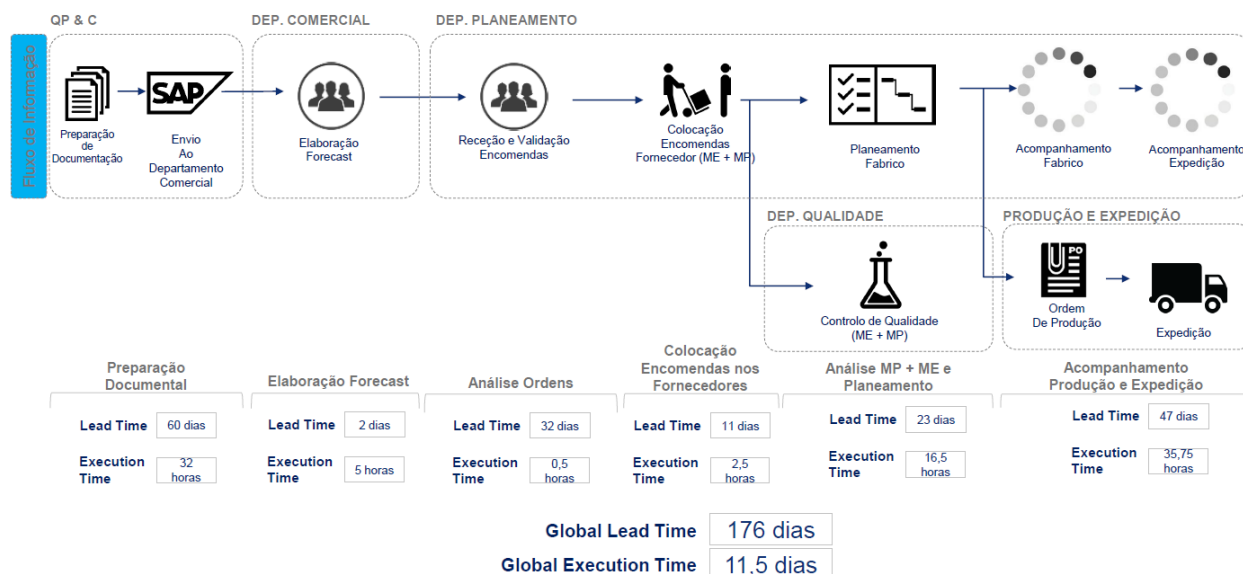


Figura 12 - Fluxo de Informação na da empresa na situação atual

A produção propriamente dita divide-se em duas grandes áreas, o fabrico e a embalagem, sendo que pelo meio existe um controlo de qualidade do produto semiacabado. Da divisão mencionada no capítulo 2.1., o fabrico engloba as operações de “Granulação” (e respetiva “Mistura”), “Compressão” e “Revestimento”. O “Embalamento” divide-se também em duas fases, a primária - que envolve a formação dos blisters em PVC, colocação dos compridos dentro dos blisters e a selagem com alumínio – e a secundária – que envolve a colocação dos blisters e dos folhetos de literatura dentro das caixas de cartão. No momento atual, todo o fluxo de produção tem um *lead time* de 42 dias, 8 dias para o fabrico e 34 dias para embalagem e controlo de qualidade, sendo que a o processo de embalagem demora em média 16 dias. Isto é, desde o momento em que é entregue a ordem de produção no plano semanal do fabrico até que se obtém o produto final embalado e pronto para entrega, decorrem em média 42 dias. Na Figura 13 é possível observar o fluxo de produção atual, que pode ser comparado com o da Figura 14 que ilustra o fluxo de produção na visão futura. A principal diferença entre ambas as figuras é a presença de supermercados intermédios de matéria-prima, material de embalagem e PSA.

O objetivo estabelecido, juntamente com a equipa e com base nas oportunidades de melhoria identificadas, passa por reduzir o fluxo de 42 dias para 33 dias, representando uma melhoria de 21%. Para se atingir este objetivo, definiu-se uma vasta panóplia de projetos de melhoria aplicados às várias fases da produção, como por exemplo, à embalagem e à compressão, e uma reestruturação do planeamento, tanto a um nível macro da produção agregada, como a um nível local, de planeamento de cada máquina.

Será relevante proceder à análise de cada um dos pontos descritos acima, procurando detalhar a situação atual para se poder identificar e expor as oportunidades de melhoria e também para servir como termo de comparação, ou *baseline*, após a implementação.

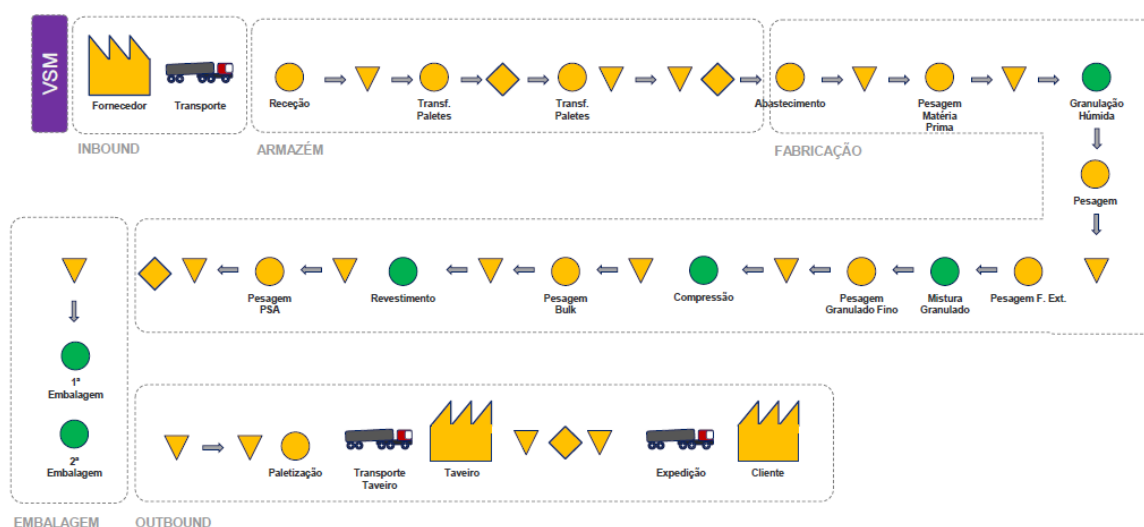
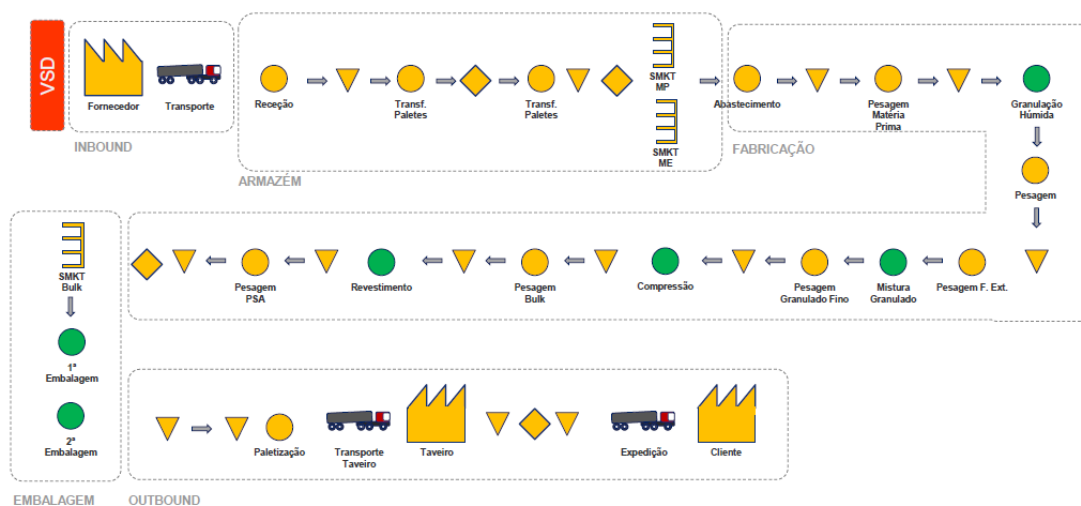


Figura 13 - Fluxo de produção na situação atual da empresa



LEAD TIME ATUAL	42 dias	MELHORIA 21%
LEAD TIME FUTURO	33 dias	

Figura 14 - Fluxo de produção na visão futura da empresa

3.2 Planeamento da Produção

Quando se define como um objetivo a redução do *lead time* de entrega, naturalmente será necessário atentar no fluxo de produção e avaliar qual o potencial para melhoria, visto que este é um dos principais componentes na determinação deste tempo. Na situação inicial, todo o processo de produção é despoletado com base em encomendas reais de clientes, incluindo o aprovisionamento de matéria-prima. Pode-se considerar toda a operação como sendo MTO. Isto leva a um *lead time* de resposta ao cliente de 176 dias, dos quais apenas 42 dias são efetivamente despendidos na produção.

Com a crescente procura por medicamentos genéricos, a incapacidade de dar resposta a todos os clientes num horizonte temporal adequado tem vindo a ser uma crescente preocupação para a empresa. O objetivo passa então por reduzir este tempo de resposta ao cliente, para que a empresa possa oferecer ao mesmo um nível de serviço adequado. Ora, um primeiro ponto a implementar será o planeamento em *pull* com supermercados ao longo do processo, para permitir transformar a operação de uma MTO para uma MTS ou uma versão híbrida destes conceitos. Numa operação MTS, a resposta ao cliente será praticamente imediata, podendo

necessitar de algum tipo de *lead time* de informação ou expedição e assumindo um nível de serviço de 100%. No entanto, podem também existir falhas, neste caso roturas de *stock*, que não permitem esta resposta imediata a todos os pedidos. Trabalhar para este nível de serviço de 100% na teoria seria impossível, no entanto será possível garantir, com um nível de *stock* adequado, que se está próximo disso. Na prática, será sempre necessário balancear o *stock* entre um nível de serviço elevado, e consequentemente também um custo de *stock* elevado, ou aceitar um nível de serviço ligeiramente reduzido em prol de um valor de inventário também reduzido. Na Figura 15 apresenta-se um diagrama ilustrativo do processo de planeamento atual da empresa.

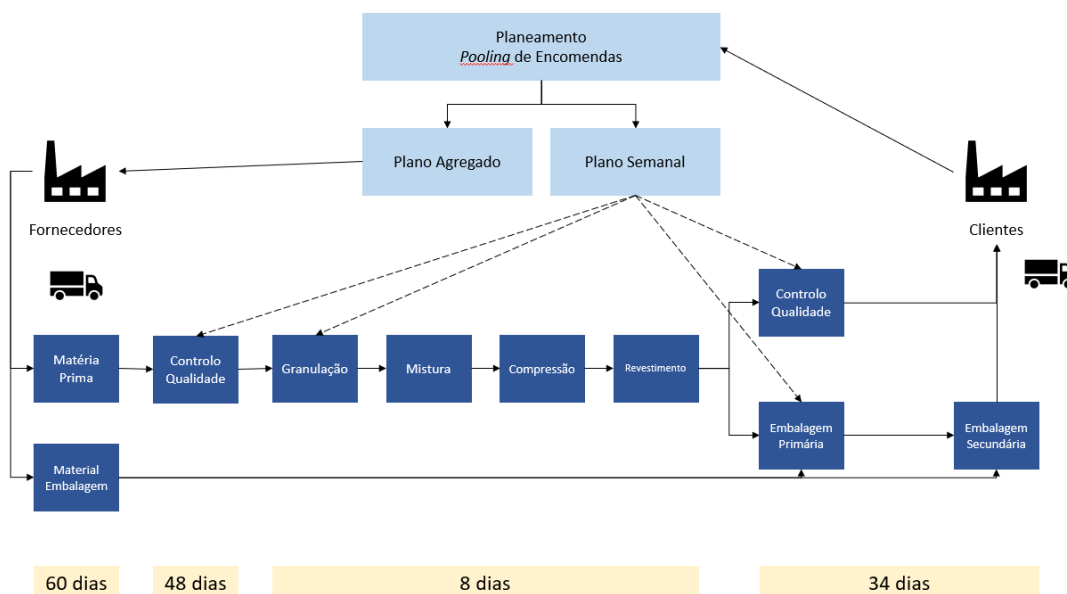


Figura 15 - Planeamento da produção na situação atual da empresa

Devido à regulamentação da indústria farmacêutica, o processo de planeamento contém um pequeno *buffer* de agrupamento de encomendas, designado internamente na empresa como o processo de *pooling*. Esta etapa é necessária devido às características regulamentares da indústria, que apenas permite produzir tamanhos de lote fixos. Neste caso, quando existem encomendas de clientes de dimensão menor do que o lote, estas são mantidas em espera e procura-se agrupar as mesmas com encomendas existentes ou futuras até formar um lote para que se possa dar início à produção. Esta situação pode também por vezes resultar em vendas perdidas, devido à incapacidade de se agrupar encomendas de clientes em quantidade suficiente para permitir a formação de um lote. É importante notar, no entanto, que este tamanho de lote fixo apenas é aplicável à produção e que, apesar de por vezes o lote de embalagem ser equivalente ao lote de fabrico, esta não é necessariamente uma restrição do processo e, portanto, o lote de embalagem pode ser de qualquer dimensão.

