

# **Desenvolvimento de um Sistema de Gestão do Processo Produtivo e de Distribuição**

*Francisco Vasconcelos Teixeira de Magalhães*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. Carlos Bragança



**Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial**

2021-06-28

*Aos meus pais e aos meus irmãos,*

## Resumo

O projeto de dissertação “Desenvolvimento de um Sistema de Gestão do Processo Produtivo e de Distribuição” é um projeto de consultoria relacionado com desenvolvimento de produtos e gestão de inventário. O projeto em questão desenrola-se numa *start-up* inserida no setor têxtil especializada no desenvolvimento de têxteis técnicos.

O nascimento do projeto surge da vontade da empresa criar um novo produto – uniformes para profissionais de saúde – para ser comercializado numa plataforma de *e-commerce*. Além do desenvolvimento do produto, o objetivo do projeto prende-se em criar um sistema de gestão de inventário do mesmo. Perante uma situação em que não existe um histórico de procura do produto, surge a necessidade de criar possíveis cenários de procura para os primeiros seis meses de negócio.

A presente dissertação engloba a definição do processo de desenvolvimento de um produto, a construção de um algoritmo de gestão de stock de produto acabado e a melhoria do fluxo de informação ao longo do processo produtivo e de distribuição da empresa. O processo de desenvolvimento de produto criado pretende uniformizar este processo para que possa ser extrapolado para outros produtos. Adicionalmente, o algoritmo de base para a gestão de *stock* assenta nos princípios de planeamento em *pull*, defendidos pela metodologia *Kaizen*, incorporando na empresa uma nova metodologia de gestão de inventário. Por fim, a melhoria no fluxo de informação pretende normalizar o processo, por forma a reduzir o desperdício inerente ao mesmo e, assim, reduzir o *lead time* de entrega do produto ao cliente final.

A metodologia seguida ao longo do projeto tem por base o KBS (*Kaizen Business System*). Conceitos abordados na metodologia *Kaizen*, que constam no modelo de *Operations* e *Growth*, aplicados ao projeto mostram a abrangência e diversidade dos mesmos em casos e dificuldades reais das empresas no seu dia a dia. O desenvolvimento do produto de raiz, tendo por base a metodologia definida, ocorreu em 5 meses, como previsto. A definição de cenários para teste do algoritmo permite à empresa prever situações diferentes pelas quais pode passar e o impacto que as mesmas podem ter em diferentes indicadores considerados, como a cobertura e o valor do *stock*, custos de armazenamento e custos de transporte. Além disso, os resultados obtidos pelo algoritmo, considerando a média dos resultados para os diferentes cenários, são consideravelmente melhores que aqueles que são atingidos pelo método de reposição utilizado pela empresa anteriormente. Relativamente ao custo total, que abarca o custo de transporte, armazenamento e *stockout*, o algoritmo permite uma redução de 36%. Quanto ao nível de serviço, a média dos resultados aumenta de 42%, utilizando o método da empresa, para 90% utilizando o algoritmo, representando um aumento de 114%. Além disso, o valor de *stock* é reduzido em 28%. Desta forma, prevê-se que a implementação do sistema de gestão de inventário em *pull* na empresa reduzirá custos e melhorará o nível de serviço prestado.

# Development of a Production and Distribution Process Management System

## Abstract

*The dissertation project "Development of a Production and Distribution Process Management System" is a consulting project related to product development and inventory management. This project takes place in a textile start-up specialized in the development of technical textiles.*

*The project started to meet the needs of the company related to the creation of a new product – uniforms for health professionals – and its placement on an e-commerce platform. Besides the product development, the project goal is to create an inventory management tool for it. In a situation without a history of demand for the product, the need to set up possible demand scenarios for the first six months of business arises.*

*This dissertation includes the definition of a product development process, the construction of a finished product stock management algorithm and the improvement of the information flow throughout the company production and distribution process. The product development process created is intended to standardize this process so that it can be extended to other products. Additionally, the algorithm for the stock management is based on the pull planning principles of the Kaizen methodology, incorporating a new inventory management methodology in the company. Finally, the improvement in the information flow intends to standardize the process, in order to reduce the waste inherent to it and, thus, reduce the lead time for delivering the product to the final customer.*

*The methodology followed throughout the project is based on the KBS (Kaizen Business System). Concepts covered by the Kaizen methodology, from the Operations model and the Growth model, applied to the project, show their coverage and diversity in real cases as well as difficulties faced by companies daily. The development of the final product was possible in only 5 months, as expected. The definition of scenarios for testing the algorithm allows the company to predict different situations that it may go through and the impact they have on different indicators, such as stock coverage and value, storage costs and transportation costs. Furthermore, the results obtained by the algorithm, considering the average of the results for the different scenarios, are considerably better than those achieved by the replenishment method previously used by the company. Regarding the total cost, which encompasses the cost of transportation, storage and stockout, the algorithm allows a 36% reduction. As for the service level, the average results increase from 42% using the company's method to 90% using the algorithm, representing an increase of 114%. In addition, the stockout value is reduced by 28%. Thus, it is expected that the implementation of the pull inventory management system in the company will reduce costs and improve the service level provided.*

## Agradecimentos

Ao professor Carlos Bragança, pela disponibilidade e prontidão em ajudar que sempre demonstrou ao longo do período de desenvolvimento da dissertação.

Ao Engenheiro Daniel Mendes e à equipa do projeto, por terem orientado e acompanhado a realização do trabalho desde o primeiro dia.

Às pessoas do *Kaizen Institute*, que fizeram por se envolver e cooperar no sentido de ensinar e encaminhar o percurso do trabalho na direção certa.

À minha família, pelo desenvolvimento pessoal e pela passagem dos valores corretos que me permitem concluir com sucesso o meu percurso académico e ingressar na atividade profissional, o que muito me orgulha.

A todos, muito obrigado!

## Índice de Conteúdos

|          |                                                                                                                            |    |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1        | Introdução .....                                                                                                           | 1  |
| 1.1      | Apresentação do <i>Kaizen Institute</i> .....                                                                              | 1  |
| 1.2      | Caracterização do setor e da empresa .....                                                                                 | 1  |
| 1.3      | Enquadramento do projeto .....                                                                                             | 3  |
| 1.4      | Objetivos do projeto .....                                                                                                 | 4  |
| 1.5      | Metodologia .....                                                                                                          | 4  |
| 1.6      | Estrutura da dissertação .....                                                                                             | 6  |
| 2        | Enquadramento teórico .....                                                                                                | 7  |
| 2.1      | Filosofia <i>kaizen</i> .....                                                                                              | 7  |
| 2.2      | Princípios <i>kaizen</i> .....                                                                                             | 7  |
| 2.3      | Modelo de <i>Growth</i> .....                                                                                              | 8  |
| 2.4      | E-commerce .....                                                                                                           | 9  |
| 2.5      | Sistema de gestão de inventário .....                                                                                      | 10 |
| 2.6      | Fluxo em <i>Pull</i> .....                                                                                                 | 13 |
| 2.6.1    | Teoria dos ciclos logísticos de <i>pull</i> .....                                                                          | 13 |
| 2.7      | Síntese .....                                                                                                              | 15 |
| 3        | Caracterização do problema .....                                                                                           | 16 |
| 3.1      | Os produtos da empresa .....                                                                                               | 16 |
| 3.2      | Os projetos de desenvolvimento de novos produtos .....                                                                     | 17 |
| 3.3      | Motivação para a realização do projeto e oportunidades .....                                                               | 18 |
| 3.4      | Fluxo de informação .....                                                                                                  | 19 |
| 3.5      | Fluxo de material .....                                                                                                    | 22 |
| 3.6      | Síntese .....                                                                                                              | 23 |
| 4        | Implementação de soluções .....                                                                                            | 24 |
| 4.1      | Definição do processo de desenvolvimento de um produto .....                                                               | 24 |
| 4.2      | Cenários de procura .....                                                                                                  | 29 |
| 4.3      | Algoritmo de reaprovisionamento .....                                                                                      | 31 |
| 4.4      | Organização do fluxo de informação .....                                                                                   | 35 |
| 4.5      | Síntese .....                                                                                                              | 37 |
| 5        | Resultados obtidos .....                                                                                                   | 38 |
| 5.1      | Indicadores do algoritmo de reaprovisionamento .....                                                                       | 38 |
| 5.2      | Fluxo de informação normalizado .....                                                                                      | 42 |
| 5.3      | Síntese .....                                                                                                              | 43 |
| 6        | Conclusões e perspetivas de trabalho futuro .....                                                                          | 44 |
| 6.1      | Principais conclusões .....                                                                                                | 44 |
| 6.2      | Trabalho futuro .....                                                                                                      | 45 |
|          | Referências .....                                                                                                          | 46 |
| ANEXO A: | Resumo da literatura publicada entre 2010 e 2021 .....                                                                     | 48 |
| ANEXO B: | Diferentes modelos dos uniformes médicos vestidos em <i>avatars</i> no <i>software</i><br>CLO 50                           |    |
| ANEXO C: | <i>Brainstorming</i> resultante do <i>workshop Kaizen</i> de definição do processo de<br>desenvolvimento de produtos ..... | 51 |

## Siglas

ATO – *Assemble to Order*

BOM – *Bill of Materials*

BPS – *Bosh Production System*

B2B – *Business to Business*

CEO – *Chief Executive Officer*

CODP – *Customer Order Decoupling Point*

D2C – *Direct to Consumer*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

ETO – *Engineer to Order*

FBO – *Full Backordering*

IOW – *Improve Our Work*

MOQ – *Minimum Order Quantity*

MRP – *Material Requirements Planning*

MTO – *Make to Order*

MTS – *Make to Stock*

NPS – *Net Promoter Score*

KBS – *Kaizen Business System*

PBO – *Partial Backordering*

SKU – *Stock Keeping Unit*

TFM – *Total Flow Management*

USD – *United States Dollar*

WIP – *Work in Progress*

## Glossário

*Avatar*: Representação virtual tridimensional de um humano num *software*

*Brainstorming*: Técnica utilizada com o fim de encontrar soluções para um problema específico.

Efeito de *bullwhip*: Distorção da percepção da procura ao longo da cadeia de abastecimento. Deve-se ao facto de os pedidos efetuados ao fornecedor serem caracterizados por uma variância diferente da variância que existe entre o consumidor final e o vendedor.

*Go-to-market*: Plano estratégico definido por uma empresa com o objetivo de entregar uma proposta de valor ao mercado utilizando para tal recursos internos e externos.

Modelo de *pricing*: Formação e execução de preços de forma a capturar o maior valor do cliente e maximizar o lucro.

*Modus operandi*: Modo de operação.

*Naive*: Um método *naive* é um método “ingénuo” e simples sem um fundamento científico profundo.

*Procurement* de fornecedores: Avaliação e seleção de fornecedores. Envolve negociação e organização entre a empresa e os fornecedores.

Sistemas *kanban*: sistema de utilização de cartões de cores ou tamanhos diferentes que especificam diferentes tarefas a serem realizadas. É utilizado para controlar fluxos, sendo facilmente identificadas as tarefas que foram concluídas, que estão a ser executadas ou as que terão de ser executadas.

*Supply* e *tax optimization*: Processo de construção de uma cadeia de abastecimento com o objetivo de reduzir o pagamento de taxas ao longo da mesma.

*Tax & Duties*: São impostos e custos aduaneiros que se pagam pela exportação de produtos para os EUA.

*Workshop Kaizen*: atividade que possibilita o envolvimento de todos os elementos da empresa numa dinâmica de grupo e de cultivo de novas ideias através de sessões de brainstorming.

4 P's de *marketing*: O “P” de *Placement* está relacionado com a definição do local onde será vendido o produto. O “P” de *Promotion* está relacionado com a forma como será realizada a promoção do produto ao cliente. O “P” de *Product* relaciona-se com qual o produto que será comercializado, podendo este ser um produto físico ou um serviço. O “P” de *Price* está relacionado com quanto é que será cobrado ao cliente para este poder obter o produto ou serviço.

## Índice de Figuras

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Áreas de aplicação de têxteis técnicos .....                                                           | 2  |
| Figura 2 - Projeção de vendas de uniformes nos três primeiros anos.....                                           | 4  |
| Figura 3 - <i>Kaizen Business System</i> (Kaizen Institute 2020e) .....                                           | 5  |
| Figura 4 - Modelo de <i>Growth</i> (Kaizen Institute 2020e). .....                                                | 5  |
| Figura 5 - Modelo de <i>Operations</i> (Kaizen Institute 2020e) .....                                             | 6  |
| Figura 6 - Cadeia de abastecimento tradicional vs <i>e-commerce</i> .....                                         | 9  |
| Figura 7 - Funcionamento da tecnologia anti microbial e antiviral.....                                            | 16 |
| Figura 8 - Padrão de vendas acumuladas das máscaras (janeiro 2020 - junho 2021) .....                             | 17 |
| Figura 9 - Cadeia de abastecimento das máscaras.....                                                              | 17 |
| Figura 10 - Mapeamento do fluxo de informação .....                                                               | 21 |
| Figura 11 - Mapeamento do fluxo de materiais.....                                                                 | 22 |
| Figura 12 - Processo de desenvolvimento e colocação de um produto no mercado .....                                | 24 |
| Figura 13 - Matriz de atratividade dos mercados .....                                                             | 25 |
| Figura 14 - Paleta de cores definida para os uniformes.....                                                       | 26 |
| Figura 15 - Avatar do <i>software</i> CLO vestido com um uniforme.....                                            | 27 |
| Figura 16 - Análise dos custos logísticos .....                                                                   | 28 |
| Figura 17 - Gráficos dos cenários considerados.....                                                               | 29 |
| Figura 18 - Tabelas para inserção dos dados de entrada do algoritmo.....                                          | 31 |
| Figura 19 - Evolução dos níveis de reposição e <i>stock</i> ao longo do tempo (por dia) .....                     | 34 |
| Figura 20 - Evolução do consumo em função do tempo (por dia) .....                                                | 34 |
| Figura 21 - Evolução das ordens de reaprovisionamento em função do tempo (por dia) .....                          | 35 |
| Figura 22 - Análise do <i>lead time</i> .....                                                                     | 35 |
| Figura 23 - Registo de ordens de reaprovisionamento na folha das ordens .....                                     | 36 |
| Figura 24 - Registo de ordens de reaprovisionamento nas folhas dos fornecedores.....                              | 36 |
| Figura 25 - Registo de ordens de reaprovisionamento atualizado.....                                               | 36 |
| Figura 26 - Custo total obtido através do algoritmo (A) e através do método <i>Naive</i> (N) .....                | 40 |
| Figura 27 - Nível de serviço obtido através do algoritmo (A) e através do método <i>Naive</i> (N).....            | 40 |
| Figura 28 - Valor médio de <i>stock</i> obtido através do algoritmo (A) e através do método <i>Naive</i> (N)..... | 41 |
| Figura 29 - Cobertura de <i>stock</i> obtida através do algoritmo (A) e através do método <i>Naive</i> (N) .....  | 41 |
| Figura 30 - Fluxo de informação normalizado .....                                                                 | 42 |

## Índice de Tabelas

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Dados sobre o setor têxtil em Portugal (Associação Têxtil e Vestuário de Portugal 2021)..... | 2  |
| Tabela 2 - Definição da matéria-prima e acabamento de cada modelo.....                                  | 26 |
| Tabela 3 - Descrição dos cenários .....                                                                 | 29 |
| Tabela 4 - Proporção de vendas estimada por modelo .....                                                | 39 |

## 1 Introdução

No presente relatório de dissertação, realizado no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, é considerado um projeto desenvolvido pelo *Kaizen Institute* numa empresa que se enquadra no setor têxtil. Pelo facto de haver um acordo de confidencialidade, ao longo do relatório não será mencionado o nome da empresa.

### 1.1 Apresentação do *Kaizen Institute*

O *Kaizen Institute* foi fundado por Masaaki Imai no ano de 1985, em Baar, Suíça. O instituto, que opera na área de consultoria operacional, é hoje uma multinacional que marca presença nos 6 continentes, em mais de 60 países, e que abraça projetos em mais de 45 setores de atividade, o que demonstra a flexibilidade das metodologias seguidas pelo instituto. A palavra japonesa que dá nome ao instituto, *Kaizen*, tem na sua génese dois símbolos japoneses: *Kai* (mudar) e *Zen* (para melhor). Tal como o próprio nome sugere, a missão do *Kaizen Institute* é “Melhorar o Mundo com todas as pessoas, em todas as áreas, todos os dias”. Ao longo da sua história, o instituto tem vindo a marcar posição enquanto líderes de mercado na prestação de serviços de consultoria e formação nos domínios KAIZEN<sup>TM</sup>, gestão *Lean* e melhoria contínua.

O *Kaizen Institute Portugal*, foi fundado em 1999, no Porto, em Portugal, e tem verificado ao longo dos anos um enorme crescimento da sua carteira de clientes, do número de projetos desenvolvidos e, consequentemente, do número de colaboradores que o constituem.

### 1.2 Caracterização do setor e da empresa

O setor têxtil e de vestuário em Portugal é um setor particularmente tradicional e um dos mais importantes para a economia portuguesa. Este setor representa 10% do total das exportações portuguesas, 20% do emprego da indústria transformadora e 9% quer do volume de negócios, quer da produção da indústria transformadora (Associação Têxtil e Vestuário de Portugal 2021).

Portugal conta com cerca de 6 mil empresas no setor têxtil e de vestuário, que, na sua grande maioria, são pequenas e médias empresas caracterizadas por serem flexíveis, inovadoras, possuírem *know-how* de qualidade e responderem rapidamente ao cliente. A maioria destas empresas localizam-se essencialmente no norte do país: Porto, Braga, Guimarães, Famalicão, entre outros locais.

É importante recordar que por volta dos anos 2005 e 2006, cerca de meio milhar de empresas entraram em falência e mais de dez mil pessoas perderam o seu emprego na sequência do encerramento ou processos de reestruturação das empresas do setor. Entre os anos de 2005 e 2010, o setor têxtil acumulou indicadores negativos. Isto deveu-se ao facto de o mercado chinês oferecer valores mais competitivos, com os quais a indústria portuguesa não conseguia competir de forma alguma. Marcas sonantes como a Nike e a Adidas que na altura utilizavam matérias-primas, nomeadamente malhas, desenvolvidas em Portugal partiram para a China em

busca de soluções com custos consideravelmente inferiores. O mercado chinês no espaço de tempo de uma década conseguiu aumentar a sua quota no mercado mundial do setor têxtil de 10% para 33%. Perante este cenário, o setor têxtil em Portugal foi forçado a reinventar-se e tornar-se muito mais eficiente para conseguir ser mais competitivo.

Ainda assim, para as empresas portuguesas serem dos principais competidores neste setor, têm de conseguir responder aos desafios que a evolução do mercado global apresenta: produzir com elevada qualidade; responder aos clientes da forma mais rápida possível; inovar no *design* e tecnologia dos produtos; oferecer menos *commodities* e mais produtos especializados. Como se pode verificar pela observação da Tabela 1, a tendência do setor têxtil e de vestuário tem sido de crescimento ao longo dos anos quer em termos de produção, volume de negócios e exportações/importações como também no número de postos de trabalho criados no setor.