Outra situação frequente nesta indústria e partilhada pela empresa em questão são as “campanhas” de produção ou de embalagem. Em ambos os casos, os responsáveis de planeamento procuram agrupar lotes ou encomendas de forma a reduzir o tempo de *setup* total. No caso do fabrico, este procedimento envolve agrupar lotes de produção do mesmo produto, distribuídos em vários pedidos de clientes ao longo do tempo, no mesmo momento. Supondo que, no horizonte do mês, está planeada a produção de um lote do produto Z a cada semana, o responsável do fabrico irá procurar produzir os quatro lotes do produto Z de uma vez, de maneira a que entre cada iteração do fabrico apenas tenha que realizar limpezas simples de mudança de lote. No caso da embalagem, este procedimento envolve agrupar encomendas do mesmo lote de PSA ou de lotes do mesmo produto, de maneira a procurar também reduzir o tempo total de *setup*. Uma das consequências das campanhas é também a

geração de um inventário de produto final ou PSA. Uma das ações que permite reduzir a necessidade das campanhas é a redução do tempo de *setup* tanto do fabrico como da embalagem, através, por exemplo, da metodologia SMED.

A Figura 16 demonstra a visão futura para o planeamento, para produtos MTS. A principal característica do planeamento em *pull* será a implementação de supermercados em vários pontos ao longo do processo, dimensionados para garantir um OTIF satisfatório e uma resposta mais célere às necessidades dos clientes. Esta visão de produtos MTS não será necessariamente aplicada a todo o portefólio de produtos, mas será aplicada aqueles que, após uma análise mais cuidada, justifiquem esta estratégia. Um primeiro passo na implementação será esta análise e decisão estratégica, seguida do dimensionamento dos supermercados. Após isso serão dedicadas máquinas ou linhas de produção a um grupo selecionado de referências, garantindo uma produção mais estável e nivelada. Finalmente, será necessário definir um plano de implementação e executá-lo.

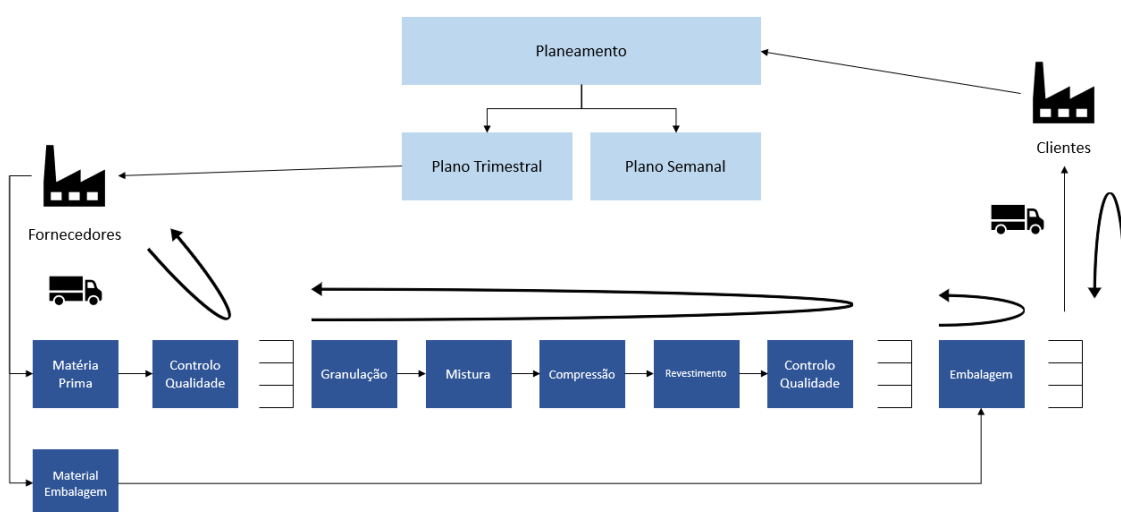


Figura 16 - Planeamento da produção na visão futura da empresa

Apesar da empresa produzir seguindo uma estratégia MTO de momento, devido às ineficiências de fluxo e criação de WIP, tem mais de 7 milhões de euros em *stock*, repartido por várias fases de vida do produto (ver Tabela 2). O objetivo do projeto passa por uma abordagem diferenciada e mais eficiente de gestão deste material.

Tabela 2 - Valor do stock da empresa, em euros

Tipo de Produto	Valor do Stock (€)
Material Embalagem	1 221 595 €
Matérias Primas	4 361 228 €
Prod.Acabado	678 075 €
Prod.SemiAcabado	1 059 613 €
Total	7 320 511 €

3.3 Caracterização da Procura

O elevado *lead time* de resposta a uma encomenda do cliente por parte da empresa e o processo de *pooling* de encomendas efetuado, naturalmente impactam a distribuição da procura. É possível observar na Figura 17 e Figura 18 o padrão do processo de embalagem de dois dos dez produtos de consumo mais frequente durante o ano transato. Sendo os produtos MTO, este padrão é analisado como sendo um reflexo da procura dos clientes. Como se pode

verificar, a procura de ambos os produtos é caracterizada por picos pontuais de grande consumo, seguido de períodos com ausência de consumo. Este tipo de padrão leva a uma elevada variabilidade da procura, que por sua vez leva a um nível de reposição de *stock* mais elevado. A procura mencionada é distinta da procura real na medida em que é um reflexo do processo de *pooling* de encomendas.

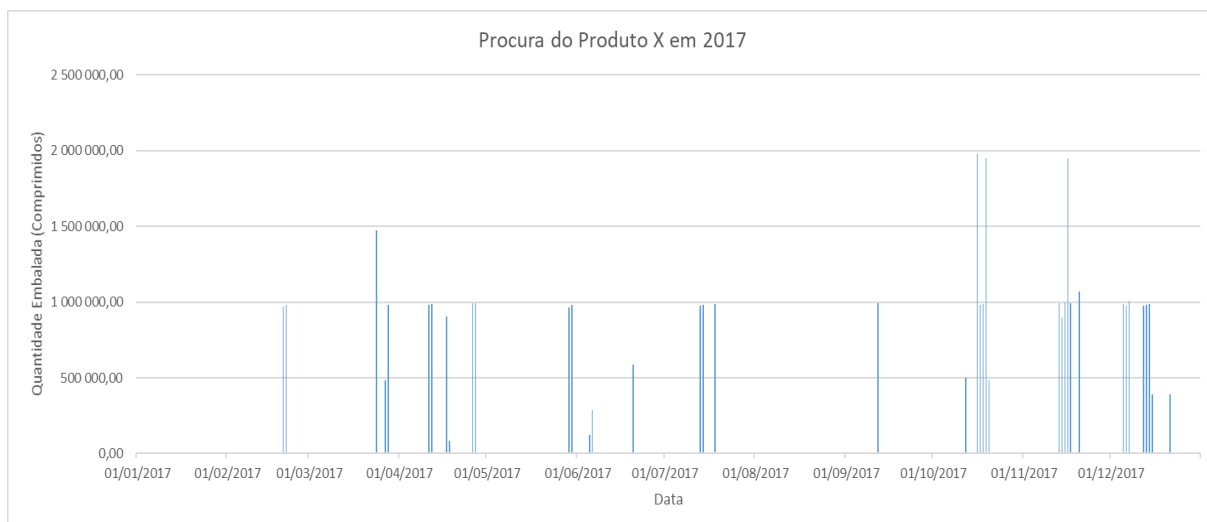


Figura 17 - Distribuição do embalamento do produto com maior frequência de consumo (dias)

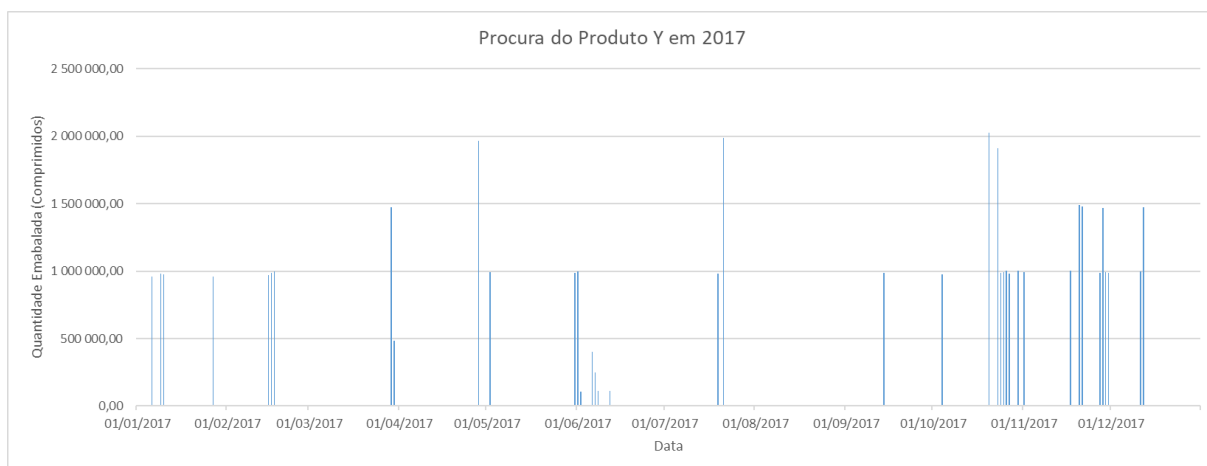


Figura 18 - Distribuição do embalamento do produto com a segunda maior frequência de consumo (dias)

Durante todo o ano de 2017, o maior número de dias em que um determinado produto teve consumo foi 41 dias. Numa primeira fase, a definição de um nível de reposição com base numa distribuição de procura semelhante à Figura 17 e Figura 18 irá levar a um nível de reposição elevado. O 10º produto mais frequente apenas registou 23 dias do ano com consumo, aproximadamente 9% dos dias úteis num ano. Na Tabela 3 é possível observar o *top 10* de produtos com mais dias no ano de 2017 em que registaram consumo.

Tabela 3 - Dias em que se registou consumo dos 10 produtos mais frequentes

Produtos	Dias em que se registou consumo
Produto 1	41
Produto 2	40
Produto 3	40
Produto 4	36
Produto 5	35
Produto 6	31
Produto 7	28
Produto 8	28
Produto 9	27
Produto 10	23

3.4 Características do Processo de Fabrico

Na secção 2.1 foi exposto o processo de produção secundária na indústria farmacêutica. Esse processo consiste em 5 etapas. Irá ser feita, em primeiro lugar, uma análise das 3 primeiras etapas: granulação, compressão e revestimento. Na verdade, na empresa X existe ainda uma etapa intermédia entre a granulação e a compressão designada por mistura do granulado. Será pertinente para uma melhor compreensão do processo abordar cada uma das etapas em maior detalhe:

1. **Granulação:** Nesta fase, a matéria prima (excipientes) é processada de maneira a obter um pó fino.
2. **Mistura do Granulado:** As várias matérias primas (API e excipientes) são misturadas de acordo com as quantidades determinadas na receita do lote.
3. **Compressão:** A mistura é comprimida e o comprimido é formado através de uma prensa e um conjunto de punções e matriz. Em alternativa, poderá passar por um processo de encapsulamento.
4. **Revestimento:** Alguns comprimidos têm de passar por um processo final de revestimento em que passam por dentro de um cilindro e atravessam um *spray* do material de revestimento.

No final de cada estação, existe também um processo de pesagem do *output* fazendo assim um acompanhamento do rendimento ao longo do processo.

O fabrico é um processo em fluxo e que possui uma restrição de tamanho de lote, que é fixo e cuja alteração implica um grande esforço a nível financeiro e burocrático. Assim sendo, assume-se esta limitação como uma restrição do problema e os tamanhos de lote como um parâmetro imutável. O lote é constante ao longo de todo o fluxo de fabrico havendo, no entanto, perdas ao longo do processo, tanto de qualidade como as perdas associadas ao processamento e consideradas naturais neste tipo de indústria, denominadas de perdas de rendimento ou *yield*.