Tabela 1 - Dados sobre o setor têxtil em Portugal (Associação Têxtil e Vestuário de Portugal 2021)

| Milhões de €                       | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Produção                           | 6.767   | 7.147   | 7.425   | 7.638   | 7.500   |
| Volume de negócios                 | 6.942   | 7.363   | 7.597   | 7.800   | 7.700   |
| Exportações                        | 4.811   | 5.036   | 5.224   | 5.312   | 5.259   |
| Importações                        | 3.835   | 3.932   | 4.139   | 4.318   | 4.476   |
| Emprego (Nº de postos de trabalho) | 131.513 | 135.521 | 137.013 | 138.989 | 138.750 |

Na tentativa de responder aos desafios apresentados, nascem os têxteis técnicos. Os têxteis técnicos são produtos têxteis que têm como principal objetivo satisfazer requisitos funcionais de uma determinada necessidade ao invés de satisfazerem necessidades estéticas e de conforto, como é o objetivo primeiro dos têxteis convencionais. Nos dias de hoje, os têxteis técnicos de algumas áreas desenvolvidos em Portugal são uma referência mundial pelo facto de neste país já haver tradição e *know-how* do setor têxtil; de ser uma referência na área da investigação; de existir uma boa ligação entre o setor têxtil e as cadeias de alto valor acrescentado e também por existir um sentido profissional de serviço ao cliente. Tais condições são ótimas para se desenvolverem produtos na área dos têxteis técnicos. Mais de 10% das empresas do setor têxtil estão a produzir têxteis técnicos, sendo esta área responsável por mais de 25% das exportações do setor têxtil português. As aplicações dos têxteis técnicos são diversas, tendo algumas áreas maior relevância no setor do que outras como se pode observar na Figura 1.

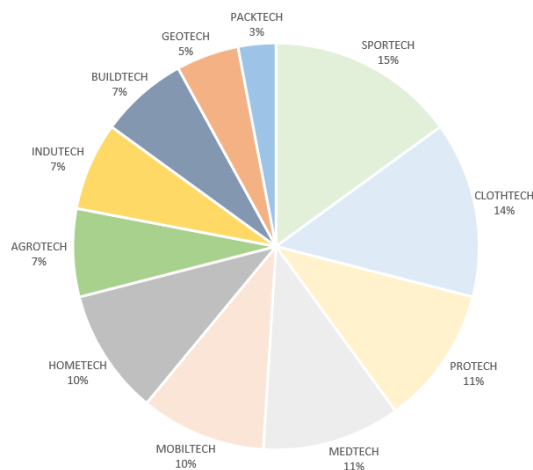


Figura 1 - Áreas de aplicação de têxteis técnicos

Pela observação da Figura 1, verifica-se que as áreas mais exploradas estão relacionadas com artigos de desporto e lazer (*Sportech*), calçado e vestuário (*Clothtech*), proteção pessoal e de bens (*Protech*) e, por fim, a área relacionada com higiene e medicina (*Medtech*) que encerra o conjunto de áreas que totalizam cerca de 50% do mercado dos têxteis técnicos portugueses.

Portugal é especialista na produção de têxteis técnicos relacionados com desporto, proteção, saúde e bem-estar, mobilidade, casa e mar. É precisamente na área da saúde e bem-estar que se encontra a empresa em questão no projeto desenvolvido.

Com a crise pandémica atravessada pelo mundo no início do ano de 2020, o volume de negócios das máscaras de proteção respiratória cresceu e criou-se assim a oportunidade de aparecerem novas empresas na área. Foi nesse sentido que surgiu a empresa em estudo, em janeiro de 2020, que, como *start-up*, começou pela comercialização de máscaras têxteis com uma tecnologia antivírica e reutilizáveis. Por ser um produto tecnologicamente inovador destacava-se dos restantes já existentes no mercado. O impacto positivo deste no mercado despertou a ambição de criar novos produtos que, com a mesma tecnologia, pudessem satisfazer outras necessidades dos consumidores. De entre o portefólio de novos produtos desenvolvidos destacam-se os uniformes para profissionais de saúde, que são o âmbito do presente projeto.

### 1.3 Enquadramento do projeto

O mercado de roupa médica é um mercado que tem vindo a desenvolver-se mundialmente. Em particular, nos Estados Unidos da América (EUA), tem vindo a crescer ao longo dos anos a um ritmo surpreendente. No ano de 2019, o tamanho deste mercado atingiu os 63.3 mil milhões de USD (U.S. Dollar) e espera-se que atinja em 2027 valores na ordem dos 100 mil milhões de USD (Insights 2021). Uma das marcas de roupa médica mais reconhecidas nos EUA obteve receitas em 2020 avaliadas em mais de 250 milhões de USD, conseguindo assim reunir um volume de investimento que permitiu a entrada na bolsa de *Wall Street*. Tendo em vista a margem de crescimento deste tipo de mercados e dados os valores obtidos por empresas com negócios já estabelecidos na área, a motivação e a oportunidade eram claras: criar um produto de alto valor acrescentado e diferenciador que permitisse à empresa crescer rapidamente aproveitando a onda de crescimento do mercado, ganhando quota de mercado ano após ano.

*Time to market* é o período de tempo que decorre desde a conceção de um determinado produto até que este mesmo produto se encontra disponível no mercado. Nas condições do nascimento da empresa, o *time to market* tinha de ser minimizado da melhor forma possível para que a oportunidade que surgiu não se perdesse. No contexto da necessidade de transformar um conceito num produto vendável o mais rapidamente possível, surgiu o projeto “Desenvolvimento de um Sistema de Gestão do Processo Produtivo e de Distribuição”, um projeto crítico naquele que seria o futuro da empresa. O projeto delineado é pioneiro na longa carteira de projetos que o *Kaizen* já realizou, pelo facto de ser a primeira vez que assume a responsabilidade de criar e comercializar um produto de raiz, com elevada exigência temporal e, ao mesmo tempo, retirar o maior proveito possível deste negócio, em termos de vendas, receitas e lucro.

Após o lançamento de um produto, segue-se uma fase importante de gestão de inventário do produto. O objetivo é garantir que, logo à partida, não há roturas nem excesso de *stock*, evitando assim a falta de produtos ou existência de produtos obsoletos, respetivamente. Este constitui um enorme desafio quando não existe um histórico de procura para o produto em causa e, por isso, numa primeira fase essa gestão tem de se basear considerando diferentes cenários de procura. Estes cenários têm como objetivo simular diferentes possibilidades de arranque do negócio, sendo que as vendas inicialmente poderão crescer consoante diferentes padrões, isto é, de forma exponencial, linear, entre outras alternativas a considerar.

Assim, o foco do projeto é, por um lado, desenvolver um produto com reduzido *time to market* e, por outro lado, construir um modelo de gestão de inventário e reaprovisionamento do produto que permita custos reduzidos e elevado nível de serviço quando este estiver no mercado.

### 1.4 Objetivos do projeto

O objetivo primeiro delineado para a unidade de negócio dos uniformes é iniciar a comercialização do produto da forma mais expedita possível e garantir a gestão do inventário do mesmo. No entanto, para que fosse possível criar um produto rentável tendo como ponto de partida apenas uma ideia de negócio, é necessário passar por diferentes etapas e atingir diversos objetivos:

- Desenvolvimento de conceito de coleção dos uniformes
- Desenvolvimento do modelo de *pricing* dos SKU's (*Stock Keeping Unit*)
- Desenvolvimento de produto desde amostras até validação de produto
- *Procurement* de fornecedores em Portugal e melhoria de custos do produto
- Desenvolvimento da embalagem do produto e *procurement* de fornecedores para a mesma
- Gestão de *stocks* para prevenir ruturas de *stock*
- Desenho de *supply* e *tax optimization* dependendo dos mercados alvo
- Articulação de todo o *go-to-market* com empresa parceira desde a criação do *site*, ao *social* e *paid media* e gestão de rede

O projeto tem a duração prevista de 5 meses, desde a conceção da ideia à obtenção de um produto disponível no mercado. O gestor do projeto em conjunto com o CEO (*Chief Executive Officer*) da empresa, com base nos objetivos que se pretendiam atingir a médio e longo prazo, realizaram uma previsão de vendas para o ano de lançamento e os dois anos seguintes. A previsão de vendas é apresentada na Figura 2.

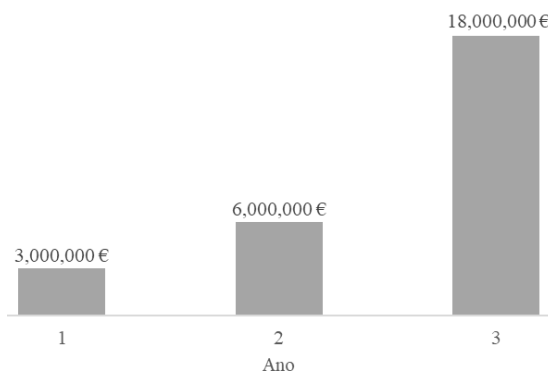


Figura 2 - Projeção de vendas de uniformes nos três primeiros anos

Estava previsto que dentro do primeiro ano de vendas, nos primeiros seis meses, 40% das vendas esperadas para o ano deviam ocorrer. Uma vez que de fevereiro a junho de 2021 tinha lugar o desenvolvimento do produto, a partir de julho de 2021 até dezembro do mesmo ano, o objetivo estabelecido para as vendas dos uniformes para profissionais de saúde foi de 1200000€.

### 1.5 Metodologia

A metodologia seguida ao longo do projeto tem por base o KBS (*Kaizen Business System*) e a filosofia e princípios defendidos pela metodologia *kaizen*. O sistema de gestão do *Kaizen Institute* assenta em 3 modelos distintos:

- *Growth Model*
- *Change Model*
- *Operations Model*

Na Figura 3, encontra-se esquematizado o *Kaizen Business System*.

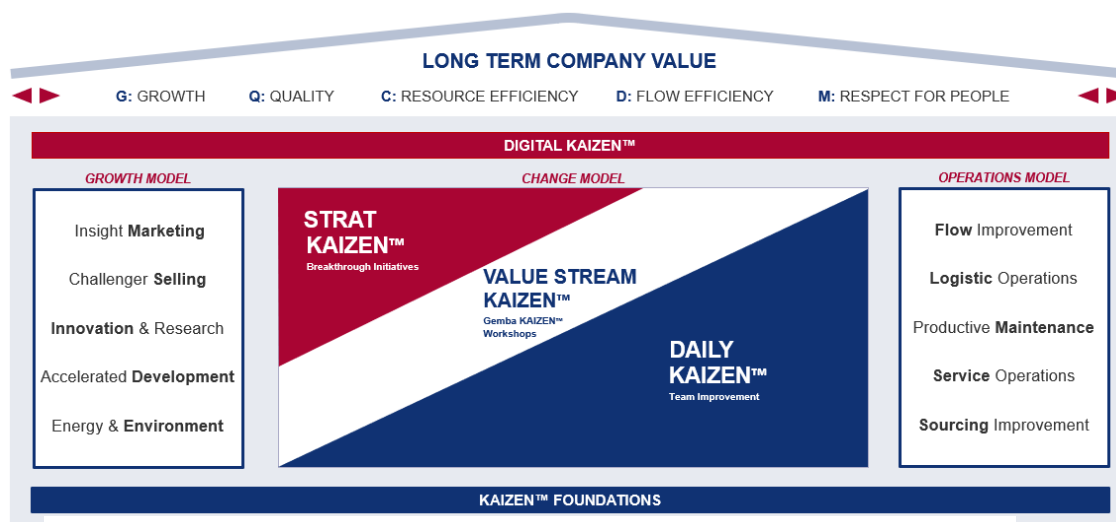


Figura 3 - *Kaizen Business System* (Kaizen Institute 2020e)

No modelo de *Growth* encontram-se alguns dos pilares explorados ao longo do projeto. São eles:

- *Insight Marketing*
- *Challenger Selling*
- *Innovation & Research*
- *Accelerated Project Development*
- *Energy & Environment*

Na Figura 4 encontra-se esquematizado o modelo de *Growth*.

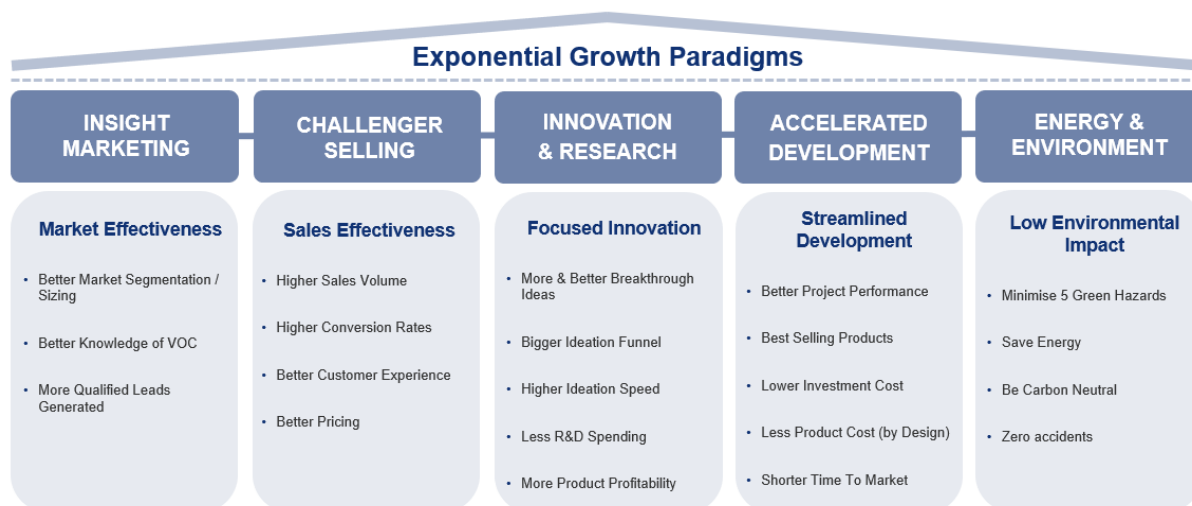


Figura 4 - Modelo de *Growth* (Kaizen Institute 2020e).

Através da exploração destes pilares pretende-se que: o projeto seja eficaz, quer em termos da escolha e penetração dos mercados, quer em termos de geração e concretização de vendas; tenha um grande foco na inovação e possa oferecer algo de novo ao mercado; se caracterize por um desenvolvimento simplificado, objetivo e rápido. Para tal, o processo deve envolver o mínimo impacto ambiental possível, condição esta cada vez mais valorizada pelo consumidor final e assumida como parte da cultura da empresa.

Além disso, o modelo de *Operations* tem como pilares:

- *Flow improvement*
- *Logistic operations*
- *Productive maintenance*
- *Service operations*
- *Sourcing improvement*

Na Figura 5 encontra-se esquematizado o modelo de *Operations*.

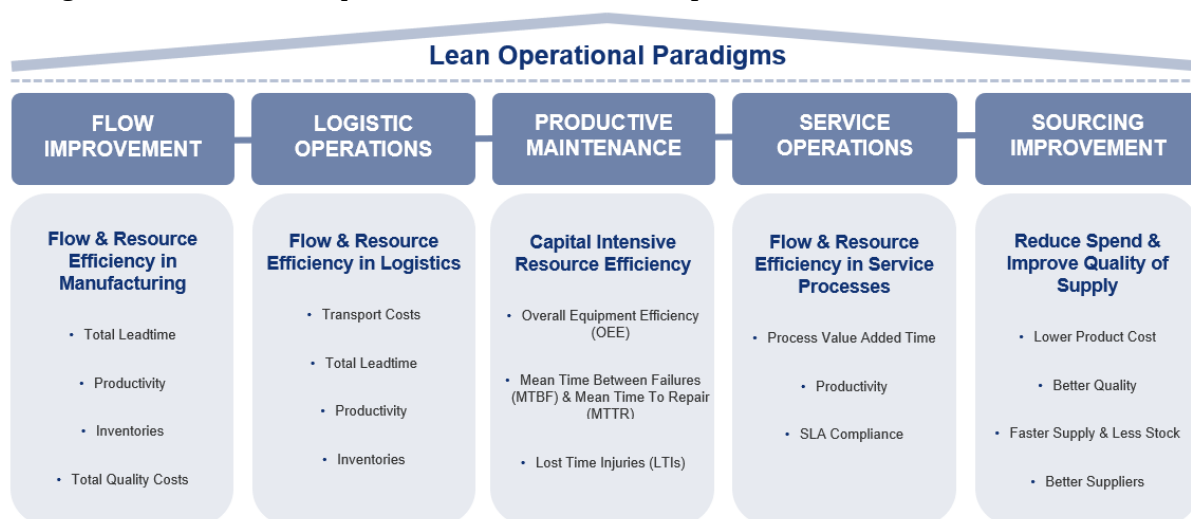


Figura 5 - Modelo de *Operations* (Kaizen Institute 2020e)

Dos pilares apresentados, pilares como *flow improvement*, *logistic operations* e *sourcing improvement* foram utilizados ao longo do projeto com o objetivo de reduzir *lead time*, inventário, custos de transporte, custos de produção e melhorar a qualidade do produto através do envolvimento de melhores fornecedores no processo.

## 1.6 Estrutura da dissertação

No segundo capítulo, é realizada uma revisão bibliográfica relativa a temas e ferramentas tidos em conta ao longo do projeto de dissertação.

No terceiro capítulo, é caracterizado o problema abordado na empresa que é a base de trabalho para a execução do projeto de consultoria.

No quarto capítulo, é abordada a implementação de soluções de forma a colmatar alguns dos problemas levantados no capítulo 3.

No quinto capítulo, os resultados obtidos a partir da solução implementada são discutidos.

O sexto e último capítulo apresenta conclusões e perspetivas de trabalho futuro, após o fim do projeto realizado.

## 2 Enquadramento teórico

### 2.1 Filosofia *kaizen*

O conceito subjacente à filosofia *kaizen* consiste na procura contínua de melhorias em todas as áreas das organizações, todos os dias e contando com o envolvimento de todas as pessoas dessas mesmas organizações.

Foi com base no *Toyota Production System*, o sistema criado pela Toyota que, na altura, a tornou a marca mais competitiva da indústria automóvel, que nasceu o *Kaizen Business System* (KBS). Este sistema de gestão engloba um grande número de ferramentas e metodologias que têm como objetivo suportar os diagnósticos e implementação de soluções de melhoria em todo o tipo de negócios e assim poder criar valor para o cliente. A filosofia *kaizen* vem quebrar o paradigma de que a solução para os problemas das organizações está no forte investimento em inovação, defendendo que uma melhor alternativa para a resolução de problemas é a implementação de pequenas melhorias incrementais, de baixo custo, que no seu conjunto trazem enormes melhorias com um risco residual associado (Imai 2005).

Além da Toyota, empresas como a Bosch, que criou o BPS (*Bosch Production System*) e a Sonae, que criou o programa IOW (*Improve Our Work*), ambas referências nos respetivos setores da economia, caracterizam-se por uma cultura de melhoria contínua. A melhoria contínua já deixou de ser uma filosofia aplicada apenas à indústria, sendo nos dias de hoje uma cultura existente em todo o tipo de negócios, desde a indústria tradicional a serviços como hospitais, bancos, escolas, entre outros.

### 2.2 Princípios *kaizen*

Seja qual for o negócio, a ferramenta ou metodologia a ser utilizada numa determinada organização, a filosofia *kaizen* tem 5 princípios aos quais se mantém sempre fiel e que são essenciais para o sucesso da filosofia (Imai 2005):

1. Criar valor para o cliente

O primeiro princípio e, por isso, mais importante é o foco total no cliente. O principal objetivo da filosofia *kaizen* é acrescentar valor ao cliente.

2. Criar eficiência de fluxo

Em segundo lugar, surge a necessidade de criar eficiência dos fluxos. Para tal, será necessário eliminar todo o tipo de desperdícios que estejam a criar ineficiências. Masaaki Imai, o autor da filosofia *kaizen*, identifica 7 tipos de desperdícios (*muda*): produção em excesso; movimentação de pessoas; transporte de materiais; tempo de espera de pessoas; tempo de espera de materiais, isto é, existência de stock; sobreprocessamento e, por fim, produção de defeitos.

### 3. Ser orientado ao *Gemba*

O *gemba* é o local onde se acrescenta valor. Assim, é fulcral estar presente no *gemba*, isto é, estar presente no terreno, observar os processos junto das pessoas envolvidas nestes.

### 4. Capacitar as pessoas

Não será possível atingir resultados se não se envolver as pessoas no processo de melhoria. É nesse sentido que surge o quarto princípio da filosofia, de forma a garantir que se desenvolvem as capacidades das pessoas e é garantido o alinhamento das equipas de trabalho.

### 5. Ser científico e transparente

O último princípio tem como foco principal forçar a utilização de dados e gestão visual na comunicação. A informação será tanto melhor quanto mais fundamentada em dados for, como também será melhor transmitida caso se recorra a gestão e comunicação visual.

## 2.3 Modelo de *Growth*

Ferramentas de *marketing* são essenciais quando se pretende rapidamente criar visibilidade de um novo produto e assim estimular a procura. O pilar de *Insight Marketing* é um pilar do modelo de *Growth* que tem como objetivo garantir uma correta colocação do produto no mercado conquistando neste o devido espaço; promover o produto da melhor forma possível atingindo os consumidores com a mensagem certa; desenvolver o melhor produto com as melhores margens ao melhor preço e ainda conseguir garantir vendas. Se os conhecidos 4 P's de *marketing* (*Placement, Promotion, Product, Price*), forem bem trabalhados o papel das vendas será apenas de converter os consumidores em clientes do produto (Kaizen Institute 2020d).

Relativamente à parte das vendas, o pilar *Challenger Selling* permite que haja uma metodologia que garanta as vendas e mantenha os consumidores (Kaizen Institute 2020b).

O pilar de *Innovation & Research* será o responsável por garantir que existem processos para criação de novas famílias de produtos. Assim, desde o momento em que existe uma ideia de produto até que ele possa ser lançado no mercado, há necessariamente diferentes passos a seguir, que garantem o acompanhamento do produto ao longo do seu ciclo de vida. (Kaizen Institute 2019).

O pilar de *Accelerated Development* tem como principal objetivo permitir uma entrada rápida de produtos novos no mercado através de melhorias da qualidade dos processos, eliminando retrabalho. O objetivo final será sempre ter um produto com o menor custo possível, mas que chega ao mercado o mais rapidamente possível, com qualidade, através de processos onde há orgulho, criatividade e colaboração por parte de todos os envolvidos (Kaizen Institute 2020a).

Na produção *Lean* resolvem-se problemas de rotura de *stock* com o método *pull*, em que cada etapa da linha de produção puxa a parte de que necessita da etapa anterior para continuar o processo, de forma a garantir que o processo está adequado à procura do mercado. Analogamente, a forma mais correta de se pensar no processo de desenvolvimento de novos produtos de uma forma *Lean* é conceber este processo como resposta a pedidos em forma de experiências que precisam de ser executadas, e que iniciam todo o processo de criação de novos produtos. Não é o cliente e os seus desejos que são o *trigger* do processo, mas sim as hipóteses que se colocam por parte da empresa sobre as necessidades do cliente. No fim deste processo, por consequência de uma boa hipótese formulada, de um correto processo de desenvolvimento de produto e da existência de um bom mercado com elevado número de potenciais consumidores, o mercado adquirirá o produto (Hart 2012).

O pilar de *Energy & Environment* tem como principal objetivo alertar os consumidores do impacto do produto no ambiente, garantir operações “verdes” em toda a cadeia de

abastecimento e a implementação de uma economia circular. Nos dias de hoje, atribui-se cada vez maior importância ao fator sustentabilidade, tornando-se obrigatório para os novos produtos lançados e para as empresas e marcas que tenham responsabilidade social e um cariz sustentável. No projeto apresentado, a importância dada à sustentabilidade é total, desde a escolha da matéria-prima até à forma como o produto é entregue ao cliente, tendo como objetivo garantir o menor impacto possível do desenvolvimento e comercialização do produto no meio ambiente (Kaizen Institute 2020c).

## 2.4 E-commerce

*E-commerce* transfronteiriço é um modelo de negócio em que os produtos são transacionados por meio de uma plataforma online, entre diferentes países. Negócios baseados em *e-commerce* entre diferentes países revelam-se um desafio logístico de elevado nível, envolvendo diferentes *stakeholders*, desde transportadores aéreos, marítimos ou terrestres, operadores de armazenamento, parceiros logísticos, despachantes aduaneiros, entre outros (He, Meng, and Liang 2021).

O *e-commerce* tem vindo a ganhar cada vez mais relevância nos dias de hoje como um meio para vender e comprar produtos. Para que os negócios que têm como base plataformas de *e-commerce* consigam ganhar quota de mercado, é particularmente importante que as empresas se foquem em entregar os produtos da forma mais rápida e com o mínimo de custos possíveis (Dai et al. 2021).

Logística de *e-commerce*, também conhecida por e-logística, tal como todos os sistemas e processos logísticos, corresponde aos métodos gerais e planeamento estratégico do processamento de transações, neste caso eletrónicas, que são necessários para a gestão do negócio (He, Meng, and Liang 2021). De forma prática, estes métodos permitem que o consumidor final ao finalizar a sua compra, despolete um fluxo de informação e materiais que vai fazer com que o produto que comprou lhe seja entregue em tempo útil.

O *e-commerce* veio quebrar o paradigma da tradicional cadeia de abastecimento, criando uma nova forma de transacionar produtos sem recorrer aos tradicionais distribuidores e retalhistas, conforme representado na Figura 6.

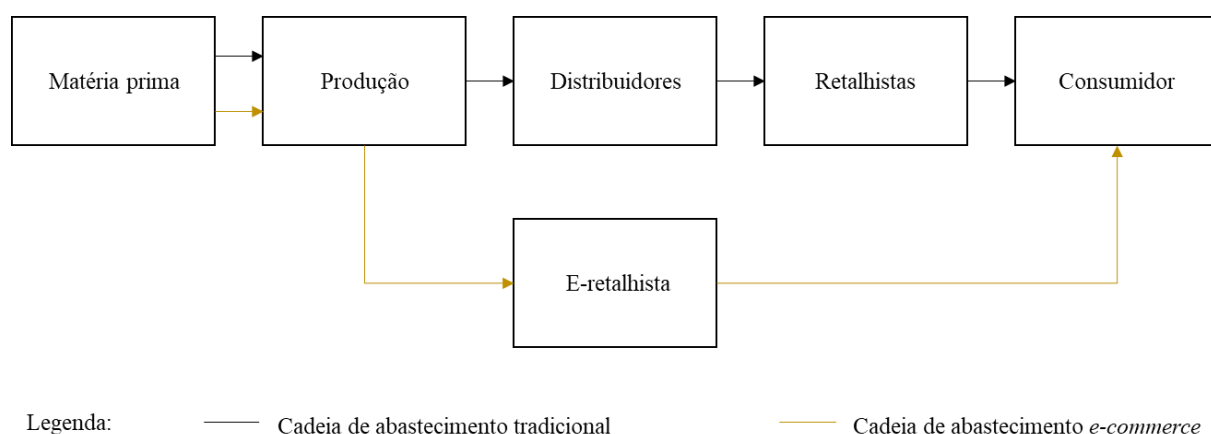


Figura 6 - Cadeia de abastecimento tradicional vs *e-commerce*

O *e-commerce* a nível mundial sofreu um crescimento bastante significativo, devido ao efeito da pandemia mundial de COVID-19, tornando-se assim uma enorme oportunidade para muitos negócios com este modelo de operação. Relativamente aos EUA, no ano de 2019, as vendas *online* corresponderam a um volume de 598 mil milhões de USD, enquanto no ano de

2020 o volume foi de 791.7 mil milhões de USD, representando um crescimento de 32% das vendas online neste país (UNCTAD 2021).

O *Gross Merchandise Volume* (GMV), é um indicador extensivamente utilizado no comércio *online* para avaliar o total de vendas, em valor monetário, de mercadorias vendidas numa plataforma *e-commerce*, durante um período de tempo definido. Se compararmos o GMV para as duas maiores plataformas de *e-commerce* a nível mundial, Alibaba e Amazon, nos anos de 2019 e 2020, constata-se um crescimento considerável. Na empresa chinesa, Alibaba, o indicador subiu de 954 mil milhões de USD para 1145 mil milhões de USD, representando um crescimento de 11%. Já na empresa americana, Amazon, o aumento verificado foi de 38%, passando de um valor de 417 mil milhões de USD para 575 mil milhões de USD (UNCTAD 2021).

## 2.5 Sistema de gestão de inventário

Um dos principais objetivos de qualquer negócio que comercializa produtos é ter um nível de *stock* que possa satisfazer a procura do mercado durante um determinado período de tempo e obter o maior lucro possível, através da redução de custos relacionados com o inventário. O que torna difícil a definição do nível de stock é a flutuação existente na procura dos produtos que se deve a causas externas ocorridas no mercado. A variabilidade ocorrida na procura dos produtos torna o controlo do inventário uma atividade dinâmica que necessita de uma revisão contínua dos métodos operacionais utilizados e refletidos no nível de inventário.

Na literatura, estão previstos diversos modelos que, tentando representar as características reais dos sistemas de controlo de inventário, otimizam, o mais possível, estratégias de controlo e gestão do mesmo. Diferentes modelos consideram diferentes fatores que fazem variar a procura e assim introduzem variabilidade no sistema. Há autores que consideram a procura constante, outros consideram que a procura é dependente de certas variáveis como: nível de *stock*, tempo, preço do produto e publicidade.

Relativamente à variável tempo, esta refere-se ao tempo que decorre entre duas reposições de *stock* e à duração do ciclo de inventário. Em alguns dos modelos existentes na literatura, a duração de um ciclo de inventário é considerada fixa e conhecida, enquanto noutros modelos esta variável é considerada como desconhecida e, por isso, torna-se também uma variável de decisão.

Quanto à relação entre o preço do produto e o seu padrão de procura, é usual na literatura considerar-se que há uma relação linear entre ambos. Se o preço do produto aumenta, a procura diminuirá linearmente e vice-versa.

Na literatura existente sobre modelos de gestão de inventário, diversos artigos abordam modelos onde a procura dos produtos é sensível à frequência de publicidade que é feita através dos *media*, seja através de jornais, rádio, televisão, *internet* ou outros meios de comunicação (San-José, Sicilia, and Abdul-Jalbar 2021).

Surgem também modelos que consideram a conjugação entre as variáveis supramencionadas de modo a tornar o modelo mais robusto e realista, prevendo melhor os padrões de procura dos produtos para uma melhor definição do sistema de gestão do inventário. A relação entre o padrão de procura de um produto e as variáveis mencionadas pode ser de diferentes naturezas: linear, de potência, exponencial, polinomial, logarítmica, entre outras variantes.

Além das variáveis já mencionadas, o custo unitário de ter o produto em *stock* (*holding cost*) e a política de rotura de *stock* influenciam também os modelos de gestão de inventário. As políticas de rotura de stock podem ser de dois tipos: PBO (*Partial Backordering*) e FBO (*Full Backordering*). Em regime PBO, pode ser feita a entrega parcial de uma encomenda realizada por um cliente mesmo que um determinado produto que o cliente comprou esteja em rotura de

*stock*. Em regime FBO, a encomenda não é totalmente satisfeita. Em relação ao *holding cost*, custo de ter um produto armazenado, este pode também ser dependente do fator tempo de forma linear, quadrática, de potência entre outras formas, ou até mesmo ser considerado como um custo fixo.

No Anexo A, encontra-se um quadro resumo das variáveis estudadas em sistemas de gestão de inventário por diversos autores nas respetivas publicações efetuadas entre os anos de 2010 e 2021 (San-José, Sicilia, and Abdul-Jalbar 2021).

Para as operações de uma determinada empresa, o inventário pode ter diferentes funções que as tornam mais flexíveis, como descrevem Heizer e Render (2011):

- Dissociar as diferentes etapas de um processo produtivo, garantindo que, por exemplo, é absorvida variabilidade de abastecimento dos fornecedores e, caso estes falhem na entrega de matéria-prima, o processo não para (Ex: inventário de *work in progress* (WIP)).
- Garantir uma resposta a flutuações na procura dos produtos, de forma a que os clientes não fiquem sem possibilidade de adquirir o produto, mantendo um bom nível de serviço com baixa probabilidade de roturas de inventário (Ex: inventário de produto acabado).
- Adquirir descontos de quantidade, sendo que comprar em maior quantidade pode reduzir o custo dos materiais ou da entrega dos mesmos (Ex: inventário de matéria-prima).
- Combater a inflação e a mudança de preços que podem ocorrer (Ex: inventário de matéria-prima).

A gestão de inventário envolve o planeamento e o controlo dos diferentes tipos de inventário e, por isso, exige interação com atividades relacionadas com a previsão da procura, ordens de compra e produção, vendas, entre outras. No caso de uma empresa ter uma política de *make-to-order*, produzindo apenas quando o cliente pede, é possível manter os níveis de inventário baixos, no entanto, nem todas as empresas conseguem ter este modelo de negócio, por diferentes razões, entre as quais os custos existentes para suportar este tipo de *modus operandi*.

O controlo de inventário está intrinsecamente ligado à procura do mercado e as empresas podem oferecer tanto melhor nível de serviço aos seus clientes quanto maior nível de inventário tiverem. No entanto, o inventário, de uma forma geral, é um dos ativos mais caros de muitas empresas e, por esta mesma razão, uma boa gestão do mesmo é crucial para o sucesso da empresa. Por um lado, podem ser reduzidos custos, reduzindo o nível de inventário, por outro lado, o cliente pode ficar insatisfeito quando pretende comprar um produto que não está disponível por falta de *stock*. Assim, o objetivo da gestão de *stock* é garantir um bom compromisso entre o investimento em *stock* e o nível de serviço ao cliente.

Todos os sistemas de gestão de inventário lidam com duas variáveis de decisão fundamentais: quando e quanto pedir para a reposição de inventário. Os diferentes tipos de *trigger* para fazer uma ordem de encomenda, requerem diferentes mecanismos de controlo, sendo os mais conhecidos os modelos de *push* e *pull*. Através de um modelo de *push*, o responsável pelo planeamento de produção decide quando e quanto produzir consoante a procura prevista e a informação que tem do nível de inventário no momento, ou seja, não se baseia no consumo real do mercado, mas sim naquilo que foi previsto como consumo. Com o sistema *pull*, o principal objetivo é decidir quando e quanto produzir com base no consumo real, sendo que neste caso quem guia o processo são os consumidores.

No caso do sistema *push*, o nível de inventário tende a crescer quanto maior for a diversidade de produtos, isto é, o nível de customização dos produtos, dado que todas as possíveis

variantes devem estar em *stock* de forma a satisfazer as necessidades do mercado. Como neste caso o nível de inventário depende fortemente da qualidade das previsões, uma sobrestimação da procura levará a uma enorme quantidade de *stock* e a elevados custos incorridos, assim como uma subestimação da procura levará a níveis reduzidos de *stock* e à possibilidade de ocorrência de rotura do mesmo, impactando o nível de serviço prestado ao cliente.

Já no caso de um sistema em *pull*, é garantido o fluxo de produção ao longo de todo o processo. De acordo com Srinivasan e Mandyam (2012), um sistema *pull* tem vantagens como: qualidade do produto e facilidade de deteção de defeitos; redução de custos de produção através de, por exemplo, reduzidos níveis de inventário em *WIP*; reduzido *lead time*; baixo nível de inventário; fluxo de produção nivelado; redução do efeito de *bullwhip* ao longo da cadeia, entre outras. Todas estas vantagens devem-se ao simples facto de a produção ser estimulada pelo cliente e não “empurrada” para este.

Já Hopp e Spearman (2004), têm uma perspetiva diferente relativamente à comparação entre os sistemas de gestão de inventário *pull* e *push*, considerando que um sistema *pull* é apenas aquele que limita a quantidade de *WIP* que pode existir ao longo da cadeia, enquanto que um sistema *push* é aquele que não impõe um limite à quantidade de *WIP*.

De uma forma geral, na prática, os sistemas *pull* e *push* coexistem no mesmo sistema de gestão de *stock*. Lysons e Farrington (2016) definem a interface entre as etapas de um processo de produção, que se baseiam em sistemas de *push* e *pull*, como limite *push-pull*. Este limite é o ponto onde o sistema de gestão de inventário de uma empresa passa de um sistema *push* para um sistema *pull*. Na literatura, o limite *push-pull*, também é definido como *customer order decoupling point* (CODP), ponto no qual é dada a entrada da ordem de compra do consumidor no sistema.

Associado ao conceito do CODP, Shingo (1981) introduziu o conceito do rácio P/D. P e D correspondem a períodos de tempo, onde P representa o *lead time* de produção e D o *lead time* de entrega. Com base neste rácio, é possível determinar a proporção de planeamento e produção que tem por base especulação e previsões e a proporção que tem por base o consumo real dos consumidores. Na literatura, são tipicamente definidos 4 CODP: *engineer-to-order* (ETO), *make-to-order* (MTO), *assembler-to-order* (ATO) e *make-to-stock* (MTS). Quanto mais a jusante na cadeia for colocado o CODP, mais atividades de valor acrescentado serão realizadas sob risco e incerteza; pelo contrário, quanto mais a montante for o CODP, mais atividades de valor acrescentado serão realizadas com base nos pedidos reais dos clientes, isto é, informação real (Wikner and Rudberg 2005).

O limite *push-pull* está relacionado com o adiamento da diferenciação do produto e tem implicações estratégicas. Mover o limite para um ponto situado no início do processo permite à empresa responder melhor à procura do mercado e evita que haja incompatibilidades entre a oferta e a procura. No entanto, tem como consequência um aumento do *lead time*. Van Hoek (2001) diz que, adiar o CODP significa adiar atividades na cadeia de abastecimento até receber ordens dos consumidores, com a intenção de nessa altura customizar os produtos, em vez de executar essas atividades em antecipação a futuras ordens. O objetivo do adiamento do CODP é atrasar ao máximo a customização na cadeia de abastecimento, tentando que só exista diferenciação no momento em que é feito um determinado pedido por parte do cliente. Desta forma, será possível oferecer uma grande variedade de produtos, tentando manter um nível reduzido de inventário, custos de transporte e processamento baixos, como reduzido risco de sobreprodução.

Existem três estratégias principais de adiamento do CODP na cadeia de abastecimento: adiamento do tempo, adiamento do lugar e adiamento da forma. O adiamento do tempo significa atrasar o movimento do produto na cadeia até receção de ordem do cliente; o adiamento do lugar significa guardar os produtos numa localização central até receção de ordem do cliente e, por fim, adiamento da forma, atrasando a finalização do produto e a

definição da sua utilidade até receção de ordem do cliente. Para desenvolver e implementar estratégias de adiamento do CODP, uma empresa necessita de ter um sistema de controlo de inventário robusto de forma a conseguir monitorizar a localização de todos os produtos na cadeia e identificar todas as atividades de valor acrescentado. Além disso, para que seja possível executar uma estratégia deste tipo, é necessário que o processo seja modular, isto é, que tenha diferentes etapas. Movendo o *customer order decoupling point* para jusante na cadeia de valor acrescentado do produto contribui para a customização do produto em massa, garantindo um processo mais ágil e mais *lean* (Van Hoek 2001).

## 2.6 Fluxo em *Pull*

O fluxo em *pull*, um dos princípios defendidos pela metodologia *kaizen*, foi inicialmente desenvolvido pela *Toyota Motor Corporation*, tendo a *Toyota* aplicado esta metodologia a todas as suas cadeias de abastecimento. O modelo de fluxo em *pull* é um modelo que tem por base a criação de um fluxo que é puxado inicialmente pelo consumo real do mercado, isto é, a compra efetuada pelo consumidor é um *trigger* do processo de produção. Para que este modelo funcione corretamente é necessária a melhoria contínua desse mesmo fluxo e a existência de sentido de responsabilidade e compromisso por parte de cada *stakeholder* continuamente. Na prática, o consumidor quando compra (puxa) um produto (material) faz com que seja iniciado o fluxo. O retalhista onde a compra foi efetuada puxa *stock* do distribuidor que por sua vez puxará *stock* da produção. Esta, por sua vez, puxará matéria-prima da rede de fornecedores. Desta forma, é o consumidor que marca o ritmo da produção (Coimbra 2013).