Na empresa em questão, existem duas estações de granulação, duas estações de mistura, cinco de compressão e duas de revestimento que podem ou não ser necessárias. Dependendo do produto, a fase de granulação poderá também não ser necessária. Em alternativa à compressão, o produto poderá ser encapsulado e depois disso seguirá para o *stock* de PSA. Atualmente, o planeamento deste fluxo e da alocação da carga de trabalho às máquinas é feita

pelo responsável de planeamento que, de forma *ad hoc* e com base na sua experiência passada, procura otimizar ao máximo este planeamento, tentando agrupar a produção por molécula em primeiro lugar e depois por dosagem. Como é possível observar através da Figura 19, este é um fluxo denominado de *flow shop*, em que um produto passa por uma sequência de máquinas, que pode variar consoante o produto em questão (Pinedo 1995). Este é um problema de otimização complexa. Dependendo do produto, este poderá ou não estar restringido a determinada máquina, de acordo com os documentos referentes ao mesmo aprovados pela entidade regulamentar. A dedicação de máquinas irá permitir simplificar este processo garantindo ao mesmo tempo que uma determinada máquina está limitada a um pequeno grupo de moléculas e produtos, reduzindo a quantidade de trocas de referência de produtos possíveis. Como mencionado anteriormente, o *lead time* do fabrico ronda os oito dias, em média.

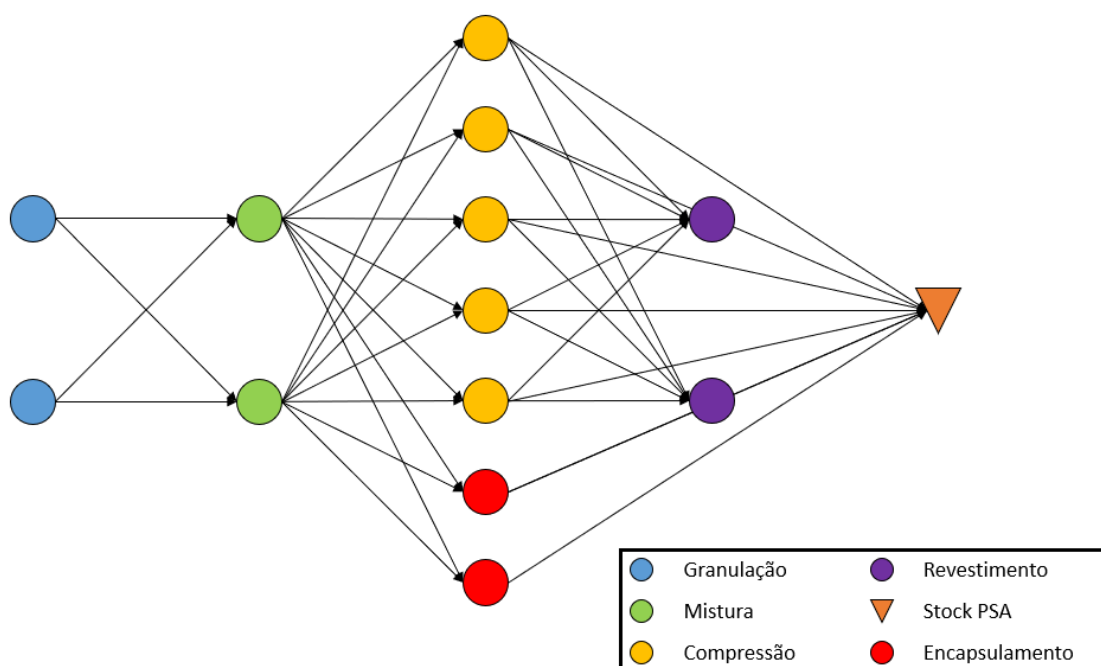


Figura 19 - Fluxo do fabrico

Tal como anteriormente referido, no Capítulo 2, para se abordar qualquer tipo de fluxo de produção, uma das primeiras ações a realizar é a identificação do *bottleneck*. Essa estação é aquela que limita o fluxo de produção e vai ser aquela que define a cadência do *output*. A análise deverá incidir nessa estação e procurar maneiras de melhorar o fluxo nesse ponto até que esta deixe de ser a estação *bottleneck*. Quando se quer definir também a cadência da linha, a análise também terá de ser feita para essa mesma estação pois é essa que limita a cadência global.

No caso da empresa em questão, o *bottleneck* do fabrico é a compressão, que irá ser analisada com maior detalhe. Para a compressão a empresa possui 5 máquinas, sendo que dois pares de máquinas são semelhantes. É devido ao tempo de *setup* elevado, que está dependente da combinação entre o produto produzido anteriormente e o produto que irá ser produzido a seguir, que o fabrico não consegue dar uma resposta mais rápida. Como mencionado na secção 3.2. procura-se otimizar o planeamento com o objetivo de reduzir este tempo de *setup*, por vezes recorrendo às campanhas de produção. Existem, no entanto, limitações na alocação de produtos às máquinas de compressão que podem não permitir esta otimização dentro de produtos da mesma família, caso tenham formatos diferentes. Na verdade, a possibilidade de alocar um determinado produto a uma máquina é limitada pelo formato do mesmo. Cada

formato de comprimido tem associado um tipo, B ou D, e tem um determinado número de punções disponíveis. O punção é a ferramenta da máquina que dá forma ao comprimido, ao comprimi-lo dentro de uma matriz. O grupo de punções de um determinado formato designa-se por “jogo de punções”. A Tabela 4 detalha quais os tipos de punções permitidos numa determinada máquina e a quantidade dos mesmos.

Tabela 4 - Punções por máquina de compressão

Máquina	Tipo de Punção	Nº Punções
TX-40	B	40
TX-40	B	40
TX-26	D	26
SYNTHESIS 1	B	45
	D	30
SYNTHESIS 2	B	45
	D	30

Apesar de ambas as *Synthesis* poderem trabalhar com punções de ambos os tipos (B e D), é necessária a mudança de uma peça, designada por torre, que permite funcionar com cada formato. Na prática, a empresa possui duas torres B e uma torre D, o que limita o fabrico de comprimidos com formatos tipo D, num momento do tempo, à TX-26 e apenas uma das *Synthesis*.

Todas as trocas de produto envolvem *setup*, no entanto, este tempo é variável com base na semelhança entre produtos consecutivos. A Tabela 5 ilustra os tempos associados a cada tipo de mudança.

Tabela 5 - Duração dos diferentes tipos de setup no fabrico

Cenário	Duração Atual	Peso	Observação
Cenário 1	06:00:00	25%	Mudança de API (Completa)
Cenário 2	03:00:00	17%	Mudança de Dosagem (Limpeza em Série)
Cenário 3	01:30:00	58%	Mudança de Lote (Limpeza em Série)

Apesar de um projeto de *SMED* na compressão também estar contemplado no âmbito do projeto *Kaizen* na empresa, ainda não foi dado o início e por isso não estará inserido no âmbito desta dissertação. Assim sendo, os tempos de mudança serão um pressuposto tido como constante ao longo de toda a análise.

3.5 Características do Processo de Embalagem

O processo de embalagem é aquele que, utilizando como o input o PSA, o acondiciona para podermos obter no final as caixas de medicamento. Este processo de embalamento divide-se em duas fases distintas que alcançam dois objetivos diferentes, sendo que essa divisão está patente nas próprias máquinas. É neste ponto do processo, juntamente com o Controlo de Qualidade, que o produto é fisicamente associado a um cliente específico e diferenciado através do *artwork* presente nos blisters e nas caixas e na informação presente nos folhetos informativos. Este será, no processo atual, o limite do nosso *CODP*. Para ser possível colocar

o CODP depois deste ponto, terão de ser realizadas alterações no processo que permitam uma diferenciação do produto mais tardia, mas que não se encontram no âmbito do projeto.

A fase primária do embalamento envolve colocar o produto semiacabado naquilo que se designa de “blister”. Para além do produto semiacabado, entra no processo também o denominado “Material de Embalagem” que é composto por policloreto de vinila (PVC), material de formação e material de cobertura (alumínio). O processo de embalamento envolve então o processamento e junção destes *inputs* em diferentes etapas do processo, da seguinte forma:

1. **Formação:** Etapa em que se dá a forma ao material de formação gerando os alvéolos no qual depois será colocado o produto;
2. **Alimentação:** Etapa em que se coloca o produto semiacabado dentro dos alvéolos formados anteriormente. O produto é alimentado das barricas para um prato que tem ligação ao canal de alimentação e o produto vai sendo empurrado ao longo do canal de forma gravitacional. No caso da empresa em questão esta alimentação pode ser feita usando quatro métodos, e respetivos equipamentos, distintos:
 - 2.1. **Alimentação por Molas:** O prato está conectado a duas ou mais molas que, recorrendo a sensores, colocam os produtos diretamente dentro dos alvéolos. Método preferencial;
 - 2.2. **Alimentação por Escovas:** O canal de alimentação dispensa o produto semiacabado para uma caixa de escovas rotativas que empurram o produto para dentro dos alvéolos;
 - 2.3. **Alimentação por Calhas:** Semelhante à alimentação por molas, no entanto é feita através de calhas rígidas;
 - 2.4. **Alimentação por Rolos:** O produto é alimentado para um rolo com aberturas do mesmo formato que o comprimido, que depois ao rodar alimenta o blister;
3. **Telecâmara:** Câmara utilizada para identificar os blisters não conformes (blisters com alvéolos vazios). Blisters não conformes são sinalizados e dispensados mais à frente (após o corte). Caso sejam detetados um número de blisters seguidos não conformes superiores a um determinado valor de controlo, o funcionamento da máquina é automaticamente interrompido;
4. **Selagem:** Etapa em que o material de cobertura é colocado de forma a cobrir o blister e é depois selado;
5. **Dados variáveis:** Etapa de colocação dos dados variáveis no blister;
6. **Corte:** Etapa de separação da cadeia de blisters em blisters individuais;
7. **Separação:** Etapa em que os blisters identificados como não conformes anteriormente são separados para uma câmara à parte.

As etapas do processo são de complexidade variável dependendo da mudança em questão. O tipo de mudança será determinado pelo produto embalado imediatamente antes e pelo produto embalado de seguida.

Na empresa existem 10 famílias de formatos (ver Tabela 6), cada uma contendo um número variável de formatos diferentes.

Tabela 6 - Número de formatos por família

Família	Nº Formatos
A	21
B	2
C	5
D	11
E	18
F	3
G	11
H	9
I	1
J	4

Depois deste processo resulta então o blister (ver Figura 20) que passará para o processo de embalagem secundário.

A imagem da Figura 20 é ilustrativa do produto final da embalagem primária. Após todos os processos descritos acima resulta então o blister que, juntamente com a cartonagem e os folhetos informativos, servem de *input* para a embalagem secundária. Neste processo, os blisters são agrupados e colocados dentro das respectivas caixas juntamente com o folheto informativo associado ao produto.



Figura 20 - Imagem ilustrativa de um blister

O processo de embalagem secundário divide-se também em oito etapas:

- 1. Empilhador:** Os blisters são empilhados até atingirem o número de blisters a introduzir numa determinada caixa. Este número é variável e depende do produto em questão, resultando assim que o *output*, em termos de caixas/minuto, seja também ele variável.
- 2. Alimentação do Folheto Informativo:** Os folhetos informativos são colocados numa bandeja e alimentados para um sistema que os dobra até estes atingirem o tamanho desejado (o número de dobras necessárias depende do tamanho original do folheto e do tamanho desejado).
- 3. Alimentação da Caixa/Carbonagem:** É dada forma à cartonagem do produto, deixando uma das extremidades abertas para permitir a inserção dos blisters e folhetos.

4. **Inserção:** Os elementos descritos anteriormente são alinhados e um braço mecânico insere os blisters e os folhetos informativos dentro da cartongem.
5. **Fecho:** A extremidade aberta da cartongem é fechada.
6. **Balança:** Verifica se o peso da embalagem final está conforme.
7. **Dados Variáveis:** Inserção dos dados variáveis, nº de lote e validade, na cartongem.
8. **Skinetta:** A cartongem é transportada através de um tapete, é girada 90° e é agrupada até formar um *pack* de caixas com o volume desejado que é posteriormente envolvido com um filme plástico. Este elemento pode estar presente no final da máquina ou ser um elemento externo.

Novamente, os ajustes necessários variam consoante o produto produzido anteriormente e o produto seguinte.

A Figura 21 representa uma das máquinas em funcionamento na empresa. Neste momento a empresa possui cinco linhas de embalagem de caixas e uma linha de embalagem de frascos, que não se enquadra no âmbito do projeto. A linha 2 será o foco da análise pois é a mais complexa e que garante replicabilidade para as restantes linhas.