Um sistema de *pull* deve ser então guiado apenas pela necessidade e consumo dos clientes e não deve ser baseado em previsões, como é o caso dos sistemas de produção *push*. Para que o sistema logístico de uma empresa possa funcionar em *pull* é de extrema importância que se cumpram os princípios *kaizen* e que se tenham eliminado todas as operações sem valor acrescentado e os sete tipos de *muda* já nomeados. Só assim se criarão as condições necessárias para que se defina um sistema *kaizen* na cadeia de abastecimento eficaz. Quanto mais fluxo em *pull* for criado em toda a cadeia de abastecimento, mais rentável e eficaz será essa mesma cadeia (Smalley 2004).

O sistema de fluxo em *pull* defendido pela metodologia *kaizen*, não é simplesmente um modelo teórico e utópico, mas sim uma realidade que tem por base as atividades práticas do dia a dia que se passam no *gemba*, tornando as empresas mais competitivas (Coimbra 2013).

### 2.6.1 Teoria dos ciclos logísticos de *pull*

Os ciclos logísticos de *pull* são uma conceptualização de grupos de operações que estão inerentes ao normal funcionamento de uma cadeia de abastecimento. É nesses ciclos que existem oportunidades de melhoria e possíveis vantagens competitivas para as empresas. Estes ciclos dividem-se essencialmente em três tipos diferentes (Coimbra 2013):

1. *Picking* de produto acabado
2. Produção de produto acabado
3. *Picking* de materiais para a produção

O primeiro ciclo, *picking* de produto acabado, inicia-se com um processo de tomada de decisão por parte do armazém de distribuição, que neste caso, comporta-se como cliente. Quando o *stock* de produto acabado atinge o ponto de reabastecimento, dá origem à decisão de reposição do nível de *stock*. Este ponto de reabastecimento deve ser calculado de forma que a quantidade que ainda existe em *stock* seja suficiente para satisfazer a procura durante o *lead time* de reposição. Por outro lado, a decisão de “compra” pode-se dever ao facto de, em

antemão, já se saber que vai haver essa necessidade, porque um determinado cliente vai efetuar uma compra. Seja qual for a razão, a decisão é tomada para se fazer um pedido de reposição de um produto. O pedido é recebido pelo fornecedor que processa a informação – registrando a ordem no sistema, marcando a ordem de *picking* e as informações necessárias para que possa ser enviado um pedido ao armazém de produto acabado. Entrando o pedido no armazém, começa o processo de *picking*, verificação, ordenação e embalagem. Findo este processo, o produto é carregado para o transportador que entregará a encomenda no armazém do cliente, onde o produto vai ser descarregado, verificado, ordenado e arrumado. O objetivo neste primeiro ciclo é, uma vez dada a ordem de compra, criar-se um fluxo eliminando todas as etapas em que o material e a informação são colocados em espera. Normalmente, os fatores que fazem este ciclo ser demorado são a falta de *stock* e a reduzida frequência de transporte, o que origina tempos de espera elevados.

O segundo ciclo, produção de produto acabado, inicia-se com o ponto de decisão de produção que poderá ser iniciada pelo facto de, apesar de já haver um determinado produto em *stock*, haver a necessidade de reposição de um certo nível de inventário. Por outro lado, o produto pode já não existir em inventário e por isso será iniciada a sua produção. A produção de uma determinada referência de produto pode ser classificada normalmente como MTS (*Make-to-stock*), como é o primeiro caso descrito anteriormente, ou MTO (*Make-to-order*), como é o segundo caso referido. No caso de produtos em que se utiliza uma política de MTS, a sua produção pode-se dar pelo facto de se ter atingido o nível de reposição ou por existência de uma encomenda de grandes dimensões. Após a decisão de quanto se deve produzir, é necessário passar por uma série de cálculos relacionados com os requisitos do pedido de produção, pois pode-se dar o caso de haver tamanho mínimo de lote de produção ou até a possibilidade de se juntarem encomendas na mesma ordem de produção. Além disso, de acordo com o BOM (*Bill of materials*), é necessário calcular os materiais necessários para que se dê a produção do produto acabado. Dados todos os requisitos, estão reunidas as condições para que se dê o agendamento e lançamento da ordem de produção. O próximo passo será a definição da melhor sequência de produção para as linhas ou máquinas que marcam o tempo de produção (*pacemaker*) e restringem a capacidade da fábrica. Após o processamento da ordem, pode então iniciar-se o movimento de materiais e a produção propriamente dita, para a qual pode ser necessário *picking* de materiais, ou então, já os materiais estão prontos na linha para começar a produção. Os transportes de material e a produção têm de se realizar na ordem certa até que o produto esteja finalmente acabado e entra no armazém de produto acabado. O objetivo neste segundo ciclo, mais uma vez, é o de criar fluxo e para tal existem muitas oportunidades de melhoria, como por exemplo, o tamanho do lote de produção; a resolução de problemas que podem advir de defeitos na produção; disponibilidade de máquinas; frequência de transporte interno; falta de materiais; entre outras. O fluxo de informação neste ciclo consome muito tempo e por isso é fulcral para o bom funcionamento do processo garantir mecanismos internos otimizados para melhorar a produtividade.

O terceiro ciclo, *picking* de materiais necessários para a produção, é onde se fornecem todos os materiais necessários para que a produção se dê, o que se revela uma tarefa muito exigente dado que podem ser centenas ou até milhares de diferentes materiais envolvidos no processo de produção, sendo necessário um elevado grau de sincronização no *picking* e fornecimento. O movimento de material para os diferentes pontos de utilização, isto é, fases do processo de produção, é essencialmente um processo de reposição de material nesses pontos de uso, ou perto destes. A gestão desta reposição pode ser feita através da utilização de sistemas *kanban* (sistema físico) ou por meio eletrónico, sendo que seja através de um ou outro método, o sinal de reposição é dado visualmente. O objetivo neste terceiro ciclo é garantir, por um lado, uma correta sincronização do movimento dos muitos e diferentes materiais envolvidos para que estes sejam recebidos *just-in-time* e no local correto do processo de produção e, por outro, que

nunca se dê a rotura desses mesmos materiais de forma a não comprometer a produção, originando tempos de paragem na produção.

Os três ciclos formam uma estrutura natural de fluxos de informação e materiais ao longo de toda a cadeia de abastecimento que necessitam de estar bem organizados entre todos os *stakeholders* envolvidos no processo. Em muitos casos, as empresas pensam ter controlo sobre o todo processo com sistemas como ERP (*Enterprise resource planning*) e MRP (*Material requirements planning*), mas muitas vezes estes sistemas não têm toda a informação necessária do chão de fábrica para que possam ser tomadas decisões acertadas. Isto porque, muitas vezes as ordens processadas por estes sistemas são baseadas apenas em previsões e não num algoritmo de planeamento em *pull* adaptado ao tempo de ciclo de transporte e produção de materiais e ao consumo real do mercado. A não utilização de algoritmo de planeamento em *pull* leva ao aumento de inventário e consequentemente de custos.

Uma questão a ter em conta quando se fala em planeamento logístico em *pull*, é quem deverá ser o responsável por um determinado ciclo logístico, se será o cliente ou o fornecedor envolvido nesse determinado ciclo.

Qualquer cadeia de abastecimento, desde a origem da matéria-prima até ao consumidor final é composta por séries dos três ciclos mencionados e, por isso, se uma cadeia de abastecimento for analisada com base na análise dos ciclos mais facilmente são identificadas as dificuldades e a complexidade de toda a cadeia e, consequentemente, as oportunidades de melhoria desta. Tendo em conta os fluxos de informação e de materiais identificados nos ciclos logísticos, podem ser identificadas três áreas principais de melhoria, que correspondem aos três pilares definidos na metodologia *kaizen* para o modelo de TFM (*Total Flow Management*), sendo este o modelo responsável por criar as cadeias de abastecimento mais *lean*, ágeis e flexíveis. Os pilares são:

1. Fluxo de produção
2. Fluxo de logística interna
3. Fluxo de logística externa

O fluxo de produção diz respeito à produção propriamente dita, onde idealmente será caracterizada por produção peça a peça, com flexibilidade na troca de referências para produção, com eficiente fornecimento de materiais necessários bem como operadores eficientes. O fluxo de logística interna inclui todos os movimentos de material que ocorrem dentro da fábrica, bem como o movimento de informação relacionado com a gestão das ordens de produção. O fluxo de logística externa inclui todo o movimento de material para a fábrica, bem como o movimento de informação relacionada com o processo *pull* ocorrido no ciclo de *picking* de produto acabado (Coimbra 2013).

## 2.7 Síntese

Na revisão bibliográfica apresentada, são descritos a filosofia e princípios *kaizen* que fazem parte da cultura implementada no projeto. É realizada a descrição do modelo de *Growth* que também faz parte da génese do processo de desenvolvimento de produto realizado pela empresa. Neste capítulo, aborda-se também o conceito de *e-commerce* transfronteiriço, que é o modelo de negócio em questão no projeto. Por fim, é destacada a teoria que existe na literatura acerca de sistemas de gestão de inventário e de fluxo em *pull*.

### 3 Caracterização do problema

#### 3.1 Os produtos da empresa

Inicialmente a empresa comercializava apenas máscaras que inativam 99.5% do vírus SARS-COV-2, através da utilização de uma tecnologia que não só é anti microbial como também antiviral. Quando qualquer microrganismo entra em contacto com a malha onde foi utilizada a tecnologia, a membrana celular deste é rompida, o que resulta na desativação do microrganismo prevenindo assim o seu crescimento e proliferação. A Figura 7, construída pela empresa, representa o funcionamento da tecnologia anteriormente descrita.

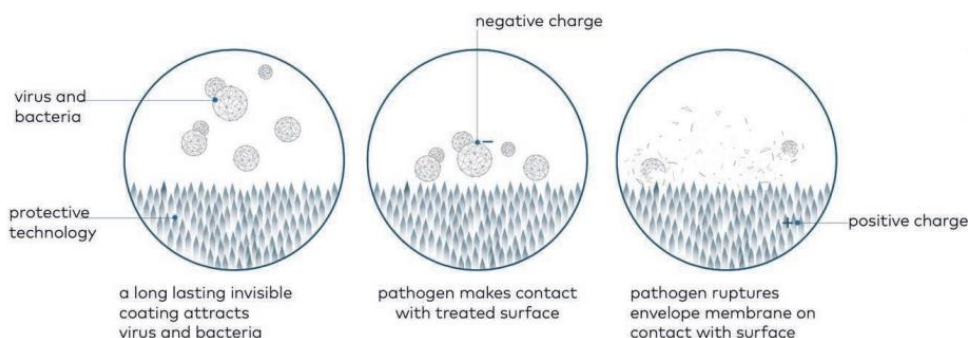


Figura 7 - Funcionamento da tecnologia anti microbial e antiviral

A comercialização das máscaras serviu para o crescimento inicial da empresa ainda em fase de *start-up* e também como projeto piloto da tecnologia antiviral utilizada pela empresa. A inovação tecnológica associada à máscara, aliada ao contexto de pandemia vivido, fez com que facilmente o negócio e as vendas escalassem. A tendência da venda de máscaras tem sido de redução ao longo do tempo. Desde janeiro de 2020 a junho de 2021, o padrão de vendas acumuladas das máscaras pode ser observado na Figura 8. Pela análise da figura, percebe-se que o valor acumulado das vendas tem uma evolução aproximada de uma função logarítmica, caracterizada por um crescimento inicial acentuado que tem diminuído ao longo do tempo, sendo de realçar a estagnação da curva de abril de 2021 a junho de 2021. No total, a empresa conseguiu vender cerca de um milhão de máscaras por todo o mundo através dos canais de venda B2B e D2C, o que demonstra o potencial de crescimento de uma *start-up* com pouco mais de um ano de atividade no mercado.

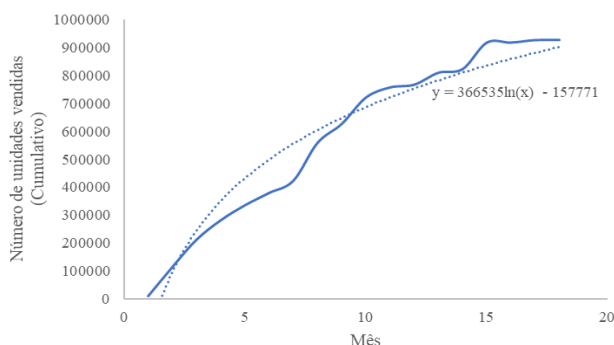


Figura 8 - Padrão de vendas acumuladas das máscaras (janeiro 2020 - junho 2021)

O trabalho desenvolvido pela empresa também passa pela montagem e gestão de toda a cadeia de abastecimento. Dentro de portas não existe processo produtivo, sendo que desde a produção de matéria-prima (malha) até ao transporte do produto ao cliente, o modelo de negócio implica a subcontratação de empresas especializadas que desenvolvem as várias partes do processo. O papel chave da empresa e o seu foco é o de desenvolvimento do produto, neste caso, desenvolvimento da melhor máscara disponível do mercado, de alto valor acrescentado e que, por essa mesma razão, é comercializada pelos maiores retalhistas mundiais. Ocorreram vendas por todo o mundo, desde a Índia, passando por diversos países europeus e médio oriente. São utilizados dois canais de venda para a comercialização das máscaras: o canal B2B, para a comercialização e negociação com os grandes retalhistas mundiais e o canal D2C, a partir do qual se estabelece contacto direto com o consumidor final. No canal D2C, o consumidor tem a possibilidade de adquirir as máscaras por meio do *site* da empresa.

A cadeia de abastecimento das máscaras caracteriza-se pela estrutura que é apresentada na Figura 9.

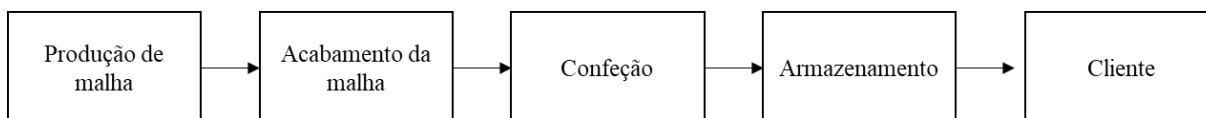


Figura 9 - Cadeia de abastecimento das máscaras

Cada fase da cadeia de abastecimento representada na Figura 9 é responsabilidade de um fornecedor único, isto é, para cada fase há um fornecedor diferente e especializado. No entanto, a empresa tem uma rede de contactos de fornecedores alternativos para cada uma das fases do processo, por forma a não comprometer o mesmo. A fase de produção da malha envolve o processo que transforma o fio em malha. Na fase de acabamento da malha, estão envolvidos processos como o tingimento da malha e passagem desta por uma série de tratamentos, como por exemplo, tratamento antiviral. A confeção é o processo que transforma a malha na peça final. De seguida, as máscaras confeccionadas são armazenadas e assim chegam ao ponto da cadeia a partir do qual podem ser transportadas até ao cliente final quando encomendadas. O transporte do material entre os fornecedores é responsabilidade dos mesmos. O transporte que é responsabilidade da empresa é o transporte final do armazém para o cliente.

### 3.2 Os projetos de desenvolvimento de novos produtos

Como verificado pelo padrão de vendas das máscaras, o negócio iria naturalmente estabilizar porque as máscaras que, no início da pandemia eram um produto essencial e de utilização obrigatória em muitos países do mundo, passam a ser um produto de utilização opcional. De

facto, dada a redução do efeito da pandemia, a compra de máscaras começa a deixar de ser um hábito dos consumidores.

Após o sucesso das máscaras e comprovada a eficácia da tecnologia antivirica, rapidamente surgiram novas ideias de produtos que, tendo como valor acrescentado a característica antiviral, poderiam facilmente entrar no mercado. A estratégia da empresa passou então por alargar a gama de produtos com produtos complementares às máscaras. Nesse sentido foram criadas novas unidades de negócio:

- *Health Professionals Scrubs* com a responsabilidade do desenvolvimento dos uniformes para profissionais de saúde.
- *Enhanced Textiles* com o objetivo do desenvolvimento de produtos que se enquadram nas categorias:
  - *Care*, onde se incluem produtos, como por exemplo, um turbante para secar o cabelo.
  - *Sleep*, onde se incluem produtos como lençóis e roupa de cama.
  - *Live*, para o desenvolvimento de produtos, como por exemplo, roupa interior.

### 3.3 Motivação para a realização do projeto e oportunidades

A razão principal pela qual existe a criação de *stock* é o facto de o cliente não estar disposto a suportar o *lead time* de reaprovisionamento. Quando existem dados históricos de vendas, uma empresa pode optar por fazer previsões da procura a partir desses mesmos dados ou, no limite, de forma a simplificar, supor que no dia seguinte a procura será igual à do dia anterior. Quando não há dados históricos de procura de um determinado negócio, o mesmo não é possível e assim torna-se um grande desafio definir a quantidade de aprovisionamento inicial e posterior reposição de *stock*, de forma a evitar a existência de roturas de *stock* e/ou excesso de *stock* em determinados produtos. Essa dificuldade é agravada quando existe complexidade logística na cadeia de abastecimento e falhas no fluxo de informação.

De forma a lidar com a inexistência de dados da procura passada, é importante tentar prever da melhor forma como se dará o consumo do produto na fase de lançamento deste no mercado. Para tal, exige-se a simulação de diferentes cenários, uns mais conservadores e outros mais otimistas, na tentativa de que nos primeiros dias de vendas se consiga aperfeiçoar a previsão anteriormente realizada. Assim, atualiza-se o algoritmo para reaprovisionamento de *stock* e tenta-se perceber qual dos cenários previstos se adequa melhor à realidade da procura para o produto em questão.

A estratégia definida para a marca dos uniformes de saúde era clara:

- Ser reconhecida como a melhor marca de uniformes do mercado, sendo a marca número um no indicador NPS (*Net Promoter Score*), indicador que mede a experiência e satisfação do cliente relativamente aos produtos da marca.
- Impactar positivamente a vida de 50000 profissionais de saúde no ano de lançamento da marca.
- Expandir o portefólio de produtos cobrindo todas as categorias de uniformes do mercado.
- Criar um produto de qualidade acima da média do mercado com características únicas.
- Atingir a marca dos 50 milhões de USD em vendas no ano de 2025.
- Ser uma referência na área da sustentabilidade.

- Criar iniciativas que favorecem o cliente caso este devolva o produto quando este chegar ao fim de vida, tornando a economia circular uma prioridade.
- Criar parcerias com empresas experientes em D2C.

O *know-how* técnico e o sucesso do arranque da empresa através da comercialização das máscaras davam boas perspetivas para o sucesso da empresa. No entanto, para que o alargamento da gama e introdução de novos produtos no mercado resultassem, havia a necessidade de criar um processo *standard* a seguir para o desenvolvimento de um produto. Este processo deve ser eficiente e, para tal, é necessária a melhoria dos processos inerentes ao macroprocesso de desenvolvimento e colocação do produto no mercado. A falta de organização e inexistência de um processo para o fluxo de informação é uma lacuna que deve ser melhorada e que traz certamente benefícios para todos os envolvidos na cadeia de abastecimento. Entendeu-se que não seria âmbito do projeto intervir na alteração do fluxo de material propriamente dito, mas que seria importante montar um sistema de gestão do *stock* do produto acabado originado no fim do fluxo.

### 3.4 Fluxo de informação

Desde o momento em que é dada uma ordem de fabrico de um determinado produto até que este esteja efetivamente fabricado, é necessário que cada fornecedor responsável pelas diferentes fases do processo participe no fluxo de informação.

Pelo facto de a empresa ter sido constituída recentemente, não existiam processos definidos nem uniformizados. O fluxo de informação utilizado pela empresa demonstrava a falta de criação de processos, já que este fluxo ocorria via email ou telefone. Desta forma, verificavam-se com frequência falhas de comunicação, perda de informação, entre outros erros, que faziam com que a passagem de informação fosse lenta, prejudicando assim o normal e ideal funcionamento do fluxo de informação.

Quando se pretende montar um algoritmo de reaprovisionamento de *stock*, uma das primeiras decisões a serem tomadas é como se processa o fluxo de informação entre os diferentes intervenientes no processo, ou seja, a quem deve ser dada a ordem de reaprovisionamento. A partir do momento em que é necessário o reaprovisionamento do *stock* de um produto, a informação terá de passar desde o local onde o *stock* está a ser armazenado até aos diferentes fornecedores da cadeia. É preciso garantir que a informação não fica retida em nenhum ponto e que é passada da forma mais eficiente possível, com o mínimo desperdício, isto é, é preciso assegurar que a informação não fica parada em nenhum ponto do fluxo. Quanto maior o número de fornecedores envolvidos no processo de produção, mais complicada se torna a tarefa de transferência de informação. Além da eficiência do fluxo, é fulcral que este seja eficaz, ou seja, que seja passado corretamente sem distorção da informação. No caso de se iniciar um processo de produção de um SKU que não necessita de reposição, são criados dois problemas: a reposição de um SKU indevidamente e consequente acumulação de *stock* do mesmo e uma rotura de *stock* do produto não repostado.

Os problemas principais relacionados com fluxos de informação mal organizados e sem um processo definido, como é o caso da empresa do projeto, é o tempo que a informação está parada num determinado ponto e a existência de “*stock*” de informação que resulta da incapacidade de esta não conseguir fluir.

Além da definição de papéis de cada *stakeholder* na passagem da informação, é necessário definir a forma como esta é transmitida e de que modo será dada a ordem de reaprovisionamento. Esta ordem pode ser dada por uma pessoa via *e-mail* ou chamada telefónica, por exemplo, ou até ser criada pelo sistema de gestão de inventário de forma automática. Existem várias formas para despoletar uma ordem de encomenda que podem ser

mais ou menos digitais e mais ou menos automáticas, traduzindo-se em diferentes resultados no processamento da informação.

Para se ter um melhor entendimento do fluxo de informação que ocorre ao longo da cadeia de abastecimento, realizou-se o mapeamento do fluxo, através do levantamento de todas as atividades envolvidas desde o início da cadeia até ao fim. Na Figura 10, encontra-se representado o mapeamento do fluxo de informação da cadeia de abastecimento dos uniformes.

Pela observação da Figura 10, verifica-se que não há qualquer comunicação entre os diferentes fornecedores e que toda a operação é gerida e coordenada pela equipa operacional da empresa. Pela análise do fluxo de informação, nota-se que os pedidos de produção para cada fornecedor dependem do fim da ordem de produção do fornecedor que antecede na cadeia. Além disso, cada fornecedor faz a sua análise e planeamento de produção, individualmente, sem ter visibilidade sobre todo o processo, o que faz com que o planeamento de cada fornecedor ocorra apenas quando for efetuado o pedido por parte da empresa. Esta forma de atuar aumenta o *lead time* de todo o processo, prejudicando o bom funcionamento do processo produtivo e de distribuição da empresa.

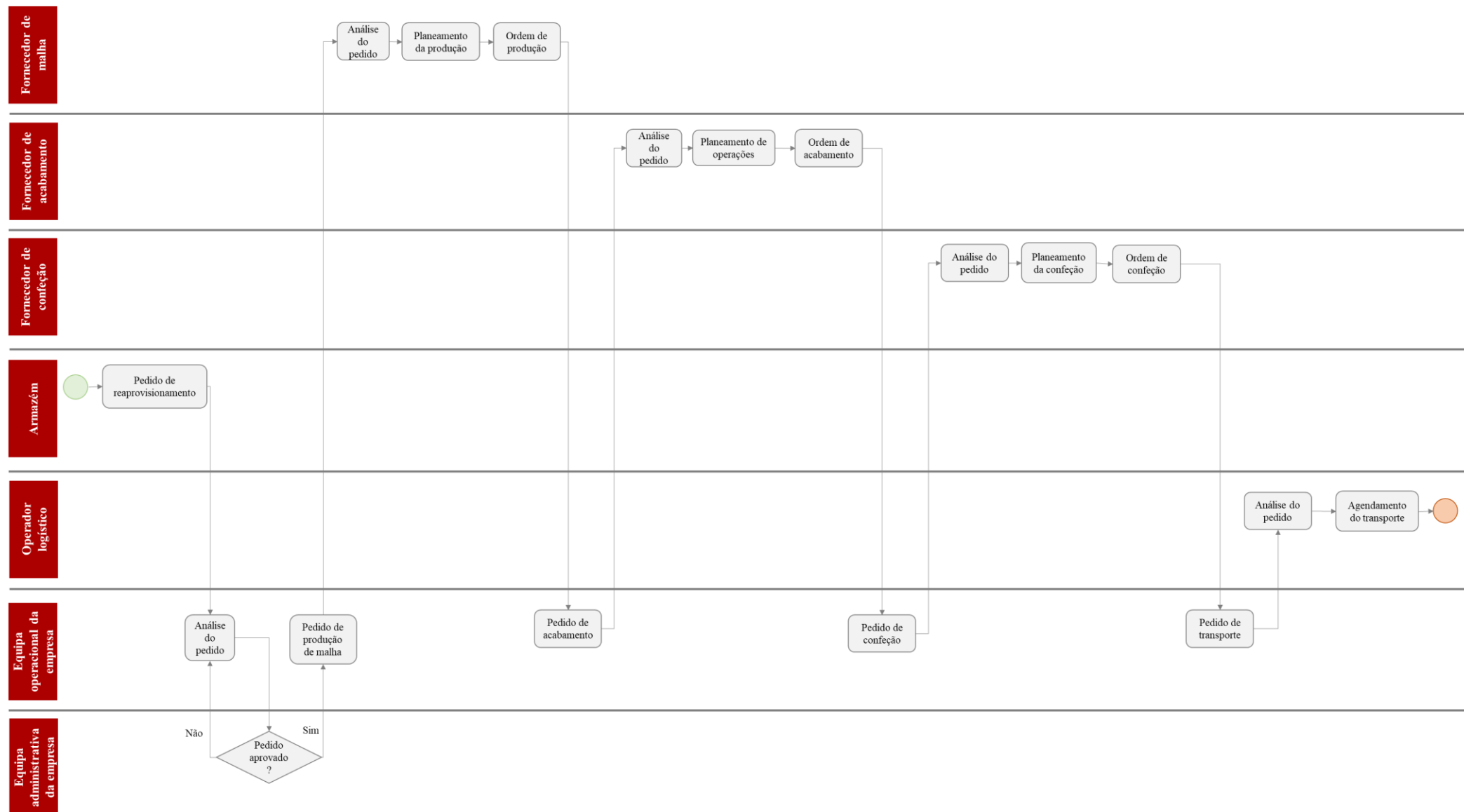


Figura 10 - Mapeamento do fluxo de informação

### 3.5 Fluxo de material

Uma vez criada a ordem de reaprovisionamento inicia-se o fluxo de material. Este fluxo inclui todo o processo de produção desde a matéria-prima ao produto acabado.

Para se obter um melhor entendimento do fluxo de material que ocorre ao longo da cadeia de abastecimento, realizou-se o mapeamento do fluxo, através do levantamento de todas as atividades envolvidas desde o início da cadeia até ao fim. Na Figura 11, encontra-se representado o mapeamento do fluxo de materiais da cadeia de abastecimento dos uniformes.

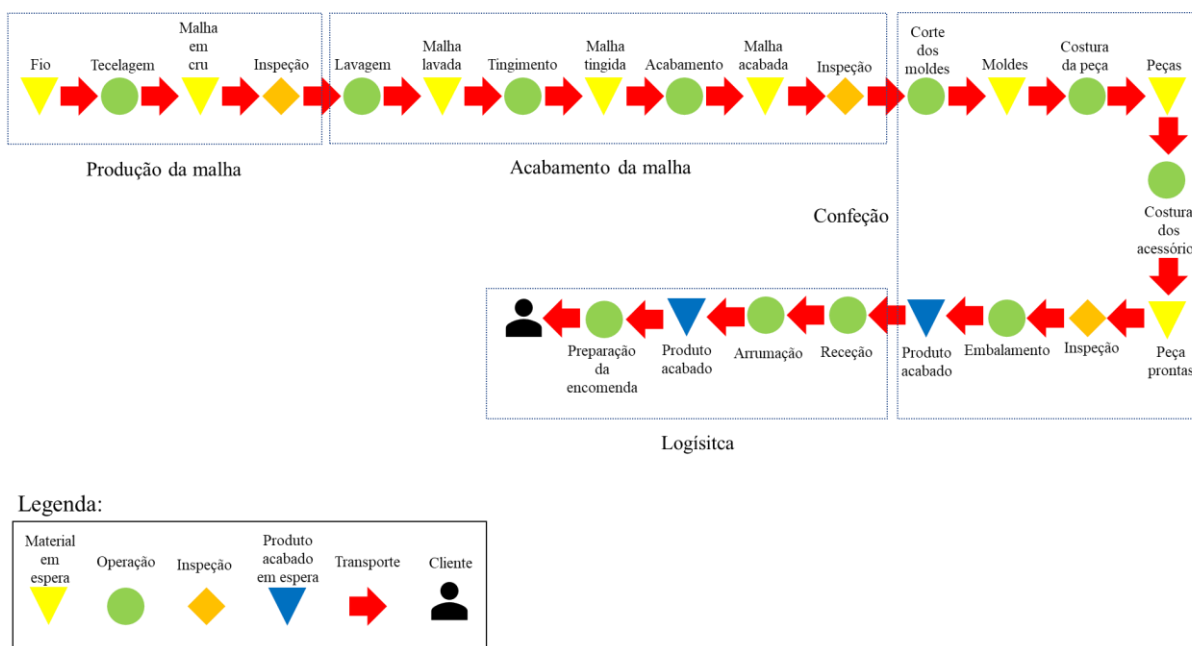


Figura 11 - Mapeamento do fluxo de materiais

Através do mapeamento e análise do fluxo de materiais é possível entender todo o processo de produção em questão, bem como definir o *lead time* desde que a produção de malha se inicia até que o produto acabado se encontra no armazém.

Na primeira fase do fluxo, a produção de malha, insere-se a operação de tecelagem, pela qual se entrelaçam os fios através de um tear. A produção de malha é um processo que tem uma duração de 15 dias. Após a produção de malha no primeiro fornecedor da cadeia, a malha segue para o segundo fornecedor e assim inicia-se a segunda fase do processo, o acabamento da malha. Nesta fase, inicialmente, lava-se a malha seguindo-se a operação do tingimento que lhe atribui a cor. Após a malha estar tingida, procede-se ao seu acabamento, onde, através da passagem da malha numa máquina denominada de râmola, amacia-se a malha e trata-se quimicamente a mesma de forma a criar as características funcionais que tornam o produto de alto valor acrescentado. O acabamento da malha é uma fase do processo que dura 10 dias. Terminada a fase do acabamento, a malha segue do segundo fornecedor para o terceiro fornecedor onde ocorre a confeção dos uniformes médicos. A primeira operação a ser realizada na fase de confeção é a modelagem, na qual se definem os moldes das peças e se fazem os cortes da malha para obter esses mesmo moldes. De seguida, costura-se a peça e, uma vez costurada a peça, costuram-se acessórios como etiquetas, cordões, fechos, entre outros que estejam definidos. A embalagem é a última operação a ser realizada no terceiro fornecedor que termina assim a fase da confeção, cuja duração é de 10 dias. O produto acabado segue do terceiro fornecedor para o local onde vai ser armazenado pelo operador logístico. Quando o produto chega ao armazém, é necessário fazer a sua receção e descarregar a mercadoria. A seguir, o produto é arrumado devidamente à espera que sejam despoletadas

novas encomendas para depois seguir para o cliente. Esta quarta e última fase do processo pode demorar até 5 dias. No total, o fluxo de material tem um *lead time* de 40 dias.

Pela observação do mapeamento do fluxo de materiais, constata-se que o processo envolve uma quantidade de operações considerável e que há bastantes pontos quer de material em espera, quer de transporte para que o processo se possa desenrolar. Na figura, apenas os círculos verdes, que representam operações, são atividades de valor acrescentado, sendo todos os outros símbolos sinal de desperdício existente no processo.

A produção, acabamento e confeção da malha são realizados por três fornecedores portugueses distintos, especialistas nas respetivas áreas de operação e referências a nível mundial no setor têxtil. A questão do operador logístico, nomeadamente da localização do armazém de produto acabado, será abordada no capítulo quarto.

### 3.6 Síntese

Neste capítulo, descreve-se inicialmente quais os produtos já comercializados pela empresa bem como os produtos que estavam em fase de desenvolvimento, sendo os uniformes médicos um dos produtos em desenvolvimento e o foco do projeto de dissertação. Além disso destaca-se a importância do controlo e gestão do *stock* que está no armazém de produto acabado. O controlo do *stock* permite também o controlo dos custos envolvidos no processo logístico. Para a construção de um sistema de gestão de inventário é importante perceber o fluxo de informação e material da cadeia de abastecimento, descritos detalhadamente neste capítulo.

## 4 Implementação de soluções

### 4.1 Definição do processo de desenvolvimento de um produto

Dado que a empresa foi recentemente criada, não existem processos definidos. Neste sentido, é essencial criar um processo *standard* de desenvolvimento do produto, para ser aplicado tanto aos produtos até então em desenvolvimento, como àqueles que seriam desenvolvidos no futuro. Através de um *workshop Kaizen* com todos os elementos da empresa, foi definido o processo *standard* de desenvolvimento de produtos que a empresa deveria utilizar para qualquer produto a lançar. O *workshop* foi sustentado pelos modelos de *Growth* e *Operations* previstos no sistema de gestão do *Kaizen Institute*, descritos no capítulo 2, de forma a que o processo criado esteja de acordo com a filosofia e os princípios *Kaizen*. Do *brainstorming* do *workshop* representado no Anexo C, definiram-se cinco macroprocessos necessários ao desenvolvimento e colocação de um produto no mercado (Figura 12).

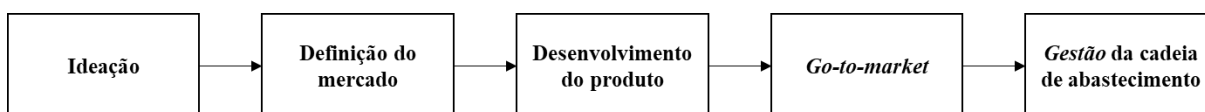


Figura 12 - Processo de desenvolvimento e colocação de um produto no mercado

Cada macroprocesso tem naturalmente micro processos associados. Assim, foi necessário detalhar os processos existentes dentro dos macroprocessos mencionados anteriormente. De seguida, para o caso concreto do processo de desenvolvimento dos uniformes médicos, são descritas as diferentes fases do processo de desenvolvimento.

No que diz respeito à primeira fase do processo, a ideação consiste na formação da ideia de produto que se pretende desenvolver. No caso específico do projeto a ideia dos uniformes para profissionais de saúde surge, por um lado pela necessidade de criar novos produto atendendo ao facto de que o volume de vendas das máscaras estava a estabilizar e assim poder dar seguimento ao crescimento inicial da empresa como *start-up*. Por outro lado, aproveitando o conhecimento tecnológico existente na empresa que permite criar produtos na área dos têxteis técnicos, de alto valor acrescentado, entedia-se que havia uma oportunidade de negócio no mercado dos uniformes médicos que deveria ser aproveitada.

Na segunda fase do processo, segue-se a definição do mercado. Para tal, é realizado um estudo de diferentes variáveis que impactam nesta mesma decisão, desde a situação geopolítica dos países, passando pelo sistema comercial dos mesmos, até uma análise mais relacionada com o mercado. Desta forma, construiu-se uma matriz de atratividade dos mercados de forma a perceber qual o mercado que, atribuindo valores de 1 a 5 (em que 1 é pouco atrativo e 5 muito atrativo) às diferentes variáveis estudadas, obteria uma melhor pontuação e, assim, seria mais interessante para o lançamento do negócio. A fórmula que define a pontuação final de cada país é dada por:

Pontuação final = Média da pontuação da variável Situação Geopolítica \* 20% + Média da pontuação da variável Sistema Comercial \* 30% + Média da pontuação da variável Consumidor \* 50%

Na Figura 13, encontra-se representada a matriz de atratividade dos mercados. Esta ferramenta foi utilizada na definição do mercado mais atrativo para o lançamento dos uniformes para profissionais de saúde. É uma ferramenta que pode ser utilizada pela empresa para o estudo de mercados de qualquer outro produto que venha a desenvolver no futuro e que ajuda na tomada de decisão.

| País/Mercado    | Situação Geopolítica      |                       |                        |                         | Sistema Comercial          |                             |                         |                                      | Consumidor          |                         |                                                |                 | Pontuação final |
|-----------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
|                 | Competitividade logística | Estabilidade política | Estabilidade monetária | Barreiras alfandegárias | Não possui indústria local | Baixos custos publicitários | Eficácia da publicidade | Distribuição moderna subdesenvolvida | Tamanho/Crescimento | Apreciação da qualidade | Há consumo de produtos onde somos competitivos | Poder de compra |                 |
| EUA             | 3.92                      | 4                     | 5                      | 3                       | 1                          | 1                           | 5                       | 4                                    | 5                   | 5                       | 5                                              | 5               | 4.12            |
| Reino Unido     | 4.01                      | 4                     | 5                      | 3.75                    | 4                          | 1                           | 4                       | 5                                    | 1                   | 5                       | 5                                              | 3               | 3.64            |
| Alemanha        | 4.19                      | 4                     | 5                      | 5                       | 3                          | 2                           | 1                       | 5                                    | 2                   | 5                       | 5                                              | 3               | 3.61            |
| Frância         | 3.86                      | 4                     | 5                      | 5                       | 4                          | 4                           | 2                       | 4                                    | 1                   | 5                       | 5                                              | 2               | 3.57            |
| Países Baixos   | 4.07                      | 5                     | 5                      | 5                       | 5                          | 3                           | 1                       | 5                                    | 1                   | 4                       | 4                                              | 3               | 3.50            |
| Bélgica         | 4.05                      | 4                     | 5                      | 5                       | 5                          | 4                           | 1                       | 4                                    | 1                   | 4                       | 4                                              | 3               | 3.45            |
| Suécia          | 4.07                      | 5                     | 5                      | 5                       | 5                          | 3                           | 1                       | 4                                    | 1                   | 5                       | 4                                              | 1               | 3.30            |
| Dinamarca       | 3.92                      | 5                     | 5                      | 5                       | 5                          | 3                           | 1                       | 5                                    | 1                   | 4                       | 3                                              | 2               | 3.25            |
| Áustria         | 3.99                      | 4                     | 5                      | 5                       | 5                          | 1                           | 1                       | 4                                    | 1                   | 4                       | 4                                              | 3               | 3.22            |
| Itália          | 3.73                      | 3                     | 5                      | 5                       | 3                          | 2                           | 1                       | 2                                    | 1                   | 5                       | 5                                              | 3               | 3.19            |
| Finlândia       | 3.92                      | 4                     | 5                      | 5                       | 5                          | 2                           | 1                       | 5                                    | 1                   | 4                       | 3                                              | 2               | 3.12            |
| Luxemburgo      | 3.84                      | 4                     | 5                      | 5                       | 5                          | 5                           | 1                       | 2                                    | 1                   | 1                       | 2                                              | 5               | 2.99            |
| Irlanda         | 3.63                      | 4                     | 5                      | 5                       | 5                          | 2                           | 1                       | 5                                    | 1                   | 4                       | 1                                              | 3               | 2.98            |
| Espanha         | 3.78                      | 3                     | 5                      | 5                       | 3                          | 3                           | 1                       | 3                                    | 1                   | 4                       | 5                                              | 1               | 2.96            |
| Polónia         | 3.5                       | 4                     | 5                      | 5                       | 3                          | 5                           | 1                       | 3                                    | 1                   | 3                       | 4                                              | 1               | 2.90            |
| Portugal        | 3.56                      | 4                     | 5                      | 5                       | 5                          | 3                           | 1                       | 1                                    | 1                   | 3                       | 4                                              | 1               | 2.75            |
| Hungria         | 3.41                      | 3                     | 5                      | 5                       | 5                          | 4                           | 1                       | 2                                    | 1                   | 3                       | 3                                              | 1               | 2.72            |
| Grécia          | 3.19                      | 2                     | 5                      | 5                       | 5                          | 3                           | 1                       | 2                                    | 1                   | 3                       | 3                                              | 2               | 2.71            |
| Eslováquia      | 3.14                      | 4                     | 5                      | 5                       | 5                          | 4                           | 1                       | 3                                    | 1                   | 2                       | 2                                              | 2               | 2.71            |
| República Checa | 3.62                      | 4                     | 5                      | 5                       | 5                          | 1                           | 1                       | 3                                    | 1                   | 3                       | 3                                              | 1               | 2.63            |
| Lituânia        | 3.2                       | 4                     | 5                      | 5                       | 5                          | 5                           | 1                       | 3                                    | 1                   | 1                       | 2                                              | 1               | 2.54            |
| Roménia         | 3.1                       | 3                     | 5                      | 5                       | 5                          | 4                           | 1                       | 1                                    | 1                   | 2                       | 3                                              | 1               | 2.51            |
| Eslovénia       | 3.29                      | 4                     | 5                      | 5                       | 5                          | 5                           | 1                       | 2                                    | 1                   | 1                       | 2                                              | 1               | 2.46            |
| Estónia         | 3.3                       | 4                     | 5                      | 5                       | 5                          | 4                           | 1                       | 4                                    | 1                   | 1                       | 1                                              | 1               | 2.42            |
| Croácia         | 3.12                      | 4                     | 5                      | 5                       | 5                          | 4                           | 1                       | 3                                    | 1                   | 1                       | 1                                              | 1               | 2.33            |
| Letónia         | 3.02                      | 3                     | 5                      | 5                       | 5                          | 5                           | 1                       | 1                                    | 1                   | 1                       | 2                                              | 1               | 2.33            |
| Bulgária        | 2.81                      | 3                     | 5                      | 5                       | 5                          | 4                           | 1                       | 1                                    | 1                   | 1                       | 2                                              | 1               | 2.24            |
| Malta           | 2.94                      | 2.5                   | 5                      | 5                       | 5                          | 4                           | 1                       | 1                                    | 1                   | 1                       | 1                                              | 2               | 2.22            |
| Chipre          | 3.1                       | 3                     | 5                      | 5                       | 5                          | 4                           | 1                       | 2                                    | 1                   | 1                       | 1                                              | 1               | 2.21            |