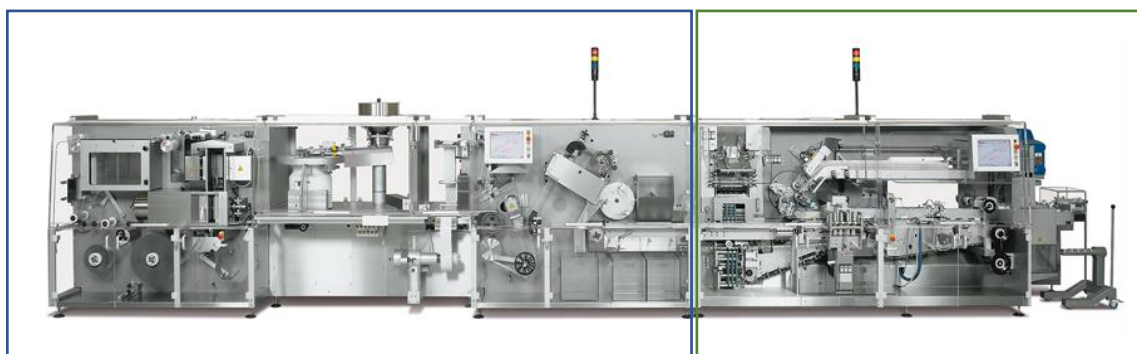


Figura 21 - Máquina Mediseal CP400

Devido à falta de informação em formato digital, não foi possível desagregar o OEE em todas as suas componentes – disponibilidade, *performance* e qualidade. Para se poder avaliar o OEE foi necessário recorrer à fórmula simplificada, resultando num OEE de embalagem médio, no início do projeto, de 25%. Apesar de não haver informação completa para proceder a uma análise mais fina de cada componente do OEE, devido ao baixo valor do mesmo e por conhecimento do processo, foi possível perceber que o elevado tempo de *setup* da máquina era um problema que deveria ser abordado. Efetuou-se então uma análise aos tempos de *setup* do processo.

Como já tinha sido mencionado anteriormente, o tempo de mudança de produto na embalagem está dependente do produto produzido anteriormente e do produto a ser produzido de seguida. Como não existia informação fiável dos valores atuais do tempo de mudança de produto, foi definido, em conjunto com o responsável de embalagem, uma *baseline* que serviria como ponto de partida. Para se poder proceder à análise, foi necessário agrupar os *setups* associados ao par produto-produto em três grupos distintos, designados como o “Cenário 1”, “Cenário 2” e “Cenário 3”. O “Cenário 1” envolve aquilo que se designa como uma mudança completa, isto é, tanto há mudança no primário – alimentação, formato e cortante – como no secundário – empilhador, folhetos informativos, ajuste calhas, impressão e verificação, balança, etiquetadora, *skinetta* e fecho da caixa final – e necessita de uma limpeza completa. O Cenário 2 envolve apenas um dos grandes grupos de mudança, primário ou secundário, ou seja, quando temos mudança do formato dos comprimidos ou da dimensão da caixa, respetivamente, e uma limpeza completa. Quanto ao “Cenário 3”, este diz respeito a uma mudança mais simples em que apenas existe alteração da literatura ou *artwork* mas o produto é o mesmo, e é necessária uma limpeza em série.

Na Tabela 7, podemos ver os tempos atribuídos a cada cenário numa fase inicial e o peso dos mesmos, avaliado em termos do número de *setups* por mês de um determinado cenário a dividir pelo número de *setups* total num determinado mês. Os valores objetivo foram definidos com a equipa aquando do VSD com base numa análise macro do processo e das oportunidades de melhoria presentes. Como é possível verificar, o cenário com maior influência, quando ponderado o peso e a duração de cada um, é o “Cenário 2”. Assim sendo, foi este o cenário elegido como piloto da análise.

Tabela 7 - Tempos de setup na embalagem e respetivo peso de cada cenário

Cenário	Peso (% Setups)	Duração Atual	Peso * Duração	Duração Objetivo	Peso * Duração	Ganho Potencial
Cenário 1	10%	10:00	01:00	07:00	00:42	00:18
Cenário 2	65%	06:00	03:54	04:00	02:36	01:18
Cenário 3	25%	01:30	00:23	01:00	00:15	00:08
TOTAL	100%		05:17		03:33	01:44

Como não foi possível atestar a veracidade dos tempos assumidos na fase do VSD recorrendo a dados existentes, optou-se por se utilizar o método de estudo de tempos de trabalho através de vídeos do processo recolhidos no chão de fábrica. Esta análise, recolhida para o “Cenário 2” com mudança de primário permitiu proceder a uma análise mais detalhada e consequentemente à definição de possíveis soluções de forma a conseguir atingir os objetivos propostos anteriormente. A Tabela 8 apresenta os tempos da mudança distribuídos em 7 grandes grupos. Uma listagem mais detalhada de cada tarefa dentro destes grupos está disponível no Anexo B.

Tabela 8 - Duração das tarefas do Cenário 2

Grupo de Tarefas	Duração
Finalização do Lote	00:15:00
Devoluções	00:21:30
Desmontagem	00:34:00
Limpeza	02:29:00
Preparação do Lote	00:57:00
Preparação do Formato	00:11:15
Montagem da Máquina	02:54:00
TOTAL	07:41:45

Após esta análise, iniciou-se a aplicação da metodologia SMED e o levantamento de problemas e oportunidades de melhoria, que serão descritos em mais detalhe no capítulo seguinte.

A melhoria no OEE e no tempo de *setup* das linhas de embalagem tem dois objetivos: permite desde já um aumento de capacidade devido à redução no tempo de produção perdido, o que permite satisfazer mais encomendas no mesmo intervalo de tempo, reduzindo assim o tempo de espera, ou seja o *lead time*, de cada encomenda, e possibilita também uma maior flexibilidade quanto ao tamanho de lote embalado. Como se poderá ver mais à frente no Capítulo 4, esta redução do tempo de *setup* irá também ter uma influência direta no nível de reposição dos supermercados de produto por permitir reduzir o *EPEI* (*Every Part Every Interval*) de cada produto, que será explicado em detalhe na secção 4.4.

4 Caso de Estudo: Implementação de Soluções

No presente capítulo irá ser descrito todo o processo de implementação das metodologias apresentadas anteriormente na empresa que está a ser estudada. Pretende-se assim detalhar, passo a passo, quais as decisões tomadas e as devidas justificações. O objetivo será também permitir a replicabilidade de alguns conceitos e metodologias aqui expostas em empresas semelhantes da mesma indústria.

A idealização e realização das soluções aqui expostas apoiou-se nos *inputs* dos *stakeholders* dos vários processos assim como da revisão bibliográfica realizada no capítulo 2.

A secção seguinte foi dividida em três grandes áreas de melhoria: planeamento em *pull*, revisão do processo de controlo de qualidade e SMED na embalagem. Devido às ações decorrerem em paralelo, a estrutura do capítulo não respeita necessariamente a ordem cronológica das soluções, mas representa a sequência lógica de passos seguida dentro de cada área de melhoria.

Num âmbito mais geral, as ações implementadas baseiam-se no objetivo de criação de fluxo e redução do *lead time* através da eliminação de ineficiências dos processos e de uma estratégia de nivelamento de produção e de supermercados intermédios de produtos selecionados de forma a garantir uma resposta rápida ao mercado.

4.1 Planeamento em Pull

Uma das grandes áreas de melhoria definidas anteriormente e cruciais para o projeto é o planeamento em *pull*. Esta solução implica uma redefinição da estratégia de planeamento, passando de uma estratégia única de produzir todas as encomendas apenas com base em encomendas fixas do cliente para passar a produzir algumas referências para *stock*, seja este de produto final ou PSA. Os pontos onde se mantém *stock* de material vão ser doravante designados por supermercados.

O primeiro passo para a aplicação desta estratégia passa então pela execução de uma análise cuidada do volume e frequência de produção de cada referência para cada processo. Após isso será delineada, com base na análise realizada, a seleção da estratégia, MTS ou MTO, a aplicar para cada referência. Na verdade, partindo do ponto inicial em que todas as referências são MTO, este ponto será apenas a seleção das referências a considerar como MTS. Após isso, será feito o nivelamento da carga e a dedicação das referências MTS às várias máquinas ao longo do fluxo de produção, possibilitando o cálculo do EPEI (*Every Part Every Interval*) de cada uma das máquinas. De seguida, será feito o dimensionamento dos supermercados em todas as suas componentes – nível de reposição, *stock* de segurança e tamanho de lote. Finalmente, será delineado um plano de implementação para se poder concretizar todas as medidas definidas nos passos anteriores.

Um tema relevante para esta indústria é a comunicação e o alinhamento da estratégia junto dos clientes. Cada vez mais, o tema da gestão de cadeia de valor de um produto requer a cooperação e sinergia dos vários intervenientes na cadeia, de forma a maximizar o valor acrescentado e reduzir o desperdício. Duas questões exigem a coordenação comercial com os

clientes: prazos de validade e gestão de matéria prima. A primeira exige uma garantia de que os clientes aceitam a redefinição da estratégia produtiva que, apesar de não ser crítica para a implementação, será uma boa prática de gestão de relação com o cliente. A segunda pode ser limitadora, e prende-se com a compra de matéria prima, nomeadamente do princípio ativo. Existem alguns produtos para os quais a compra e *stock* de API são da responsabilidade do próprio cliente. É por isso necessário haver uma gestão conjunta de forma a garantir que podemos manter um nível de *stock* satisfatório para dar resposta às necessidades de supermercado. Em contrapartida, a redução de *lead time* e melhoria do OTIF servirá para melhorar o serviço ao cliente e, no longo prazo, motivará o cliente a colocar encomendas mais frequentes e de dimensão reduzida, já que irá naturalmente reduzir os próprios níveis de *stock* que são consequência do *lead time* de entrega da empresa. Este nivelamento da procura, que também deve ser fomentado pelo departamento comercial da empresa, vai levar a uma redução do stock de segurança (*safety stock*) e do nível de reposição de cada produto no longo prazo.

4.2 Análise ABC/XYZ

Como foi mencionado, esta análise da quantidade e frequência de consumo das várias referências do produto tem de ser feita para todos os pontos em que se pretende implementar os supermercados. A análise será iniciada no produto final e será depois alargada ao PSA e eventualmente às matérias primas e material de embalagem.

Recorrendo aos dados das vendas de setembro de 2017 a maio de 2018, foi realizada uma análise da frequência de consumo das diferentes referências e da respetiva quantidade consumida. Desde o início que se deparou com um problema para a análise, as unidades de venda não eram constantes pois as vendas poderiam ser tanto em caixas, como em comprimidos – a venda do *bulk*, frascos, cápsulas ou blisters. As referências associadas a cápsulas, frascos e blisters eram apenas sete em trezentas e setenta e sete e, portanto, eram pouco representativas e podiam ser excluídas (decisão suportada também pela análise de frequência). No entanto, antes de se realizar esta correção, observou-se a análise da frequência de consumo onde foi possível notar que a referência mais consumida tinha sido consumida apenas em doze ocasiões nos nove meses, dando assim uma média de frequência de consumo de 1,33 pedidos por mês. Expandindo esta análise aos restantes produtos, foi possível verificar que apenas três referências têm uma frequência de consumo igual ou superior a um pedido por mês. Esta situação ocorre devido à diferenciação existente no material de embalagem do produto, seja no *artwork* das caixas e blisters, seja na informação presente nos folhetos. Concluiu-se que devido aos padrões de consumo do produto final e devido ao tempo de resposta tido como objetivo, seria preferível não considerar o supermercado de produto final e passar assim para o supermercado de PSA, em que o *lead time* de entrega ao cliente englobaria então a embalagem situando-se, nos 16 dias. Apesar do valor à primeira vista parece elevado, já seria uma melhoria substancial face aos 170 dias atuais.

Para a análise ABC dos PSA recorreu-se aos dados referentes ao período de janeiro a dezembro de 2017, que pode ser vista na Figura 22.

A Figura 22 não pretende demonstrar quais os produtos mais vendidos, mas sim demonstrar o efeito Pareto presente. Como se pode verificar, grande parte do consumo (80%) está concentrada numa pequena percentagem das referências, 35 em 154, menos de 20%. Este foi o limite estabelecido para considerar uma referência como A. As referências B eram aquelas cuja percentagem de consumo acumulado representava entre 80% a 95% do consumo e as C aquelas referências que cuja percentagem acumulada representava de 95% a 100% do consumo. Uma análise semelhante poderá ser feita para a frequência de consumo. Para a análise de frequência, a classificação X, Y ou Z não se atribui com base na representatividade ou frequência acumulada, mas com base em valores definidos pela equipa para aquilo que deve ser considerado um produto muito frequente (produzidos no mínimo uma vez a cada 3

semanas), um produto de frequência média (produzidos uma vez a cada 8 semanas), ou um produto pouco frequente (todos os restantes).

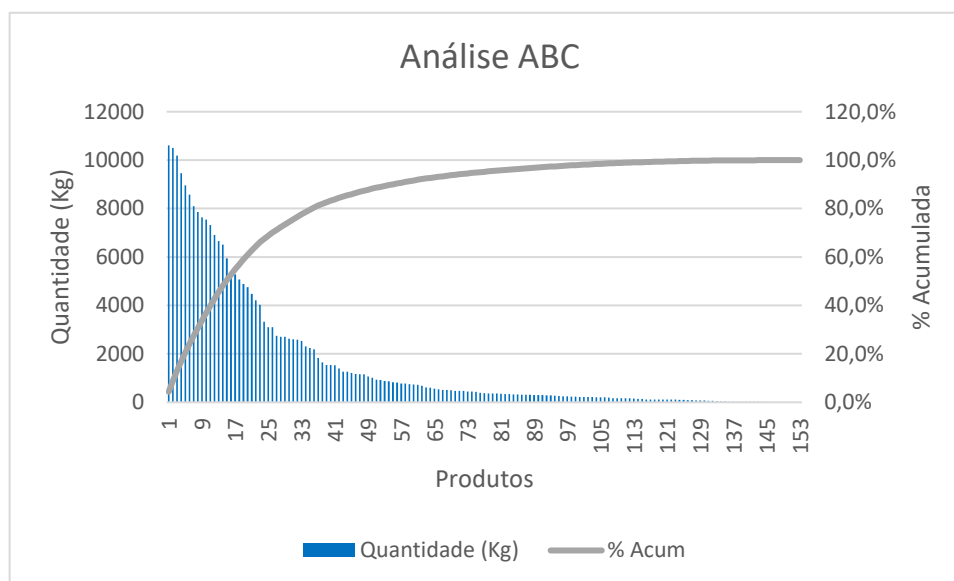


Figura 22 - Análise ABC da quantidade (Kg) de consumo do PSA

Os resultados da análise auxiliam a decisão de quais os produtos a manter em *stock* e quais aqueles que devem apenas ser produzidos com base em encomendas firmes. Menos de 10%, 15 das 154 referências, são consideradas como sendo AX, elevada quantidade e frequência de consumo (ver Tabela 9).

Tabela 9 - Resultado da análise ABC/XYZ do PSA

		Quantidade			TOTAL
		A	B	C	
Frequência	X	15	1	1	17
	Y	16	13	3	32
	Z	4	26	75	105
TOTAL		35	40	79	154

4.3 Estratégia MTS/MTO

Numa indústria de processo, o fator mais relevante da análise ABC/XYZ na decisão de quais as referências a produzir para *stock* é o da frequência, pois estas são aquelas que representam o maior número de pedidos. Na verdade, utilizando a melhoria do OTIF como objetivo, e sendo este um indicador binário, avalia apenas se se cumpriu ou não, o fator determinante será o número de pedidos e não a sua quantidade. Tendo isto em consideração, definiu-se inicialmente que os produtos a produzir com base numa estratégia MTS seriam então aqueles avaliados como AX e BX, totalizando 16 referências. Ora, esta estratégia híbrida leva a um modelo de planeamento distinto para estes dois grupos de referência, sendo que o modelo de planeamento de produção se mantém para as MTO e para as MTS será semelhante aquele apresentado na secção 3.2. com a diferença de que se eliminou o supermercado de produto acabado.

Esta análise e decisão estratégica pode geralmente ser aplicada a qualquer indústria ou empresa. No entanto, existem particularidades desta indústria que é imperativo ter em consideração, nomeadamente, as condições necessárias e as condições disponíveis para o armazenamento de uma determinada referência e também o prazo de validade de cada

referência para que depois possa ser comparado com os dias médios em *stock* ou a rotação do *stock*. A primeira análise pode ser realizada já à partida, a segunda apenas após se dimensionar os supermercados.

Para isso, suportou-se a decisão com uma análise realizada pela empresa, que classificava todos os produtos de acordo com a possibilidade de os manter em *stock*, de acordo com um de três tipologias: *Non-Controlled Conditions* (sem restrições), *Controlled Conditions* (em condições controladas, 30 dias de armazenamento sem estar embalado) ou *Not Feasible* (não é possível, 15 dias de armazenamento sem estar embalado). Dessa análise resultaram 4 referências MTS sem restrições de armazenamento, 8 com condições controladas e 4 que não poderiam ser produzidas para *stock* (ver Tabela 10).

Tabela 10 - Restrições de validade dos produtos em *stock*

Produto	Tipologia de Armazenamento	Limite de Dias de Stock de PSA	Prazo de Validade do Produto Embalado
A	Not feasible	15	45
B	Not feasible	15	45
C	Non-controlled conditions	-	180
D	Not feasible	15	45
E	Non-controlled conditions	-	180
F	Controlled conditions	30	360
G	Not feasible	15	45
H	Controlled conditions	30	180
K	Controlled conditions	30	180
L	Non-controlled conditions	-	180
M	Controlled conditions	30	180
N	Controlled conditions	30	180
O	Controlled conditions	30	180
P	Controlled conditions	30	180
Q	Controlled conditions	30	180
R	Non-controlled conditions	-	360

4.4 Dedicção de Máquinas

Após a definição da estratégia de produção para cada produto, o próximo passo será a dedicação de máquinas, que tem dois objetivos. Em primeiro lugar, permite o cálculo do EPEI que servirá de *input* para o passo seguinte e, para além disso, permite mais tarde nivelar a capacidade de produção e reduzir a variabilidade em algumas estações, de forma a aplicar o conceito da *Mura Station*. Este conceito faz parte da metodologia *Kaizen* e consiste em concentrar a maior parte da variabilidade de um processo numa das estações de maneira a removê-la das outras para conseguir garantir estabilidade em algumas estações. Esta medida irá também simplificar em grande parte o processo de planeamento, pois reduz o problema de otimização dos tempos de *setup* simplesmente a um sistema de gestão de sequência de produção numa máquina.

Iniciou-se este passo com a dedicação de linhas no fabrico, nomeadamente a dedicação das compressoras que, como se tinha visto anteriormente, eram o *bottleneck* do processo. Devido

ao tipo de formato das referências MTS selecionaram-se duas máquinas para se dedicar referências, uma das TX-40 e uma das *Synthesis*, doravante designadas por TX-40 1 e *Synthesis 1*. Esta decisão, assim como a seleção das referências a dedicar a cada máquina, foi feita recorrendo ao *input* dos responsáveis pelo processo. Para além disso, de forma a garantir uma ocupação satisfatória, foi necessário dedicar também 9 referências MTO na TX-40 1. As referências selecionadas foram também com base nos *inputs* dos responsáveis e procurando sempre agrupar moléculas iguais de forma a reduzir a variedade de moléculas e tempo de *setup* associado.

De seguida, calculou-se o EPEI para cada uma das máquinas. O EPEI determina, com base no *output* necessário para satisfazer a procura e no tempo de *setup* disponível, de quanto em quanto tempo é que se irá produzir a mesma referência. A fórmula é a seguinte:

$$EPEI = \frac{N^{\circ} \text{ de Referências Dedicadas}}{N^{\circ} \text{ de Setups Possíveis por Dia}} \quad (4.1)$$

Para se calcular o nº de *setups* possíveis por dia é necessário o tempo médio de *setup* e o tempo disponível para *setups*.

$$N^{\circ} \text{ de Setups Possíveis por Dia} = \frac{\text{Tempo Disponível para Setup}}{\text{Tempo Médio por Setup}} \quad (4.2)$$

O tempo médio por *setup* resulta dos tempos definidos na secção 3.4. e foi definido como sendo 3 horas e meia. O tempo disponível para *setup* resulta da dedução do tempo necessário para produção ao tempo de abertura. O tempo necessário para produção é a soma da procura média diária para todos as referências num dado período de tempo dividida pela velocidade real do processo. A velocidade real é a velocidade nominal multiplicada por um fator que engloba perdas de velocidade, perdas de qualidade e perdas de disponibilidade por manutenção.

Como é possível verificar na Tabela 11, o facto da TX-40 1 ter múltiplas referências alocadas, inclusive algumas MTO, prejudica o EPEI que se situa próximo dos 15 dias úteis, enquanto que o da *Synthesis 1* é de aproximadamente 5 dias úteis.

Tabela 11 - Cálculo do EPEI nas Compressoras

	<i>Synthesis 1</i>	TX-40 1
Procura Total (Comp/dia)	748 099	859 229
Velocidade Nominal (Comp/hora)	100 000	102 333
Fator de Perdas (%)	50%	50%
Velocidade Real (Comp/hora)	50 000	51 167
Tempo Necessário para Produção (min)	16,0	17,6
Tempo de Abertura (min)	21	21
Tempo Disponível para Setups (horas)	5,0	3,4
Tempo Médio de Setup (horas)	3,5	3,5
Nº de Setups Possíveis / Dia	1,43	0,97
Nº de Referências	7	15
EPE	4,9	15,4

Na prática um *EPEI* inferior implica uma redução na quantidade de *stock* necessário, que se irá verificar na secção seguinte.

4.5 Dimensionamento dos Supermercados

No capítulo 2 foram apresentados dois métodos de cálculo distintos para o dimensionamento de *stocks*, o método do nível de serviço e o método da média móvel. Naturalmente que, quando confrontados com dois métodos de cálculos válidos, será pertinente fazer uma comparação entre ambos os métodos, procurando eleger aquele que garante que o objetivo de redução de *lead time* é atingido, ao mesmo tempo que assegura que os outros indicadores se mantêm a um nível satisfatório. Neste caso, o indicador secundário que devemos manter em controlo será o valor de *stock* e a rotação do *stock*, ou o número médio de dias que levaria a consumir todo o inventário. Apesar deste não representar um gasto para a empresa, sendo contabilizado para todos os efeitos como um ativo, não deixa de significar uma redução de fluxo de caixa e uma perda na capacidade de investimento, para além do risco do material se tornar obsoleto ou passar a validade.

Devido à dimensão do projeto e potencial impacto, durante o decorrer do projeto da dissertação não foi possível implementar e medir os ganhos obtidos com as soluções delineadas. Desse modo, e para podermos garantir uma expectativa realista e fundamentada, optou-se por utilizar uma separação dos dados de 70/30. Ou seja, os parâmetros foram otimizados utilizando 70% dos dados e validados utilizando os restantes 30%. Os dados utilizados foram os consumos de PSA que dizem respeito ao período entre janeiro de 2017 a maio de 2018, sendo que os primeiros 12 meses foram utilizados para otimização dos parâmetros e os restantes 5 para a validação do modelo. Como mencionado na secção 3.3, verifica-se uma procura caracterizada, na generalidade, por elevados picos de consumo seguidos de longos períodos de tempo sem consumo, o que leva a uma grande variabilidade e a um acréscimo do nível do *stock* de segurança.

Para permitir a comparação entre a eficácia de os dois métodos de cálculo sugeridos, foram selecionados três indicadores a monitorizar: a percentagem de rotura (medida como a quantidade total de rotura sobre a procura total durante o período, em comprimidos), a rotação de *stock* (designados por dias médios de *stock*) e o valor médio de *stock* em euros, calculado com base no *stock* médio resultante da simulação multiplicado pelo custo unitário do produto. De modo a possibilitar uma análise da tendência e obter uma comparação mais abrangente de ambos os métodos, o *stock* foi dimensionado para sete iterações distintas dos parâmetros, que podem ser observadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Parâmetros da análise do nível de reposição

Iteração	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
Nível de Serviço	99,9%	97,5%	95,0%	90,0%	80,0%	60,0%	50,0%
Pico de Procura	1º	3º	5º	10º	15º	30º	35º

A Figura 23 demonstra como evolui o valor médio de *stock* em resposta à percentagem de rotura esperada. Analisando a figura, é possível perceber que, para níveis de rotura mais baixos o valor de *stock* obtido utilizando o método do nível de serviço é inferior, sendo que a tendência é que os métodos se aproximem para valores percentuais de rotura mais elevados.

O valor de *stock* médio em dias e em euros está intrinsecamente ligado. No entanto, pode sofrer algumas oscilações com base no produto que está em *stock*. A análise da Figura 24 permite-nos retirar conclusões semelhantes à da figura anterior. Para percentagens de rotura esperada inferiores, o método da média móvel permite-nos obter um inventário mais

otimizado sem comprometer o nível de serviço. No entanto, a Figura 24 demonstra de uma forma mais evidente que a tendência será que o resultado de ambos os métodos se aproxime.