Escala: grau de atratividade do mercado na variável em análise

1 – Muito baixo | 5 – Muito alto

| Critério             | Peso |
|----------------------|------|
| Situação Geopolítica | 20%  |
| Sistema Comercial    | 30%  |
| Consumidor           | 50%  |

Figura 13 - Matriz de atratividade dos mercados

Os valores presentes na tabela foram obtidos através de um estudo dos mercados, tendo sido feito um esforço no sentido de obter informação comparável e fiável.

Pela análise da matriz, facilmente se entende que o mercado dos EUA é o mercado mais atrativo para o lançamento do negócio, obtendo uma pontuação ponderada de 4.12, sendo o único mercado com pontuação acima dos 4 valores. Nos EUA, o mercado é de grandes dimensões, há um elevado número de profissionais de saúde e alto poder de compra resultante dos elevados salários dos profissionais de saúde. Trata-se de um mercado, no qual a publicidade tem um impacto bastante positivo e cativante junto dos consumidores e ainda um mercado que valoriza produtos de qualidade, havendo disponibilidade por parte dos consumidores a pagar mais por um produto que seja de maior qualidade. Assim, a matriz de atratividade ajudou a empresa na tomada de decisão do mercado onde ocorreria o lançamento e comercialização dos uniformes médicos: o mercado dos EUA. No início do negócio, apenas serão realizadas vendas neste mercado. Posteriormente, em caso de sucesso do negócio nos EUA, há a possibilidade de expansão para a Europa, onde, apesar de os mercados serem de menor dimensão, existe algum poder de compra, oferta reduzida e relativa facilidade logística.

Voltando ao macroprocesso de desenvolvimento de produto, segue-se a terceira fase. Esta diz respeito ao desenvolvimento do produto, nomeadamente dos uniformes. Definiram-se para o lançamento do produto 6 modelos distintos disponíveis em 5 tamanhos distintos (XS, S, M, L,

XL), para homem e mulher, e uma paleta de 5 cores diferentes apresentadas na Figura 14. Os modelos definidos são:

- *T-shirt* gama *standard*
- *T-shirt* gama *premium*
- Calças gama *standard*
- Calças gama *premium*
- Casaco
- Bata



Figura 14 - Paleta de cores definida para os uniformes

Cada modelo tem um *design* e um molde associados. O *design* define a imagem do modelo e o molde define a sua forma. Além do *design* e do molde, um ponto de distinção dos modelos é a matérias-primas utilizadas, isto é, a malha. A matéria-prima varia na composição, e no acabamento, dado que pode ter finalidades funcionais distintas. Na Tabela 2, encontra-se a definição da matéria-prima e finalidade do acabamento definido para cada um dos modelos.

Tabela 2 - Definição da matéria-prima e acabamento de cada modelo

| Modelo                | Matéria prima                                             | Finalidade do Acabamento                                                                           |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T-shirt gama standard | 95% Polyester 5% Elastano                                 | Antiviral<br>Controlador de odor<br>Gestor de humidade<br>Repelente de líquidos                    |
| T-shirt gama premium  | 60% Algodão 30% Polyester reciclado 10% Seacell           | Antiviral<br>Controlador de odor<br>Gestor de humidade<br>Termorregulador<br>Repelente de líquidos |
| Calças gama standard  | 95% Polyester 5% Elastano                                 | Antiviral<br>Controlador de odor<br>Gestor de humidade<br>Repelente de líquidos                    |
| Calças gama premium   | 60% Algodão 30% Polyester reciclado 10% Seacell           | Antiviral<br>Controlador de odor<br>Gestor de humidade<br>Termorregulador<br>Repelente de líquidos |
| Casaco                | 100% Polyester                                            | Antiviral<br>Controlador de odor<br>Gestor de humidade<br>Termorregulador<br>Repelente de líquidos |
| Bata                  | 40% Polyester Seaqual 37% Ecovero 23% Polyester reciclado | Antiviral<br>Controlador de odor<br>Repelente de líquidos                                          |

De modo a criar um produto de elevada qualidade, são necessárias várias iterações até que o produto confeccionado corresponda às expectativas da empresa para que possa ser colocado no mercado. Como a produção se torna muito morosa e custosa, incluindo a produção de peças, análise de melhorias das peças produzidas e nova produção de peças até atingir o estado ótimo final decidiu-se utilizar o software CLO. Este *software* permite a alteração do *design* do produto e visualizar as alterações em tempo real num *avatar* construído à medida. O tempo de desenvolvimento é bastante reduzido através da utilização desta ferramenta, pois elimina a necessidade de produção de protótipos para teste dos mesmos em pessoas, abrindo a possibilidade de o realizar no próprio *software*. A Figura 15 mostra o exemplo de um *avatar* criado seguindo as dimensões características de um tamanho M americano. O *avatar* tem vestido uma *t-shirt* gama *premium* e umas calças gama *premium*. No Anexo B, apresentam-se diferentes modelos dos uniformes médicos em *avatars* do género masculino e do género feminino.



Figura 15 - Avatar do *software* CLO vestido com um uniforme

Findo o processo de desenvolvimento do produto segue-se o processo *go-to-market*. Nesta fase, define-se a estratégia de entrada do mercado. Uma das decisões a tomar corresponde aos canais de venda a ser utilizados. Os uniformes para profissionais de saúde serão vendidos no canal D2C (plataforma *e-commerce*). A decisão de vender o produto diretamente aos profissionais de saúde, e não aos hospitais, como aconteceria no caso da utilização de um canal de venda B2B, é sustentada pelo facto de, em alguns países, nomeadamente nos EUA, haver liberdade para os próprios profissionais escolherem o uniforme que utilizam no trabalho, em vez de ser o hospital a fornecer os uniformes. Este tipo de produto foi pensado para ser um produto de elevada qualidade, elevado valor acrescentado e, por isso, com um custo de produção elevado, o que leva à definição de um preço de venda elevado e a uma correspondente margem bruta alta. A opção de utilizar uma plataforma de *e-commerce* para a venda direta ao consumidor justifica-se pelo enorme crescimento do comércio *online*, nomeadamente no mercado americano, devido à pandemia vivida.

Uma das decisões estratégicas de ataque ao mercado prende-se com a questão da localização do armazém de produto acabado. Inicialmente, colocaram-se duas hipóteses: 1) localizar o armazém em Portugal, contratando um operador logístico português ou 2) localizar o armazém nos EUA e contratar um operador logístico americano.

- 1) Dado que a produção é realizada em Portugal, justifica-se a localização do armazém também neste país, facilitando assim o transporte do produto acabado para o armazém. Caso o armazém se localizasse em Portugal, os envios seriam realizados em pequenas

quantidades, encomenda a encomenda, diretamente do armazém para o local requisitado pelo cliente final.

- 2) A opção de localizar o armazém nos EUA justifica-se pela necessidade de aproximar o produto acabado ao consumidor final. Estando o operador logístico localizado nos Estados Unidos da América, o *stock* está mais perto do ponto de venda do que estaria se o armazenamento se realizasse em Portugal, permitindo que o tempo de entrega ao consumidor final seja encurtado. Assim, sendo o tempo de entrega uma variável muito importante na perceção de qualidade do serviço pelo consumidor, garante-se uma maior retenção de clientes. Além disso, o transporte de produto de Portugal para os EUA tem um custo elevado quando comparado com o custo de transporte interno nos EUA, o que tornou a opção de contratar um operador logístico americano claramente uma hipótese a ter em conta. Neste caso, seria necessário o envio de *stock* de Portugal para os EUA em grandes quantidades e posterior distribuição, encomenda a encomenda, para o cliente final.

Existem diferentes custos envolvidos no processo logístico a ter em conta. Devem-se considerar custos de *tax & duties* por enviar *stock* de Portugal para os EUA, caso o valor do *stock* ultrapasse os 800 USD. Além disso, existem os custos de transporte entre os dois países; o custo de distribuição dentro dos EUA; custos de receção do *stock* no armazém; armazenamento e preparação de encomendas; entre muitos outros custos a considerar.

De forma a sustentar a decisão, realizou-se uma análise dos custos envolvidos no processo logístico tendo em conta um cenário em que o operador logístico se localizaria em Portugal e outro cenário em que o operador logístico estaria localizado nos EUA. A Figura 16 mostra a análise realizada. Os custos logísticos envolvidos na análise foram obtidos por meio de contacto com os fornecedores de serviços logísticos portugueses e americanos.

| Considerações:              |           | Armazém nos EUA                                                       |           |        |        | Armazém em Portugal                        |           |        |        |
|-----------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|--------|--------|--------------------------------------------|-----------|--------|--------|
| Peso médio por peça (kg)    | 0.5       | Custo de envio de stock em quantidade para os EUA (por kg, via aérea) | 3.50 USD  |        |        | Custo de envio (por kg, via aérea)         | 24.37 USD |        |        |
| Tax (VAT)                   | 10%       | Custo de envio de stock em quantidade para os EUA (por peça)          | 1.75 USD  |        |        | Custo de envio (por peça)                  | 12.19 USD |        |        |
| Duties (taxa de importação) | 14%       | Custo de envio dentro dos EUA (por kg)                                | 8.62 USD  |        |        |                                            |           |        |        |
| Preço médio por peça        | 40.00 USD | Custo de envio dentro dos EUA (por peça)                              | 4.31 USD  |        |        |                                            |           |        |        |
| Taxa de paypal variável     | 1.90%     |                                                                       |           |        |        |                                            |           |        |        |
| Taxa de paypal fixa         | 0.28      |                                                                       |           |        |        |                                            |           |        |        |
| CMVMC                       | 18.00 USD | Preço de venda                                                        | 40.00 USD |        |        | Preço de venda                             | 40.00 USD |        |        |
|                             |           | CMVMC                                                                 | 18.00 USD | 45%    | 45%    | CMVMC                                      | 18.00 USD | 45.00% | 45.00% |
|                             |           | Envio Portugal-EUA                                                    | 1.75 USD  | 4%     |        | Envio individual para o consumidor nos EUA | 12.19 USD | 30.46% |        |
|                             |           | Preparação de uma encomenda                                           | 4.31 USD  | 11%    | 21%    |                                            |           |        |        |
|                             |           | Manuseamento, gestão e envio de stock                                 | 2.36 USD  | 6%     |        | Gestão e manuseamento de stock             | 1.80 USD  | 4.50%  |        |
|                             |           |                                                                       |           |        |        |                                            |           |        |        |
|                             |           | Tax (VAT)                                                             | 1.77 USD  | 4%     |        | Tax (VAT)                                  | 0.00 USD  | 0.00%  |        |
|                             |           | Duties (taxa de importação)                                           | 2.52 USD  | 6%     | 13%    | Duties (taxa de importação)                | 0.00 USD  | 0.00%  | 2.60%  |
|                             |           | Taxa de paypal                                                        | 1.04 USD  | 3%     |        | Taxa de paypal                             | 1.04 USD  | 2.60%  |        |
|                             |           |                                                                       |           |        |        |                                            |           |        |        |
|                             |           | Custo Total                                                           | 31.75 USD | 79%    |        | Custo Total                                | 33.03 USD | 82.56% |        |
|                             |           |                                                                       |           |        |        |                                            |           |        |        |
|                             |           | MARGEM BRUTA                                                          | 22.00 USD | 55.00% |        | MARGEM BRUTA                               | 22.00 USD | 55.00% |        |
|                             |           | MARGEM LÍQUIDA                                                        | 8.25 USD  |        | 20.62% | MARGEM LÍQUIDA                             | 6.97 USD  |        | 17.44% |

produtivo e de distribuição. Para tal, é necessária a melhoria do fluxo de informação da empresa e o desenvolvimento de um algoritmo para gestão do fluxo de material, nomeadamente do *stock* de produto acabado. Este processo só termina quando o produto sair do mercado, já que, enquanto for comercializado a necessidade de gerir os fluxos de informação e material é permanente.

Tendo sido explicada cada fase do processo e demonstrado o trabalho desenvolvido nas primeiras 4 fases do processo, segue-se a implementação de soluções relativamente ao processo de gestão da cadeia de abastecimento: definição de cenários de procura, construção do algoritmo de reaprovisionamento e organização do fluxo de informação.

## 4.2 Cenários de procura

Para os primeiros seis meses de lançamento do produto no mercado definiram-se nove possíveis cenários. Os cenários têm em conta três padrões possíveis de arranque do negócio: logarítmico, exponencial e linear. Os diferentes padrões utilizados permitem testar situações em que a evolução do valor acumulado das vendas ocorre muito rapidamente, é constante ou processa-se lentamente. Além disso, consideraram-se as hipóteses de que o objetivo estabelecido para o volume de vendas nos primeiros seis meses seria atingido, isto é, um volume de vendas de 1200000€; era ultrapassado em 5% correspondendo a um volume de vendas de 1260000€ ou não era atingido por 5%, atingindo o volume de vendas de 1140000€. As considerações feitas nos cenários 1 ao 9 encontram-se apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Descrição dos cenários

|                                                                                                    | Excede o objetivo em 5%<br>(1 260 000€) | Atinge o objetivo<br>(1 200 000€) | Não atinge o objetivo por 5%<br>(1 140 000€) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|
| Logarítmico<br> | 1                                       | 2                                 | 3                                            |
| Linear<br>      | 4                                       | 5                                 | 6                                            |
| Exponencial<br> | 7                                       | 8                                 | 9                                            |

Na Figura 17, estão representados os diferentes gráficos correspondentes a cada um dos cenários considerados.

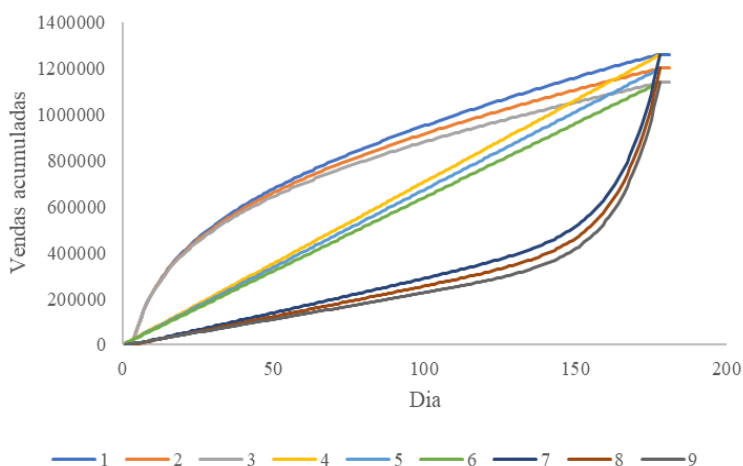


Figura 17 - Gráficos dos cenários considerados

Para a definição das equações de cada um dos 9 cenários considerou-se o arranque pretendido para cada um dos cenários bem como o volume de vendas atingido ao final dos 6 meses de arranque do negócio. Com esses dois dados, definiram-se equações correspondentes às características de cada um dos cenários em causa.

As equações aproximadas de cada um dos cenários são as seguintes:

- Cenário 1:  $y = 316724 * \ln(x) - 484734$
- Cenário 2:  $y = 299205 * \ln(x) - 442581$
- Cenário 3:  $y = 281687 * \ln(x) - 400429$
- Cenário 4:  $y = 7078.7 * x$
- Cenário 5:  $y = 6741.6 * x - 10^{-9}$
- Cenário 6:  $y = 6404.5 * x$
- Cenário 7:  $y = 16368 * e^{0.026 * x}$
- Cenário 8:  $y = 14283 * e^{0.0262 * x}$
- Cenário 9:  $y = 26638 * e^{0.0202 * x}$

Nos primeiros três cenários, está representada uma situação em que o volume de vendas na fase inicial é consideravelmente elevado. Gradualmente, ocorre a diminuição do volume de vendas, tendendo a que haja a sua estabilização. Tal cenário poderia resultar de um investimento em *marketing* bem-sucedido realizado pela empresa, adotando uma estratégia de *buzz marketing*, com o objetivo de chamar a atenção para a marca e criar reação do mercado e fazendo com que os consumidores falem sobre o produto. Através de uma boa comunicação dos fatores de diferenciação do produto relativamente aos que já existem no mercado aliada a uma imagem de marca corretamente trabalhada, pode-se conduzir os consumidores a um estado expectante. Aquando do lançamento do produto, os consumidores pretenderão adquiri-lo, atingindo valores elevados de vendas. Com a diluição do fator novidade, verifica-se o declínio das vendas acompanhado da estagnação da procura.

Do cenário 4 ao 6, encontra-se ilustrada a situação em que a procura do mercado é constante ao longo dos seis primeiros meses. Estes cenários pretendem retratar a situação em que a entrada do produto no mercado não conduz ao volume inicial de vendas acentuado observado nos cenários anteriores. Ainda assim, o produto é efetivamente absorvido pelo mercado.

Nos cenários 7, 8 e 9 encontra-se representada a situação em que as vendas inicialmente crescem a um ritmo bastante lento, sendo mais tarde desencadeado um crescimento exponencial. Caso o investimento em *marketing* referido anteriormente não seja bem aplicado e os consumidores não estejam devidamente informados acerca do produto e do valor acrescentado que o caracteriza, dificilmente se dará um crescimento vertical de vendas. Perante esta situação, no sentido de alavancar o volume de vendas, torna-se necessário arranjar soluções para angariar clientes. Se este objetivo for alcançado, poderá haver um crescimento tardio e repentino das vendas, conforme ilustrado nestes cenários.

O objetivo principal da criação dos nove cenários não é o de prever as vendas nos primeiros 6 meses, mas sim o de testar o algoritmo através da imposição de diferentes ritmos de crescimento das vendas para observar o seu desempenho. Desta forma, é possível permitir à empresa entender o potencial do modelo como sistema de gestão de inventário perante cenários díspares.

### 4.3 Algoritmo de reaprovisionamento

Comparando com outros métodos de reabastecimento do nível de *stock*, o objetivo e as principais vantagens do algoritmo implementado são:

- Baixos níveis de *stock* para um dado volume de vendas;
- Baixo risco de produtos obsoletos, no caso de a previsão da procura ser superior à procura real;
- Elevada capacidade de reação e baixo custo, no caso de a previsão da procura ser inferior à procura real.

Mais importante do que definir cenários de procura e tentar prever a mesma, o objetivo passa por construir um algoritmo de reaprovisionamento que consiga reagir de forma ágil a alterações na procura. Tal justifica-se pelo facto de as previsões poderem falhar com a agravante de o produto ser novo e estar em fase de lançamento, o que introduz ainda maior variabilidade no sistema.

O algoritmo foi desenvolvido no *software* Excel e permite que, através da inserção de dados em determinados campos, se observem indicadores e gráficos que permitem o controlo e gestão do inventário. Com a alteração dos parâmetros de entrada, é possível avaliar o impacto que essas alterações trazem no inventário.

Um dos parâmetros de entrada a definir é o período de revisão do nível de reaprovisionamento, que corresponde à frequência com que o nível de *stock* é controlado. Além disso, deve-se fornecer ao algoritmo a lista de produtos, os respetivos preços, a MOQ (*Minimum Order Quantity*) de cada produto, que corresponde à quantidade mínima que é possível ser requisitada ao fornecedor para que este satisfaça o pedido. Ainda é necessário indicar a quantidade de produtos que uma caixa enviada do fornecedor contém, ou seja, o tamanho de um lote, como também indicar o *lead time* de cada fase do processo logístico que somados definem o *lead time* do ciclo logístico. Como dados de entrada, é também necessário definir o consumo de produto diário e o parâmetro de segurança do *stock* que definirá o nível do *stock* de segurança. O algoritmo permite ainda a escolha do período de análise do inventário sendo que o *output* do algoritmo ajustar-se-á de acordo com esse mesmo período de análise.

Na Figura 18, encontram-se as tabelas para inserção de dados de entrada que alimentam o algoritmo. Todas as células, nas quais está prevista a inserção de dados, encontram-se preenchidas a verde para facilmente serem identificadas.

| PERÍODO DE ANÁLISE                                 |  |  |      |
|----------------------------------------------------|--|--|------|
| De:                                                |  |  |      |
| Até:                                               |  |  |      |
| PERÍODO DE REVISÃO DO PONTO DE REAPROVISIONAMENTO: |  |  |      |
|                                                    |  |  | dias |
| CUSTOS:                                            |  |  |      |
| Custo de armazenamento por unidade:                |  |  |      |
| Custo de transporte por unidade:                   |  |  |      |
| Custo de <i>stockout</i> por unidade:              |  |  |      |

| MIX DE PRODUTOS          |  |
|--------------------------|--|
| T-shirt de gama standard |  |
| T-shirt de gama premium  |  |
| Calças de gama standard  |  |
| Calças de gama premium   |  |
| Casaco                   |  |
| Bata                     |  |

| PARÂMETROS DE SEGURANÇA  |  |
|--------------------------|--|
| T-shirt de gama standard |  |
| T-shirt de gama premium  |  |
| Calças de gama standard  |  |
| Calças de gama premium   |  |
| Casaco                   |  |
| Bata                     |  |

| Dados de entrada |       |     |                                   | Lead time do ciclo logístico (em dias) |                   |            |          |           |  |       |
|------------------|-------|-----|-----------------------------------|----------------------------------------|-------------------|------------|----------|-----------|--|-------|
| Produto          | Preço | MOQ | Quantidade de produtos numa caixa | Processo de pedido                     | Produção de malha | Acabamento | Confeção | Logística |  | Total |
|                  |       |     |                                   |                                        |                   |            |          |           |  |       |
|                  |       |     |                                   |                                        |                   |            |          |           |  |       |
|                  |       |     |                                   |                                        |                   |            |          |           |  |       |
|                  |       |     |                                   |                                        |                   |            |          |           |  |       |
|                  |       |     |                                   |                                        |                   |            |          |           |  |       |
|                  |       |     |                                   |                                        |                   |            |          |           |  |       |

Figura 18 - Tabelas para inserção dos dados de entrada do algoritmo

A função do *stock* de segurança é absorver a variabilidade existente, quer da parte dos consumidores (variabilidade do consumo), como também da parte dos fornecedores (variabilidade no fornecimento). O objetivo da existência de *stock* de segurança é permitir que, caso o consumo ou o *lead time* do fornecimento de produtos aumentem, exista *stock* suficiente, para que não haja uma rotura.

A quantidade de *stock* de segurança define-se no dia da revisão do nível de inventário. Para o cálculo do *stock* de segurança (SS), avalia-se o consumo máximo ocorrido desde a última revisão do nível de reaprovisionamento e a média do consumo que ocorreu nesse mesmo período. A diferença entre o máximo e a média do consumo deste período multiplicada pelo parâmetro de segurança definido resulta no nível de *stock* de segurança que se deve ter até à próxima revisão do nível de reaprovisionamento (1).

$$SS(d) = (\text{Máximo consumo dos últimos } t \text{ dias} - \text{Média consumo dos últimos } t \text{ dias}) * \alpha \quad (1)$$

$d$  – dia de revisão do NR

$\alpha$  – parâmetro de segurança

$t$  – número de dias do período de revisão do nível de reaprovisionamento

O nível de reaprovisionamento corresponde ao nível de *stock* para o qual é necessário um pedido de reaprovisionamento. Assim, sempre que o nível real de *stock* iguale esse mesmo nível ou fique abaixo dele, deve ser gerado uma ordem de produção. O número de dias definido como período de revisão estabelece a periodicidade com que este nível é reavaliado. Assim, a cada dia de revisão do nível de reaprovisionamento, é recalculado o valor desta variável.

Para o cálculo do nível de reposição (NR), os dados relevantes são a média do consumo diário ao longo dos últimos  $t$  dias, o *lead time* do ciclo logístico (LT) e o valor do *stock* de segurança (SS). Normalmente, quando há histórico de procura, o nível de reaprovisionamento tem em conta apenas a média do consumo que ocorreu durante os últimos dias do período de revisão desse nível. Assim, o valor do nível de reposição é dado pela equação (2).

$$NR(d) = \text{Média do consumo dos últimos } t \text{ dias} * LT + SS \quad (2)$$

$d$  – dia de revisão do NR

$t$  – número de dias do período de revisão do nível de reaprovisionamento

No entanto, como no caso concreto em que o projeto se desenrolou não havia histórico de procura e se procedeu à previsão de diferentes cenários considerou-se que fazia sentido fazer uma adaptação da equação (2). Deste modo, para um determinado dia  $d$  no qual é revisto o nível de reaprovisionamento, o nível de reposição terá em conta os dias referentes ao período  $d-t$ , em que  $t$  é o período de revisão do nível de reposição, e  $d+t$ . Será dada uma ponderação de 80% ao consumo passado e de 20% ao consumo futuro, o que permitirá ao algoritmo adaptar-se melhor à curva que caracteriza o cenário em causa. A equação (3) é então a equação utilizada no algoritmo para o cálculo do nível de reaprovisionamento (NR).

$$NR(d) = (0.8 * \text{Média do consumo em } (d-t) + 0.2 * \text{Média do consumo em } (d+t)) * LT + SS \quad (3)$$

$d$  – dia de revisão do NR

$t$  – número de dias do período de revisão do nível de reaprovisionamento

Com a utilização da equação (3) o algoritmo baseia-se nos conceitos de *pull* e *push*. *Pull*, na medida em que 80% do nível de reposição é calculado com base no consumo real e *push*, porque 20% desse nível é calculado com base no que é previsto como consumo futuro. No entanto, esta aplicação dos dois conceitos aplica-se apenas enquanto não existir a procura real

dos consumidores. A partir do momento em que as vendas começarem a ocorrer, são esses os dados que alimentam o algoritmo e o nível de reaprovisionamento será calculado apenas pela equação (2). Desta forma, o algoritmo funcionará apenas com base no conceito de *pull* não se baseando em qualquer previsão de procura.

Relativamente ao nível de inventário real (SR) que a empresa detém, em cada dia, o valor deste indicador é dado pela diferença entre o inventário real que existia no dia anterior e o consumo que ocorreu, somado do inventário que seja fornecido nesse mesmo dia devido a um pedido de ordem de reaprovisionamento previamente realizado. A equação (4) remete para este cálculo.

$$SR(d) = SR(d-1) - \text{Consumo}(d) + OR \text{ Recebidas}(d) \quad (4)$$

d – determinado dia

Além do *stock* real, o algoritmo calcula também o valor do *stock* global (SG). Entende-se por *stock* global, um valor de *stock* não real, no sentido em que não se trata da quantidade de inventário que existe fisicamente no armazém, mas sim da quantidade dada pela soma do inventário real e das ordens de reaprovisionamento que estão em curso, isto é, encomendas que ainda não chegaram ao armazém, mas que já foram realizadas, não tendo sido feito até ao momento o reaprovisionamento físico de *stock*. O cálculo é apresentado na equação (5).

$$SG(d) = SR(d) + OR \text{ em curso entre } d \text{ e } d - LT \quad (5)$$

d – determinado dia

No que toca ao valor necessário para reaprovisionamento de *stock* (OR), devem-se ter em conta as seguintes variáveis: nível de reposição de *stock* dado pela equação (2), valor do *stock* global dado pela equação (4) e a MOQ do fornecedor. A ordem de reaprovisionamento será criada nos dias em que o *stock* global for inferior ao valor definido do nível de reaprovisionamento. O valor a pedir ao fornecedor para a reposição de *stock* será dado pela diferença entre o nível de reposição de *stock* calculado e o valor do *stock* global. Caso este valor seja inferior ao valor da MOQ, deverá ser respeitado o requisito do fornecedor e o valor a repor deverá ser igual à MOQ. A equação (6) representa este cálculo. No caso de o valor de reposição ser superior ao valor da MOQ, deverá repor-se uma quantidade que seja múltipla da quantidade fornecida por caixa. A título de exemplo, no caso de a quantidade de reposição ser 380 e a quantidade de produtos contida numa caixa do fornecedor ser 100, a quantidade a repor será de 400 unidades.

$$OR = \text{Máximo entre } (NR - SG) \text{ e } MOQ, \text{ se } NR \leq SG \quad (6)$$

Para uma correta utilização de um sistema que gere o processo produtivo e de distribuição, deve-se ter visibilidade sobre os dias em que será esperado receber as ordens de reaprovisionamento. Para tal, basta somar o *lead time* do processo ao dia em que a ordem foi dada. Assim, para um determinado dia, d, as ordens de reaprovisionamento recebidas correspondem às ordens de reaprovisionamento realizadas (OR) há d-LT dias, sendo d-LT a diferença entre esse dia e o *lead time* do ciclo logístico. Este cálculo está representado em (7).

$$OR \text{ Recebidas}(d) = OR(d-LT) \quad (7)$$

d – determinado dia

Para cada um dos cenários de consumo definidos e para determinados valores das variáveis de entrada, o algoritmo terá um determinado *output*. Esse *output* simulará, para o cenário de consumo considerado, como é que se dará a evolução dos níveis de *stock* e de reposição do mesmo ao longo do tempo, permitindo assim avaliar diversos indicadores. Estes indicadores podem ser avaliados de forma individualizada por produto. Desta forma, será possível obter gráficos que, através de uma correta gestão visual, permitem imediatamente à empresa entender a evolução dos indicadores ao longo do tempo.

Um exemplo do *output* dado pelo algoritmo no que toca a estes indicadores é dado pela Figura 19. Pela observação da Figura 19, é possível verificar a evolução quer do nível de *stock* quer do nível de reposição. Pela análise da curva cor de laranja, que descreve a evolução da quantidade de *stock*, é possível verificar a ocorrência de roturas de *stock*, os dias em que ocorrem o reaprovisionamento do mesmo.

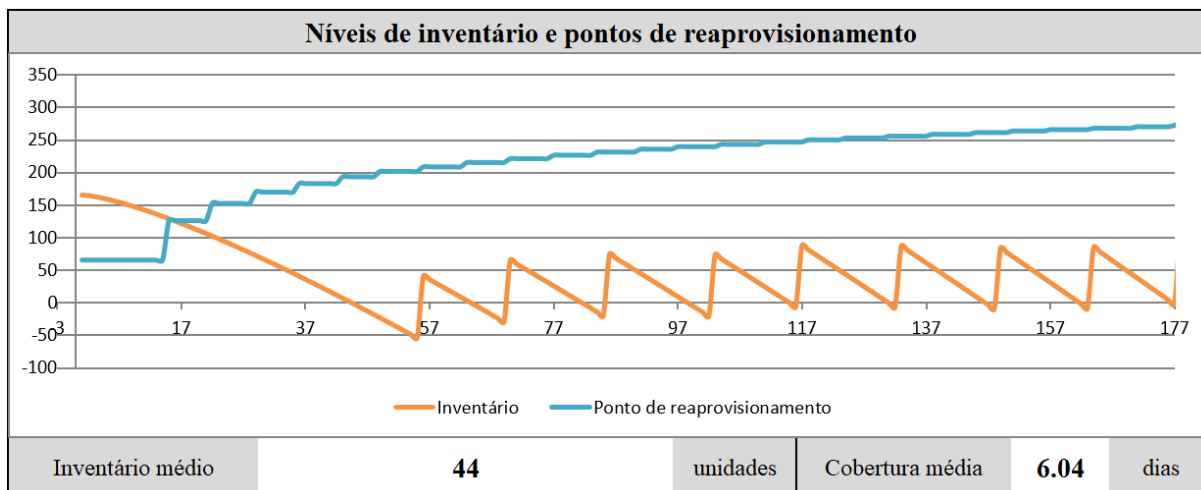


Figura 19 - Evolução dos níveis de reposição e *stock* ao longo do tempo (por dia)

O cálculo do *stock* inicial (SI) permite realizar o dimensionamento do espaço necessário para os produtos. De forma a fazer o dimensionamento para o valor máximo de *stock* passível de ser albergado no armazém, a fórmula que permite o cálculo do *stock* inicial tem em conta o nível de reposição calculado para o primeiro dia de vendas somado do valor do tamanho do lote do fornecedor (TL), isto é, a quantidade de peças que consta numa caixa vinda do fornecedor.

$$SI = NR + TL \quad (8)$$

A equação (8) resulta no *stock* máximo possível que se pode ter no armazém, para o dado nível de reaprovisionamento, no caso de, no limite, não existir consumo entre o pedido de reaprovisionamento e a chegada do *stock*.

Relativamente ao consumo diário, para cada produto, é possível avaliar a evolução do consumo, e indicadores como o valor médio e máximo do mesmo, como se pode observar na Figura 20.

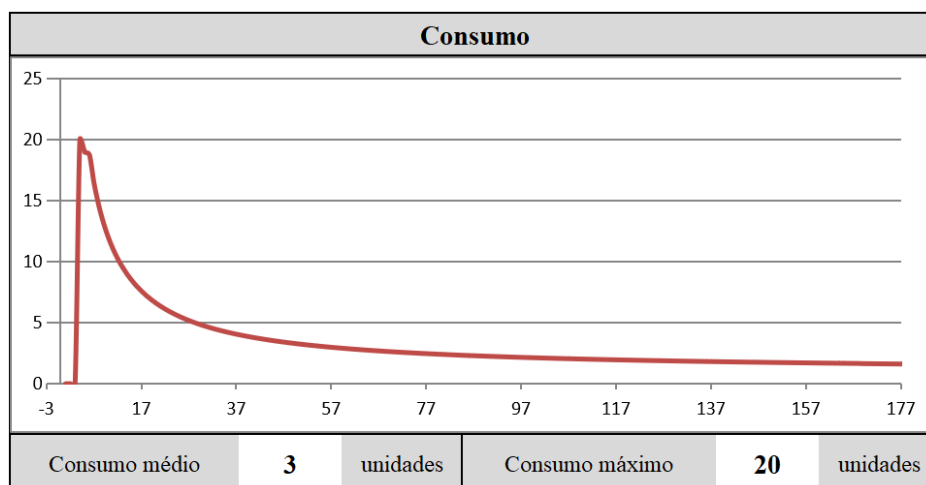


Figura 20 - Evolução do consumo em função do tempo (por dia)

O *output* do algoritmo permitirá também acompanhar a evolução dos pedidos de reposição de inventário ao longo dos dias, sendo possível avaliar qual a dimensão da maior ordem bem como a dimensão média dos mesmos, tal como se observa na Figura 21.

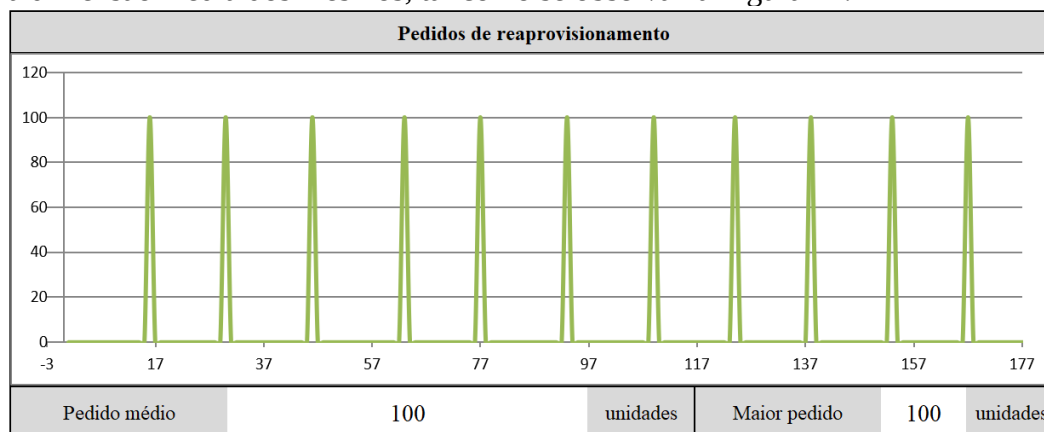


Figura 21 - Evolução das ordens de reaprovisionamento em função do tempo (por dia)

De forma a ter uma percepção visual do *lead time* ao longo da cadeia, será disponibilizado um gráfico que mostra de forma segmentada o *lead time* de cada fase do processo bem como o total. Como é possível observar, através da Figura 22 é possível haver essa gestão visual do *lead time* e perceber de forma imediata qual a fase do processo que está a comprometer o mesmo.