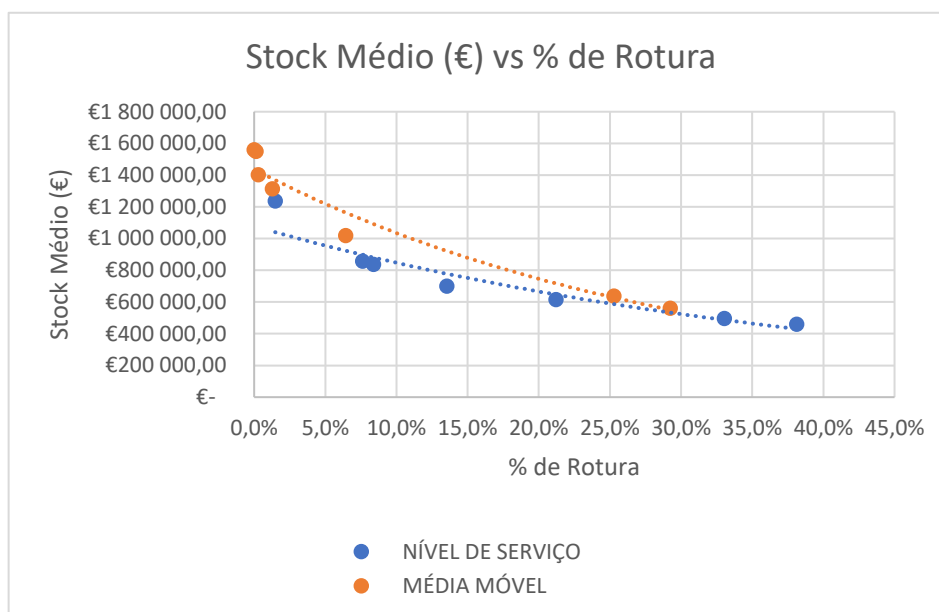


Figura 23 - Evolução do valor de stock médio face à percentagem de rotura esperada

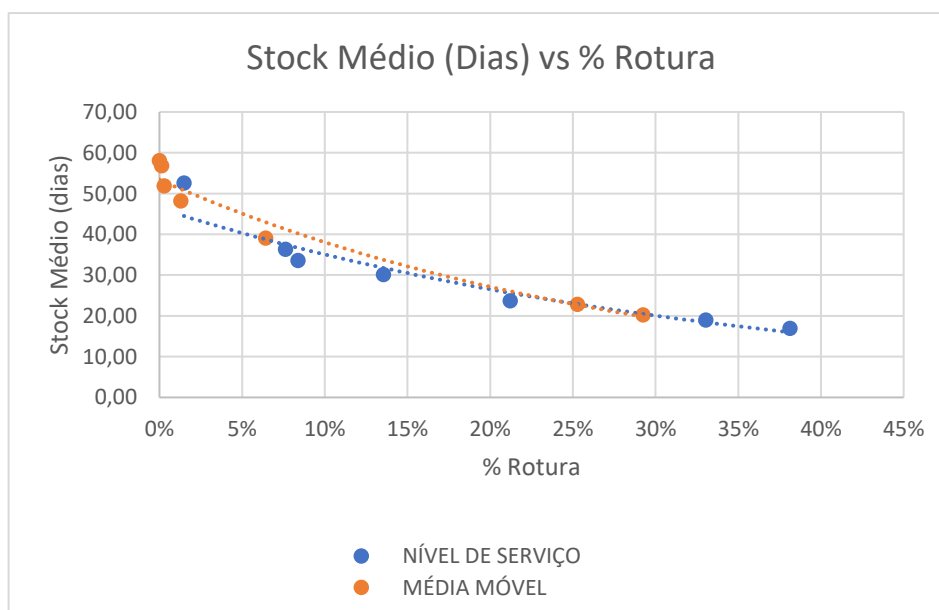


Figura 24 - Evolução do *stock* médio em dias face à percentagem de rotura esperada

Da comparação de ambos os métodos acima, resultou a seleção do método de cálculo e respetivos parâmetros a utilizar. Após a análise inicial, elegeu-se o método do nível de serviço otimizado para um nível de serviço de 80,0%, como aquele que melhor se adequaria ao caso em questão. Na Tabela 13 é possível verificar em maior pormenor os resultados do parâmetro selecionado. Apenas o produto D e M ultrapassam a respetiva restrição de validade. No caso do produto M esta diferença é elevada e, portanto, será retirado da lista de produtos a manter em supermercado. No caso do produto D, e como a restrição de validade não é uma restrição formal, mas apenas uma recomendação, decidiu-se manter em supermercado tendo também em consideração que, com a alteração do padrão de procura e redução do nível de reposição esperada, este valor após a implementação da estratégia MTS irá tendencialmente diminuir.

Tabela 13 - Resultados do cálculo do nível de reposição

Produto	Restrição de Validade (dias)	Rotura (%)	Valor Stock (€)	Stock Médio (Dias)
A	15	32,2%	14 967,37 €	12,53
B	15	34,8%	22 407,99 €	11,14
C	180	29,5%	31 405,18 €	15,16
D	15	22,1%	27 801,60 €	20,86
E	180	4,7%	88 257,60 €	35,35
F	30	17,4%	60 252,31 €	24,41
G	15	28,3%	5 489,88 €	13,22
H	30	27,3%	28 255,52 €	17,03
K	30	25,2%	109 734,45 €	20,17
L	180	24,9%	9 799,39 €	20,47
M	30	2,5%	141 955,10 €	77,41
N	30	7,3%	13 764,40 €	24,33
O	30	9,8%	6 570,92 €	21,91
P	30	49,9%	19 859,55 €	17,82
Q	30	9,8%	24 183,42 €	19,36
R	360	13,4%	9 726,97 €	27,72

Após todos os parâmetros estarem definidos, foi realizada a simulação da evolução de stocks com base nos consumos reais de abril e maio. A Figura 25 ilustra um exemplo de uma dessas simulações.

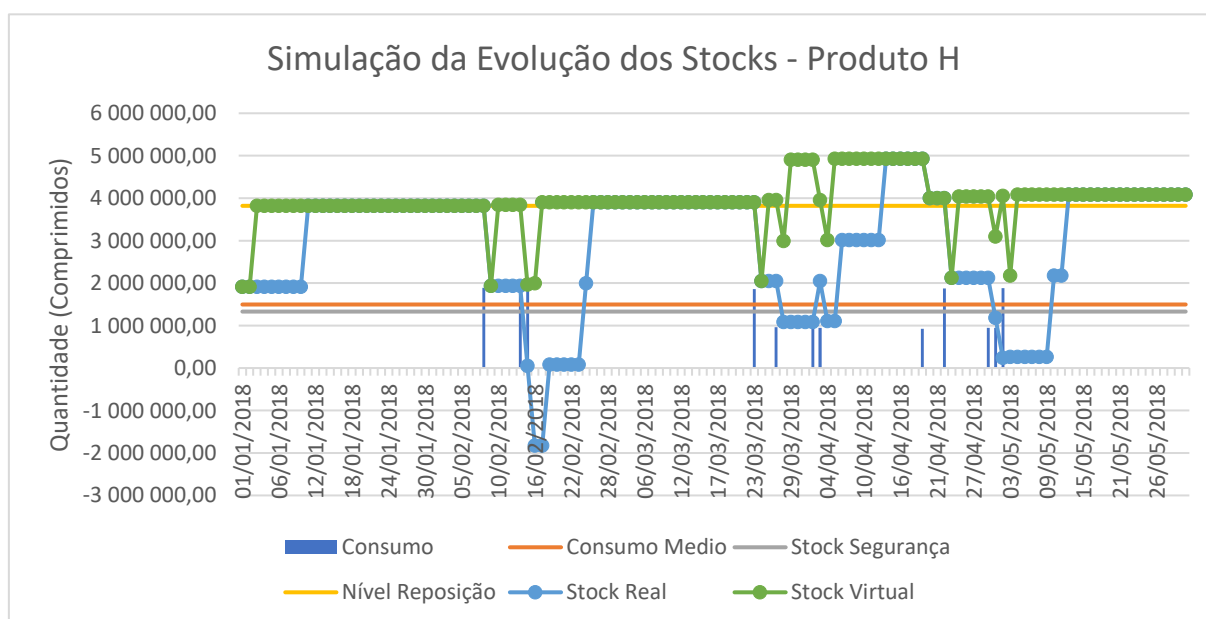


Figura 25 - Simulação da evolução dos stocks para um produto MTS

Observando a figura é possível verificar que, em alguns dias, existe rotura de stock real. Através de uma análise mais profunda, foi possível identificar quais as ordens em que,

durante a simulação, existiu rotura de *stock*. Através dessa informação foi possível então estimar um *lead time* para cada ordem, utilizando os seguintes critérios:

1. Para artigos MTO, o *lead time* definido foram os 170 dias atuais;
2. Para artigos MTS
 - a. Se a ordem era satisfeita sem rotura, o *lead time* era os 16 dias do processo de embalagem;
 - b. Se existisse rotura, o *lead time* era então o *lead time* do ponto 2.a acrescido do EPEI do produto.

Com base na análise acima descrita, foi possível realizar uma estimativa do potencial impacto da solução descrita nesta secção. Após a conclusão de todas as etapas acima descritas resultou um *lead time* médio esperado com a implementação do planeamento em *pull* de 126 dias, uma melhoria de aproximadamente 26% face ao *lead time* médio inicial de 170 dias.

Como o principal foco desta dissertação é o inventário de PSA, não se dimensionou até ao momento o nível de *stock* de matéria prima, assumindo-se assim o pressuposto de que esta está prontamente disponível assim que é necessária para a produção.

4.6 SMED na Embalagem

Como descrito no capítulo 2, o primeiro passo do SMED passa pela observação do trabalho. Esse trabalho foi efetuado recorrendo à gravação de vídeo que permitiu uma posterior análise com a equipa. Através da análise, foi possível efetuar uma listagem mais pormenorizada de todas as tarefas envolvidas no processo e respetivos tempos de execução.

Efetuuou-se um mapeamento do processo com os seguintes objetivos:

1. Listagem dos tempos de execução;
2. Identificar tarefas externas e internas;
3. Normalização do processo;
4. Identificação de oportunidades de melhoria;
5. Identificação de tarefas críticas;

A sequência de objetivos acima foi também aquela seguida no método de resolução. O primeiro passo consistiu na listagem dos tempos de execução, que permitiu uma análise mais profunda de cada tarefa e o balanceamento da sequência de tarefas definidas na normalização do processo. Desta listagem resultou um tempo de execução de 07:41:15, superior às 6 horas definidas pela equipa. O passo seguinte foi então a identificação das tarefas externas, que poderiam ser realizadas com a máquina ainda em funcionamento. Dentro deste grupo de tarefas, inseriam-se maioritariamente aquelas relacionadas com a preparação da produção do próximo lote, tanto da matéria prima como dos componentes da máquina. Definiu-se assim que as peças da máquina (formato e alimentação) seriam preparadas de antemão, com base no planeamento para o dia, e colocadas num carro. Uma das considerações a ter neste ponto, devido a restrições da indústria, foi que todo o material associado a um lote de produção que não aquele atualmente a ser produzido não poderia estar presente na linha. Desse modo, os carros ficariam em espera numa sala adjacente para permitirem uma deslocação célere até à linha de produção.

Após isso, procedeu-se então à normalização do processo, que consistiu na definição da sequência de tarefas e criação de normas para a realização de tarefas mais críticas. Este passo é, provavelmente, aquele que gerou um maior benefício. A sequência de tarefas normalizada para cada operador permite uma melhor gestão de fluxo de todo o processo e um melhor encadeamento de tarefas dependentes.

Definiram-se também três níveis de operadores, Operador 1, Operador 2 e Operador 3, em ordem decrescente de experiência. Identificou-se também a necessidade de um Operador

Externo para a realização das tarefas externas, devido à necessidade de manter sempre três operadores na linha quando esta se encontra em funcionamento. Ao Operador 1 foram entregues as tarefas de maior complexidade, sendo as restantes distribuídas pelos outros dois operadores procurando sempre a alocação de tarefas que pudessem ser realizadas em paralelo. A distribuição de tarefas pode ser observada em detalhe no Anexo B.

A identificação de tarefas críticas e oportunidades de melhoria foi realizada em simultâneo. Identificaram-se como grandes oportunidades de melhoria na execução das tarefas os seguintes pontos:

1. Falta de organização das ferramentas de trabalho. Ferramentas desnecessárias e falta de ferramentas necessárias levou a que se perdesse algum tempo à procura das mesmas.
2. Material de limpeza indisponível. Identificou-se uma falha ao nível de consumíveis para a limpeza como sacos do lixo, álcool, máscaras, luvas, entre outros e uma perda de tempo na reposição dos mesmos.
3. Espera pela limpeza. Tempo de deslocação para ir chamar equipa responsável pela limpeza que não estava disponível no momento e que levou a um tempo de espera de cerca de 20 minutos.

As oportunidades identificadas levaram a um plano de ações para eliminação do desperdício e redução do tempo de execução.

De forma a resolver o problema levantado no ponto 1, foi realizado um levantamento das ferramentas disponíveis atualmente e daquelas estritamente necessárias à realização do processo. Com essa informação, foi possível definir um *kit* de ferramentas dedicado a cada linha, amovível de forma a que o colaborador se pudesse deslocar com ele e reduzir assim as movimentações.

Para eliminar o tempo de espera e movimentações derivadas da falta de material de limpeza, foi implementado um bordo de linha, definindo um nível de reposição com base no consumo médio diário e eliminando referências de produtos desnecessários. Após isso, organizou-se o espaço físico na linha e definiu-se um sistema de reposição com base em *Kanbans* de produto que despoletam encomendas (ver Figura 26). *Kanban* é um termo japonês cuja tradução significa “cartão”. Na metodologia *Kaizen* é um elemento bastante comum, utilizado para transmitir informação. Neste caso, será utilizado para sinalizar que o nível de reposição de um determinado material de limpeza foi atingido, servindo assim para o responsável pela realização do reabastecimento saber quais os materiais que tem que repor e em que quantidade. O *Kanban* é libertado quando o nível de reposição é atingido e é colocado num compartimento próprio. Após isso o colaborador deve sinalizar a necessidade de reposição levantando uma bandeira que se encontra no final da linha. No final do dia, o supervisor ou o operador externo recolher e repõe o material necessário.

Figura 26 - Exemplo de um cartão *Kanban*

Por fim, abordando o problema relacionado com o procedimento de limpeza, procurou-se também otimizar o fluxo deste processo. Em primeiro lugar, procurou-se otimizar o fluxo através da redução do tempo de espera através de duas ações: dedicação de um elemento de limpeza para a secção de embalagem e melhoria na comunicação através da implementação de bandeiras de sinalização, semelhantes às bandeiras da necessidade de reposição mencionadas anteriormente, procurando assim reduzir a necessidade de deslocação dos colaboradores. Dentro do processo de limpeza procurou-se também redefinir e comunicar às responsáveis um novo fluxo de limpeza, garantindo a limpeza das zonas mais prioritárias (primário) primeiro de forma a garantir a libertação dessa área para continuação do trabalho de *setup* o mais cedo possível.

No que toca à identificação das tarefas críticas, a tarefas que limita o tempo de processo é o ajuste da alimentação. O problema desta tarefa é a falta de informação atualizada para cada formato que implicava ajustes sem um *standard* definido. Para colmatar essa falha, iniciou-se um processo de levantamento e atualização destes valores à medida que os ajustes de cada formato e alimentação iam sendo realizados.

Resultados

Após a definição e implementação de parte das melhorias acima definidas foi realizado um teste de implementação no terreno.

O resultado obtido foi positivo. Não só se atingiu o objetivo proposto como inclusive este foi superado. Foi possível, para um *setup* que em teoria demoraria cerca de 6 horas, reduzir para as 2 horas e 40 minutos, o que representa uma redução de aproximadamente 66% do tempo (ver Tabela 14).

Tabela 14 - Resultados do SMED na embalagem

Cenário	Peso (% Setups)	Duração Base	Peso * Duração	Nova Duração	Peso * Duração
Cenário 1	10%	10:00	01:00	10:00	01:00
Cenário 2	65%	06:00	03:54	02:40	01:44
Cenário 3	25%	01:30	00:23	01:30	00:23
TOTAL	100%		05:17		03:07

Apenas com a melhoria no Cenário 2 já será expectável superar o objetivo do tempo de *setup* médio ponderado. Não se está a contemplar também o ganho que seria obtido nos restantes cenários devido à partilha de tarefas idênticas. Na verdade, o Cenário 2 serve de base para o Cenário 1, que apenas acrescenta o *setup* da embalagem secundária. No entanto, como não foi

ainda analisado e testado, iremos apenas calcular o ganho com base no cenário estudado e assumir que o tempo de *setup* do Cenário 1 permanece constante.

Vantagens da Normalização

Após a validação da solução e dos ganhos obtidos, planeou-se a implementação e desdobramento da nova norma do processo a todas as linhas e turnos de maneira a enraizar o novo método de trabalho no funcionamento normal das linhas. Neste ponto, deparou-se com um problema de formação dos colaboradores. Devido a uma elevada rotatividade de recursos na embalagem, existia um grande número de colaboradores inexperientes. A normalização de tarefas permitiu definir uma matriz de competências, avaliando a capacidade de cada colaborador para realizar cada uma das tarefas. Esta matriz permitiu identificar debilidades e planejar a formação adequada, apenas sendo possível realizar com recurso à normalização das tarefas a realizar.

A normalização permite também a especialização para todos os operadores e serve como um guia para os operadores mais inexperientes, que podem focar a aprendizagem num número limitado de tarefas e realizá-las repetidamente garantindo a consolidação dos conhecimentos.

Esta formação e especialização perspetiva uma curva de aprendizagem que vai fomentar a constante redução dos tempos de *setup* com o avançar do tempo.

4.7 Conjugação dos Resultados

Após a implementação das medidas descritas na secção 4.1. será expectável que exista uma alteração do perfil da procura para uma procura mais distribuída e nivelada, com encomendas mais frequentes e de menor quantidade. Este efeito resultante fará com que a variabilidade da procura diminua, diminuindo também o nível de reposição dos produtos em *stock* que não é mensurável de momento.

No entanto, este nivelamento da procura tem implicações negativas, nomeadamente na área da embalagem. Para conseguir responder ao perfil de procura esperado, é necessário garantir flexibilidade na embalagem para que se possa produzir diferentes produtos e lotes em fluxo, reduzindo a necessidade de agrupar produtos que partilham o mesmo PSA, formato de blister ou embalagem exterior. Os resultados obtidos no SMED vão permitir dar resposta a esta necessidade de mercado, sendo essa a razão pela qual se considerou relevante trabalhar em ambas as áreas em paralelo.

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

A previsão de melhoria expectável após a implementação de todas as soluções delineadas é de uma redução de 26% no *lead time* médio, passando dos 170 dias para 126 dias. Este resultado assenta essencialmente na melhoria de fluxos. Uma das grandes limitações da indústria farmacêutica e outras indústrias semelhantes como é o caso da alimentar, que influenciam a saúde pública, é o elevado tempo associado à alteração da referência de produção. Devido a isso, é frequente uma pessoa quando lida com o planeamento de produção de empresas nesta indústria, deparar-se com uma ação denominada por “campanha” que implica o agrupamento da produção de vários lotes seguidos. A consequência deste método de planeamento é um consumo de produtos extremamente irregular caracterizado por picos elevados seguidos por longos períodos de tempo sem consumo. Através do trabalho realizado no sentido de redução do tempo de *setup* das várias estações, o recurso a este método de planeamento poderá ser gradualmente reduzido à medida que a estratégia de produção altera de MTO para MTS. Será expectável que, após a implementação desta estratégia haja um nivelamento da procura que permita reduzir as repercussões sentidas ao longo de toda a cadeia de valor do produto. Desse modo, o consumo dos produtos será mais constante e nivelado, permitindo assim uma redução do nível de *stock* e uma maior estabilidade no planeamento da produção. Com esta alteração dos padrões de consumo, será necessário um maior acompanhamento numa fase inicial, sendo também necessário uma constante reavaliação dos níveis de *stock* definidos.

Foi possível observar também os benefícios de uma estratégia híbrida de gestão de *stocks* que permite conjugar a resposta rápida da estratégia MTS aplicada aos artigos de maior consumo em termos de quantidade e frequência com o baixo risco e valor de inventário de uma estratégia MTO aplicada aos produtos consumidos com pouca frequência.

Os próximos passos para o projeto na empresa em questão passam pela propagação do planeamento em *pull* e implementação de supermercados de produto ao longo de toda a cadeia de valor da empresa, assim como a redução dos tempos de *setup* em outras estações críticas, como é o caso da compressão no fabrico. A operacionalização do planeamento em *pull* também está em curso através do desenvolvimento de ferramentas como a caixa logística ou caixa de nivelamento (ver Anexo C). Outro ponto crítico do processo que será foco de melhoria é o controlo de qualidade, elemento crítico no processo MTS. A redução do *lead time* deste processo trará também grandes benefícios na redução do tempo de resposta ao cliente. Um estudo mais aprofundado em métodos de previsão de procura pode ser conjugado com as metodologias apresentadas nesta dissertação para procurar otimizar a gestão de *stocks* do supermercado.

Um elemento fulcral para o sucesso de qualquer projeto de melhoria contínua aplicado numa empresa é todo o processo de mudança cultural, necessário para poder aplicar e sustentar as melhorias e soluções delineadas. No caso do *Kaizen* isso é realizado recorrendo ao *Kaizen Diário*, que se encontra também em implementação paralelamente aos restantes projetos. O envolvimento dos colaboradores e chefias é peça chave para qualquer projeto de melhoria pois no final, são estes os responsáveis pela implementação e sustentabilidade dos novos processos e normas. É importante salientar também os *inputs* dos membros das equipas

presentes nos vários projetos, pois são quem está mais familiarizado com o processo e quem consegue identificar a maior quantidade de oportunidades de melhoria. O conhecimento do processo por parte da equipa foi crucial para colmatar a falha de informação e para apoiar a tomada de decisão.

Extrapolando as lições aprendidas neste projeto para a indústria farmacêutica como um todo, foi possível observar no decorrer do projeto, uma constante quebra de paradigmas associados à indústria, nomeadamente no que diz respeito aos tempos de *setup* e à produção por campanhas e lotes. A redução do tempo de *setup* em 41% demonstra que é possível obter grandes melhorias através de implementações de soluções de baixo custo, sem ser necessário recorrer a grandes investimentos no que toca a aumento de capacidade. Um ponto importante a reter é o cuidado a ter na definição e validação de documentação nesta indústria. Estando a filosofia *Kaizen* assente em grande parte na melhoria contínua e alteração de processos, a regulamentação da indústria pode-se tornar um fator bastante limitante se não for bem gerida. Os *Good Manufacturing Procedures (GMP's)*, procedimentos e restrições impostas pelas entidades regulamentares, podem restringir parte das ideias e ações de melhoria que possam surgir ao longo da vida de uma empresa. Existe uma forte resistência à mudança quando há restrições regulamentares impostas que envolvem um grande esforço burocrático. É importante por isso procurar evitar demasiado detalhe na especificação dos processos em sede regulamentar, de forma a poder garantir uma maior flexibilidade na troca e adaptação de processos, naturalmente sem comprometer a qualidade do produto ou o bem da saúde pública. Ao nível do planeamento e no âmbito da otimização do fluxo do processo, é preferível procurar produzir lotes de menor dimensão e trabalhar na redução dos tempos de *setup* de maneira a nivelar a procura e estabilizar o processo produtivo, sem comprometer a capacidade de responder rapidamente a variações na procura.

Uma dificuldade inesperada foi o acesso à informação que, numa época em que a importância do mesmo é cada vez mais valorizada estava francamente subaproveitado. Apesar da indústria favorecer um registo extensivo de informação, esta estava na grande maioria inacessível, dado que não tinha havido um esforço de digitalização e informatização dos dados, ainda mantidos em formato de papel. Foi necessário recorrer a alguns pressupostos e estimativas com o apoio da equipa de forma a conseguir superar este obstáculo. No entanto, esta dificuldade será atenuada à medida que a indústria e as empresas se forem ajustando, inclusive pelas alterações a nível regulamentar, como é o caso do regulamento 2016/161 da União Europeia, que irá requerer a atribuição de um número de série único a cada caixa de produto acabado e o *upload* desta informação para uma *cloud* centralizada a nível Europeu.

Para além disso, o tradicional do nível de serviço para o dimensionamento de *stocks* mostrou ser mais eficiente que o método da média móvel, conseguindo atingir uma percentagem de rotura menor para o mesmo nível de *stock*. Estes métodos apresentam, no entanto, as suas limitações quando aplicados a padrões de procura atípicos com variabilidade elevada, tanto dentro de um determinado período de tempo como entre os diferentes períodos de tempo. Como trabalho futuro neste aspeto, creio que será interessante perceber qual o horizonte temporal ideal a considerar no dimensionamento de *stocks* de um produto e entender as dinâmicas do exercício de dimensionamento do *stock* ponderando vários fatores como a sazonalidade, variações no volume de vendas, alterações de clientes e de artigos existentes e novos.

Em suma, o projeto incidiu maioritariamente sobre a melhoria de uma parte do fluxo do produto, nomeadamente o seu fabrico e embalamento, e o respetivo planeamento. No entanto, este trabalho deve ser expandido a toda a cadeia de valor do produto para garantir que as melhorias implementadas não sejam limitadas por fases do processo a jusante ou a montante. A conjugação dos resultados obtidos, tanto na vertente do planeamento em *pull* como na implementação da metodologia *SMED*, permitem uma redução do *lead time* de entrega ao cliente e também uma estabilização da produção e do planeamento. Todas as alterações

deverão ser coordenadas com os *stakeholders* envolvidos na cadeia de valor para garantir um alinhamento de estratégias, que no final passará por uma maior estabilização da procura de produto final da empresa, o que terá repercussões ao longo de toda a cadeia de valor a montante.

Referências

- Apifarma. “IF em Números 2016.” 2016.
- Blackburn, Joseph D. *Time-Based Competition: The Next Battleground in American Manufacturing*. Irwin Professional Pub, 1990.
- “Drug Expiration Dates — Do They Mean Anything?” *Harvard Health Publishing*, 2003.
- Flores, Benito E, David L Olson, e V K Dorai. “Management of multicriteria inventory classification.” *Mathematical and Computer Modelling*, Dezembro 1982: 71-82.
- Flores, Benito, e D Clay Whybark. “Multiple Criteria ABC Analysis.” *International Journal of Operations & Production Management*, 1986.
- Goldratt, Eliyahu M. *The Goal*. North River Press, 1984.
- Jacobs, F Robert, e Richard B Chase. *Operations and Supply Chain Management*. McGraw-Hill, 2006.
- Kaizen Institute Manual TFM*. 2017.
- Kelle, Peter, John Woosley, e Helmut Schneider. “Pharmaceutical supply chain specifics and inventory solutions for a hospital case.” 2012.
- King, Peter L. “Understanding safety stock and mastering its equations.” *APICS*, Agosto 2011.
- Martins, Sara, Pedro Amorim, Gonçalo Figueira, e Bernardo Almada-Lobo. “An optimization-simulation approach to the network redesign problem.” *Computers & Industrial Engineering*, Abril de 2017: 315-328.
- Modig, Niklas, e Par Ahlstrom. *This Is Lean: Resolving the Efficiency Paradox*. Rheologica Publishing, 2012.
- Ohno, Taiichi. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. CRC Press, 1988.
- Olhager, Jan. “The Role of Decoupling Points in Value Chain.” *Modelling Value*. Physica-Verlag HD, 2012. 37-47.
- Pinedo, Michael L. *Scheduling: Theory, Algorithms and Systems*. Prentice-Hall, 1995.
- Saaty, Thomas L. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, 1980.
- Shah, Nilay. “Pharmaceutical supply chains: key issues and strategies for optimisation.” 2004.
- Stalk, George, e Thomas M Hout. *Competing Against Time: How Time-Based Competition is Reshaping Global Markets*. Simon & Schuster, 1990.
- Uthayakumar, R, e S Priyan. “Pharmaceutical supply chain and inventory management strategies:.” 2013.

ANEXO A

PILAR	PROJETO	SUB-PROJETO	KI / BPH	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	3º Sem	4º Sem	5º Sem
FLUXO DE INFORMAÇÃO	Melhorar trabalho administrativo	Documentação Eletrônica (Fato Fato) e-MBI e PPR									
	Melhoria de comunicação com fornecedores	Automatização da documentação - abertura e preenchimento									
		Melhoria do registro de tempos de ordem									
		Implementar programa de qualificação rápida de fornecedores e equivalência de material									
	Melhoria de comunicação com clientes	Modelo de especificações técnicas para fornecedores									
		Plataforma integrada na web para registro de encomendas									
	Optimização do Planejamento de Lançamento de produto	Aplicar processo de recorte de novos produtos									
	Redução do lead-time do fornecedor de Active-ports	Aplicar lançamento de novos produtos									
	Pull Planning	Atualizar sistema de corte de SW									
		Implementação Pull Flow									
Fluxo de Materiais	SMED	Mistura									
		Granulação									
		Compressão									
		Revestimento									
		Embalagem									
	Mapamento do processo de recepção e armazenamento	Eficiência na produção									
		Prévio de recebimento e armazenamento									
		Atualização de TI internos e externos									
		Acidentes									
		Recursos									
CONTROLE QUALIDADE	Gestão de riscos - Supermercados	Mat. Embalagem Primário									
		Mat. Embalagem Secundário									
		NA									
		Redução do rejeito									
		Reduzir variabilidade nos comprimentos									
	Melhorar processo de Embalagem Bulk	Unhas defeituosas (Produto e Operadores)									
		Avanços / Microorganismos									
		Revisão do modelo de planejamento									
		Melhoria da produtividade dos analistas									
		Redução do lead-time de análise									
CULTURA DE MELHORIA CONTÍNUA	Otimização da revisão documental	Reduzir análises (gestão de fornecedores)									
		Automatizar preenchimento de documentação									
		Implementar e validar SW controle automático									
		ENVDY (SPC-Mapa)									
		Prévio de controle e emissão de CoAs									
	Kaisen Kaizen	Estudo de causa de contaminações									
		Fluxo SMD - Emissão de SW									
		Nível 1									
		Nível 2									
		Nível 3									
	Gestão do Projeto	Nível 4									
		Nível 1									
		Nível 2									
		Nível 3									
		Nível 4									

ANEXO B

hora	0:05	0:10	0:15	0:20	0:25	0:30	0:35	0:40	0:45	0:50	0:55	1:00	1:05	1:10	1:15	1:20	1:25	1:30	1:35	1:40							
min	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100							
COLABORADOR 1	Abir esteções	Retirar PVC e alumínio	Desmontagem Máquina (Rolos, Cuias, Alimentação, Formação)						Soprar máquina e ar comprimido. (Iniciar na embalagem primária e terminar na embalagem secundária)	Limpar com álcool a máquina toda e bancas (Iniciar na embalagem primária e terminar na embalagem secundária)	Dar sinal na linha para se chamar a limpeza	Preenchimento da documentação (limpeza) + Entrada no SGP e preenchimento da documentação (Nova produção)	Chamar formato, carregar e verificar valores	Montagem da Formação	Ace												
COLABORADOR 2	Retirar Materiais	Contagem Materiais	Picagem Materiais	Retirar Materiais da Linha	Aspirar pó aspirador e alimentação.		Varrer linha e areia branca (Iniciar na embalagem primária e terminar na embalagem secundária)	Limpar com álcool a máquina toda e bancas (Ajuda o colaborador 1)	Retirar saco de lino da linha junto do elevador	Lavar peças do formato e da máquina e levar para a linha	Verificação dos materiais do próximo lote e levar para a linha de embalagem																
COLABORADOR 3	Fecho do Protocolo			Limpeza da Press Out Ajuda do colaborador 1 na desmontagem da máquina se necessário				Lavagem das peças e do formato da máquina												Verificação dos materiais do próximo lote e trazer para a linha de bem.							
COLABORADOR EXTERNO	PRINCIPAIS TAREFAS: PREPARAÇÃO DO LOTE, PREPARAÇÃO DO FORMATO, APLICAÇÃO D																				AS TAREFAS DESTES COLABORADORES						
Sr LIMPEZA																LIMPEZA FINAL (Iniciar na embalagem primária e terminar na embalagem secundária)											

100	1:40	105	1:45	110	1:50	115	1:55	120	2:00	125	2:05	130	2:10	135	2:15	140	2:20	145	2:25	150	2:30	155	2:35	160	2:40	165	2:45	170	2:50	175	2:55	180	3:00						
Acertos PVC + Alumínio						Testar dados variáveis do blister						Ajuste da alimentação																Ajuste da câmara											
Montagem das Peças de Alimentação						Mudança de códigos						Aspiração de caixas e literatura						Teste de colocação da literatura na caixa																					
materiais do trazer para a bem.		Ajuste da Balança		Alimentar depósito da máquina		Montagem da Press Out																																	
LOBOADOR NÃO DEVERÃO SER REALIZADAS ANTES DA MUDANÇA E NÃO DURANTE A MUDANÇA.																																							
PRODUÇÃO DAS RESTANTES PEÇAS QUE FORAM LAVADAS DA PRODUÇÃO ANTERIOR. VER AS TAREFAS INDIVIDUAIS DO COLABORADOR EXTERNO																																							
inial)																																							

Testes de rejeição (câmara, códigos lt e cx, balança, impressão)	185	3:05
	190	3:10
	195	3:15
	200	3:20
Testar a Skinetta	205	3:25
	210	3:30
Verificação dos blisters e caixas a sair da linha para o Cliente	215	3:35
	220	3:40

ANEXO C

OF	PRODUTO	DATA LIMITE FIM	DURAÇÃO	DATA INÍCIO	SETUP	NOVA DATA DE INÍCIO	NOVA DATA DE FIM	DATA FINAL SETUP
1236.126	PROD 1	27/06/2018 07:30	03:30:00	27/06/2018 02:00	02:00:00	27/06/2018 02:00	27/06/2018 07:30	27/06/2018 04:00
1236.125	PROD 1	26/06/2018 18:00	03:30:00	26/06/2018 13:30	01:00:00	26/06/2018 13:30	26/06/2018 18:00	26/06/2018 14:30
1239.125	PROD 1	26/06/2018 18:00	03:30:00	26/06/2018 13:30	01:00:00	26/06/2018 09:00	26/06/2018 13:30	26/06/2018 10:00
1234.125	PROD 2	26/06/2018 17:00	03:00:00	26/06/2018 13:00	02:00:00	26/06/2018 04:00	26/06/2018 09:00	26/06/2018 06:00
1237.125	PROD 2	26/06/2018 17:00	03:30:00	26/06/2018 12:30	01:00:00	25/06/2018 23:30	26/06/2018 04:00	26/06/2018 00:30
1234.124	PROD 3	26/06/2018 05:00	03:00:00	26/06/2018 01:00	02:00:00	25/06/2018 18:30	25/06/2018 23:30	25/06/2018 20:30
1236.124	PROD 3	26/06/2018 05:30	03:30:00	26/06/2018 01:00	01:00:00	25/06/2018 14:00	25/06/2018 18:30	25/06/2018 15:00
1238.125	PROD 4	26/06/2018 05:30	03:30:00	26/06/2018 01:00	02:00:00	25/06/2018 08:30	25/06/2018 14:00	25/06/2018 10:30
1239.124	PROD 4	26/06/2018 05:30	03:30:00	26/06/2018 01:00	01:00:00	25/06/2018 04:00	25/06/2018 08:30	25/06/2018 05:00
1237.124	PROD 5	26/06/2018 05:00	03:30:00	26/06/2018 00:30	02:00:00	24/06/2018 22:30	25/06/2018 04:00	25/06/2018 00:30
1238.124	PROD 6	26/06/2018 04:00	03:30:00	25/06/2018 23:30	02:00:00	24/06/2018 17:00	24/06/2018 22:30	24/06/2018 19:00
1234.123	PROD 6	26/06/2018 00:00	03:00:00	25/06/2018 20:00	01:00:00	24/06/2018 13:00	24/06/2018 17:00	24/06/2018 14:00
1235.123	PROD 6	26/06/2018 00:00	03:30:00	25/06/2018 19:30	01:00:00	24/06/2018 08:30	24/06/2018 13:00	24/06/2018 09:30
1236.123	PROD 7	26/06/2018 00:00	03:30:00	25/06/2018 19:30	02:00:00	24/06/2018 03:00	24/06/2018 08:30	24/06/2018 05:00
1237.123	PROD 7	26/06/2018 00:00	03:30:00	25/06/2018 19:30	01:00:00	23/06/2018 22:30	24/06/2018 03:00	23/06/2018 23:30
1238.123	PROD 7	26/06/2018 00:00	03:30:00	25/06/2018 19:30	01:00:00	23/06/2018 18:00	23/06/2018 22:30	23/06/2018 19:00
1239.123	PROD 8	26/06/2018 00:00	03:30:00	25/06/2018 19:30	02:00:00	23/06/2018 12:30	23/06/2018 18:00	23/06/2018 14:30
1240.123	PROD 8	26/06/2018 00:00	03:30:00	25/06/2018 19:30	02:00:00	23/06/2018 07:00	23/06/2018 12:30	23/06/2018 09:00

23/06/2018 07:00 23/06/2018 07:30 23/06/2018 08:00 23/06/2018 08:30 23/06/2018 09:00 23/06/2018 09:30 23/06/2018 10:00 23/06/2018 10:30 23/06/2018 11:00 23/06/2018 11:30 23/06/2018 12:00 23/06/2018 12:30 23/06/2018 13:00 23/06/2018 13:30 23/06/2018 14:00 23/06/2018 14:30