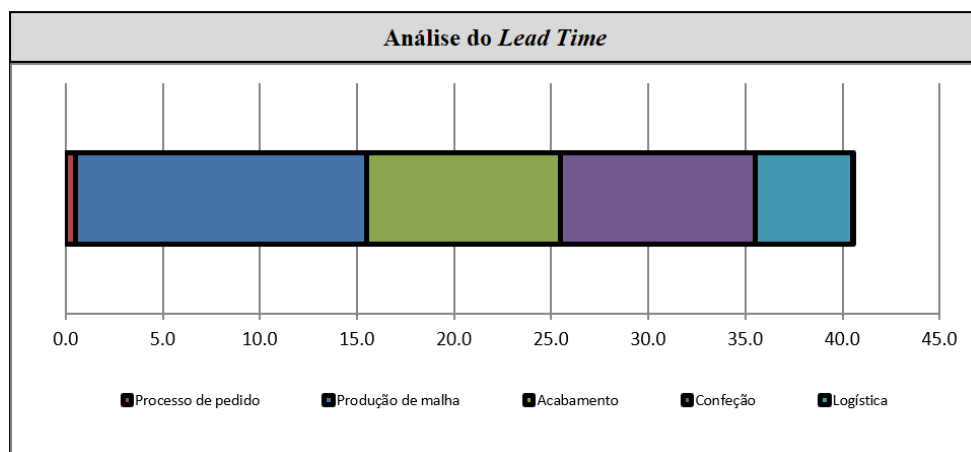


Figura 22 - Análise do *lead time*

#### 4.4 Organização do fluxo de informação

De forma a melhorar o fluxo de informação existente ao longo da cadeia de abastecimento da empresa, definiu-se um processo para que a informação seja partilhada por todos os fornecedores. Assim, através de um ficheiro Excel partilhado *online*, é possível que todos os fornecedores tenham, ao mesmo tempo, acesso à mesma informação. Desta forma, todos têm a possibilidade de fazer o planeamento da sua produção antecipadamente.

Para o bom funcionamento do fluxo de informação e do ficheiro, foi necessária a criação de regras que normalizam o fluxo de informação. Foram definidos horários para atualização e leitura do ficheiro de forma a garantir uma determinada frequência da atualização de informação. Uma ordem de reaprovisionamento por parte do armazém de produto acabado deve ser dada a todos os fornecedores simultaneamente. Todos os dias, pelas 9:00h e pelas 14:00h todos os fornecedores devem ler e, se necessário, atualizar o ficheiro.

O ficheiro é composto por 5 folhas. Uma folha dedicada ao registo das ordens, e as restantes quatro relativas a cada um dos fornecedores que participam no processo produtivo. Na folha das ordens, estão registadas todas as ordens caracterizadas por um número de ordem, a data de entrada, o modelo e quantidade a serem produzidos, a data prevista para ser satisfeita, bem como o estado atual da ordem no processo.

Nas folhas dos fornecedores, são registadas as ordens pelo número de ordem, o *lead time* previsto pelo fornecedor, a data de receção, a data prevista para entrega e o estado atual da ordem. Os fornecedores devem garantir que, quando consultam o ficheiro, verificam a existência de novas ordens e, no caso de estas existirem, preenchem o campo do *lead time* previsto para esse pedido.

Tomando como exemplo o seguinte: no dia 3 de junho de 2021 ocorre a entrada de uma ordem no ficheiro pelas 18h. No dia seguinte, dia 4 de junho de 2021, quando os fornecedores pelas 9h abrirem o ficheiro, na folha das ordens é possível observar o que se encontra representado na Figura 23.

| Número do pedido ▾ | Data de entrada ▾ | Modelo ▾              | Quantidade ▾ | Data de entrega ▾ | Estado ▾ |
|--------------------|-------------------|-----------------------|--------------|-------------------|----------|
| 1                  | 3/6/2021          | T-shirt gama standard | 100          |                   |          |

Figura 23 - Registo de ordens de reaprovisionamento na folha das ordens

Abrindo a folha que lhes corresponde, devem preencher o campo para inserção do *lead time*, caso este seja diferente daquele que está previamente definido pelo fornecedor. Este campo encontra-se realçado a verde para facilmente ser identificado. Caso o *lead time* inserido pelo fornecedor seja superior àquele que tinha sido previamente estipulado como *standard*, é emitido um sinal de alerta para a empresa no sentido de esta averiguar a causa raiz do atraso. Neste exemplo, as tabelas de cada fornecedor apresentadas no Excel estão representadas na Figura 24.

| Fornecedor A       |             |                   |                   |          |  |
|--------------------|-------------|-------------------|-------------------|----------|--|
| Número do pedido ▾ | Lead Time ▾ | Data de receção ▾ | Data de entrega ▾ | Estado ▾ |  |
| 1                  | 15          | 4/6/2021          | 19/6/2021         | A        |  |

| Fornecedor B       |             |                   |                   |          |  |
|--------------------|-------------|-------------------|-------------------|----------|--|
| Número do pedido ▾ | Lead Time ▾ | Data de receção ▾ | Data de entrega ▾ | Estado ▾ |  |
| 1                  | 10          | 19/6/2021         | 29/6/2021         | A        |  |

| Fornecedor C       |             |                   |                   |          |  |
|--------------------|-------------|-------------------|-------------------|----------|--|
| Número do pedido ▾ | Lead Time ▾ | Data de receção ▾ | Data de entrega ▾ | Estado ▾ |  |
| 1                  | 10          | 29/6/2021         | 9/7/2021          | A        |  |

| Fornecedor D       |             |                   |                   |          |  |
|--------------------|-------------|-------------------|-------------------|----------|--|
| Número do pedido ▾ | Lead Time ▾ | Data de receção ▾ | Data de entrega ▾ | Estado ▾ |  |
| 1                  | 5           | 9/7/2021          | 14/7/2021         | A        |  |

Figura 24 - Registo de ordens de reaprovisionamento nas folhas dos fornecedores

A folha das ordens atualiza automaticamente a data de entrega prevista e o estado em que a ordem se encontra, como vemos na Figura 25.

| Número do pedido ▾ | Data de entrada ▾ | Modelo ▾              | Quantidade ▾ | Data de entrega ▾ | Estado ▾ |
|--------------------|-------------------|-----------------------|--------------|-------------------|----------|
| 1                  | 3/6/2021          | T-shirt gama standard | 100          | 14/7/2021         | A        |

Figura 25 - Registo de ordens de reaprovisionamento atualizado

## **4.5 Síntese**

No início do capítulo apresentou-se o processo de desenvolvimento de um produto definido para a empresa. Depois, descreveu-se o trabalho desenvolvido em cada uma das fases deste mesmo processo. Relativamente à última fase do processo, a gestão da cadeia de abastecimento, os cenários de procura considerados foram apresentados e o funcionamento do algoritmo desenvolvido foi explicado. O capítulo termina com a apresentação do processo normalizado definido para o fluxo de informação.

## 5 Resultados obtidos

### 5.1 Indicadores do algoritmo de reaprovisionamento

De forma a avaliar o impacto da utilização do algoritmo, consideraram-se os seguintes indicadores:

- Nível de serviço médio
- Cobertura de *stock* média
- Valor de *stock* médio
- Custos de armazenamento
- Custos de transporte
- Custo de *stockout*

O nível de serviço em cada modelo é dado pelo quociente entre o número de dias sem roturas de *stock* e o número total de dias. A cobertura de *stock* indica, em média, quantos dias de consumo são cobertos pelo *stock*. O valor do *stock* médio, em euros, é dado pela multiplicação entre o preço de venda de cada produto e a quantidade média do mesmo em *stock*. Os custos de armazenamento são dados multiplicando o valor do custo unitário, por dia, subjacentes à manutenção dos produtos no armazém pela quantidade de *stock* que foi armazenada ao longo do tempo. Relativamente aos custos de transporte, estes são obtidos multiplicando o valor do transporte unitário pela quantidade de unidades que são transportadas. Por fim, os custos de *stockout* são obtidos multiplicando o valor estimado para *stockout* unitário pela quantidade de unidades em falta ao longo do tempo.

Em todos os cenários consideraram-se como dados de entrada:

- Período de análise do algoritmo: 1 de julho de 2021 a 31 de dezembro de 2021
- Período de revisão do ponto de reaprovisionamento: 7 dias
- Custo de armazenamento unitário: 0.1€
- Custo de transporte unitário: 1.5€
- Custo de *stockout* unitário: 0.3€
- Parâmetro de segurança para todos os modelos: 1.5

Como período de análise, consideraram-se os primeiros seis meses de vendas e para periodicidade de revisão do ponto de reposição, definiram-se 7 dias. Os custos de armazenamento e de transporte foram obtidos através da informação dada pelos fornecedores. Para a definição do custo de *stockout*, considerou-se que se deveria prejudicar as roturas de *stock* três vezes mais do que ter uma unidade de produto em armazém. O parâmetro de segurança considerado permite que se tenha para um determinado período de reposição como

*stock* de segurança 1.5 vezes a diferença entre o valor máximo do consumo que ocorreu durante o período antecedente e a média do consumo no período antecedente.

Em todos os cenários, teve-se em conta a mesma proporção esperada de vendas respetiva a cada modelo, para cada um dos 9 cenários existentes. A proporção de vendas, dado pelo *mix* de produtos, considerada é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Proporção de vendas estimada por modelo

| <i>Mix de produtos</i>       |     |
|------------------------------|-----|
| <i>T-shirt gama standard</i> | 30% |
| <i>T-shirt gama premium</i>  | 20% |
| Calças gama <i>standard</i>  | 20% |
| Calças gama <i>premium</i>   | 10% |
| Casaco                       | 15% |
| Bata                         | 5%  |

A informação apresentada na Tabela 4 mostra que do volume total de vendas que a empresa terá, é expectável que 30% se deva às vendas do modelo *T-shirt gama standard*, 20% às vendas da *T-shirt gama premium*, 20% correspondentes à vendas do modelo Calças gama *standard*, 10% que correspondem às vendas das Calças gama *premium*, e por fim, 15% e 5% das vendas do Casaco e Bata, respetivamente.

Para termo de comparação do desempenho do algoritmo, considerou-se o método de reaprovisionamento do *stock* de máscaras seguido pela empresa, que, caso não existisse o algoritmo, seria a estratégia a seguir para a reposição do *stock* dos diferentes modelos dos uniformes médicos. Assim, tendo como base os nove cenários apresentados na Tabela 3, é possível comparar o resultado obtido para cada um dos indicadores definidos se a política de reaprovisionamento da empresa se mantivesse ou se a política seguida for aquela sugerida pelo algoritmo.

O método de reaprovisionamento do *stock* das máscaras aplicado ao caso dos uniformes é caracterizado pelas seguintes regras:

- Stock inicial definido para cada modelo: 500 unidades
- Período de revisão do ponto de reaprovisionamento: 60 dias
- Parâmetro de segurança para todos os modelos: 1.5
- Nível de reaprovisionamento do inventário para cada modelo: 250 unidades
- Quantidade de reaprovisionamento por cada modelo: 200 unidades

Daqui em diante, este método que seria seguido pela empresa denomina-se método *naive*, decorrente da sua natureza.

O custo total que a empresa poderá gastar nos primeiros seis meses de negócio é composto pelo custo de armazenamento, o custo de transporte e o custo de *stockout*. Seguindo o algoritmo para o reaprovisionamento ou seguindo o método *naive*, os custos a incorrer são consideravelmente diferentes, como a Figura 26 pretende mostrar.

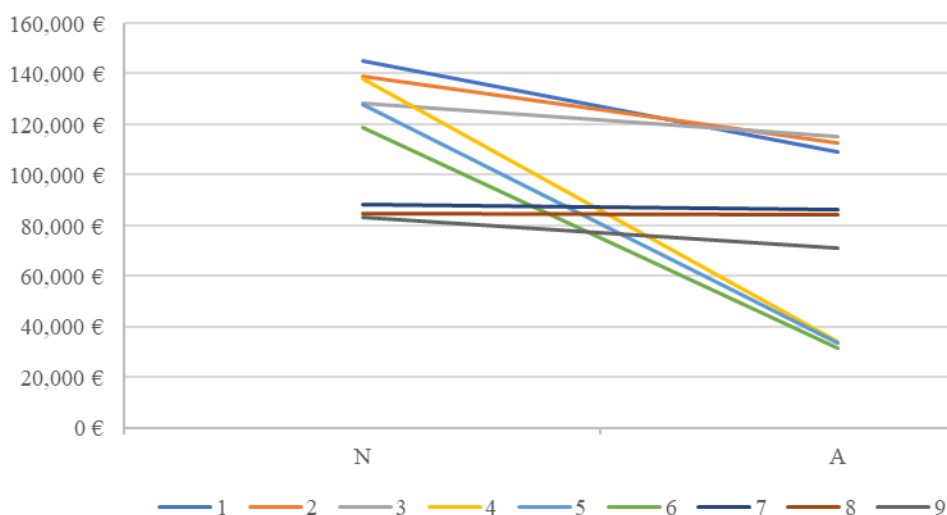


Figura 26 - Custo total obtido através do algoritmo (A) e através do método *Naive* (N)

Pela observação da Figura 26, constata-se que o algoritmo, no que se refere ao custo total a incorrer pela empresa nos primeiros seis meses do lançamento dos uniformes médicos no mercado, obtém melhores resultados. Em todos os cenários, verifica-se uma queda do custo total, sendo a queda nos cenários 4, 5 e 6 mais acentuada. Nos cenários 7, 8 e 9, a queda dos custos não é muito significativa pelo facto de se dar o crescimento exponencial do volume de vendas. Tendo em consideração que o algoritmo baseia no conceito de *pull*, uma disrupção inesperada na procura, torna difícil uma reação imediata do modelo a esse pico, causando de um momento para o outro uma grande quantidade de pedidos de reaprovisionamento, originando custos avultados de transporte e *stockout*.

Relativamente ao nível de serviço, as melhorias esperadas pelo algoritmo em comparação ao método *naive* podem ser observadas na Figura 27.

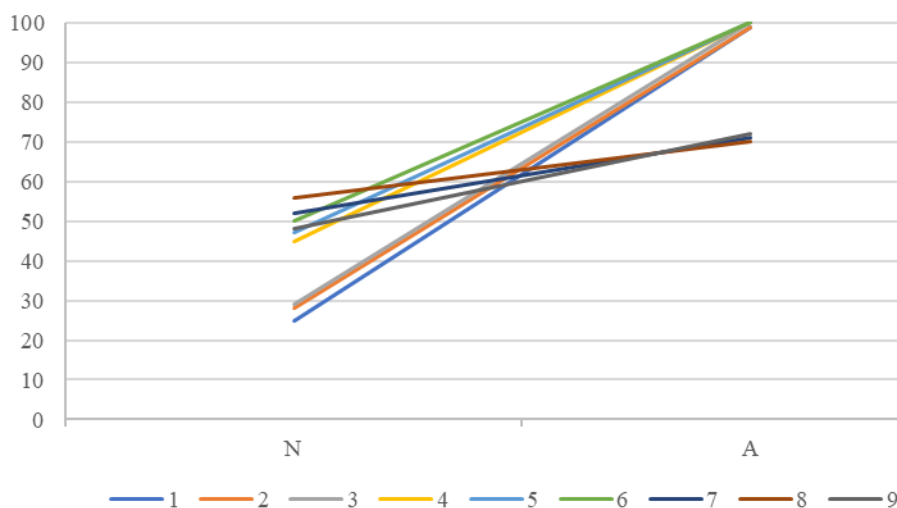


Figura 27 - Nível de serviço obtido através do algoritmo (A) e através do método *Naive* (N)

Pela análise da Figura 27, é possível notar um aumento significativo no nível de serviço prestado pela empresa aos seus clientes. Os cenários 1, 2 e 3 são aqueles no qual o nível de serviço é mais impactado, passando de valores entre os 20% e os 30% para um nível de serviço na ordem dos 100%, significando praticamente a inexistência de roturas de *stock*.

No que se refere ao valor do *stock* médio utilizando ambos os métodos de reposição verifica-se o que a Figura 28 ilustra.

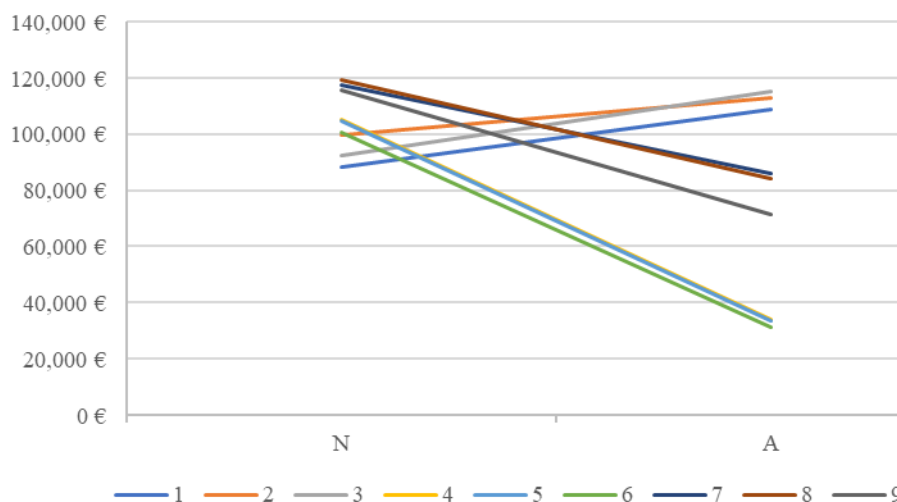


Figura 28 - Valor médio de *stock* obtido através do algoritmo (A) e através do método *Naive* (N)

Analisando a Figura 28, constata-se que do cenário 4 ao cenário 9 efetivamente o valor do *stock* médio sofre uma queda considerável, sendo esta mais significativa nos cenários 4, 5 e 6. Nos cenários 1, 2 e 3 o valor médio de *stock* sobe ligeiramente, sendo também esta subida responsável pelo nível de serviço de cerca de 100% que é obtido nos três cenários em causa, como notado anteriormente. Este facto deve-se à forma como o crescimento das vendas ocorre nos cenários mencionados. Uma vez que, logo após o lançamento do produto o volume de vendas é muito elevado, iniciando-se depois o seu declínio, o algoritmo tem inicialmente em consideração os primeiros dias de valores de vendas elevados, requisitando uma grande quantidade de *stock*. Como no futuro, dado o declínio das vendas, não será possível escoar todo o *stock* requisitado, obtém-se um elevado valor de *stock* médio de cerca de 110 000€.

Relativamente ao indicador da cobertura de *stock*, o algoritmo resultou no aumento deste indicador em todos os cenários exceto nos cenários 7 e 8, como se pode concluir pela análise da Figura 29.

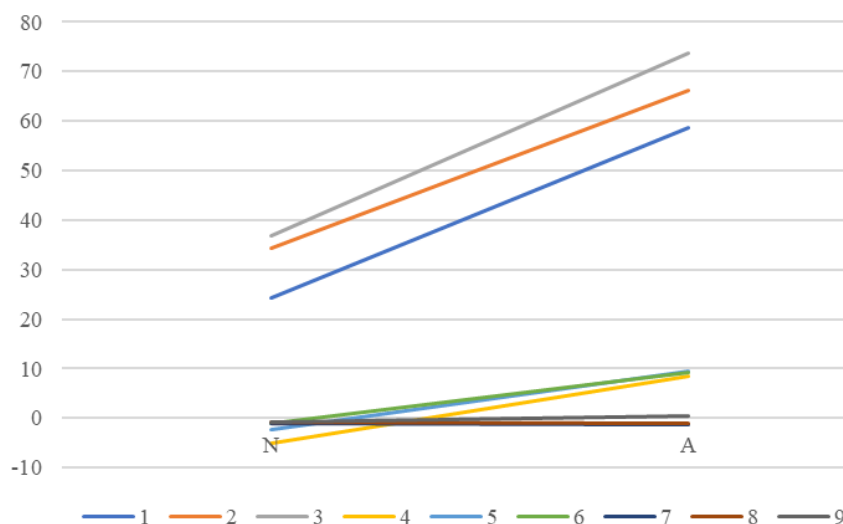


Figura 29 - Cobertura de *stock* obtida através do algoritmo (A) e através do método *Naive* (N)

Nos cenários 7 e 8 a cobertura mantém valores negativos, o que indica a existência de roturas de *stock*. Nos restantes cenários a cobertura de *stock* aumentou, sendo que nos cenários 1, 2 e 3 a subida do indicador é considerável atingindo valores entre cerca de 50 e 70 dias.

## 5.2 Fluxo de informação normalizado

Pela normalização e organização do fluxo de informação foi possível encurtar o fluxo de informação (Figura 30). Pela utilização do processo *standard* do fluxo de informação não existirão *loopbacks*, ou seja, a informação fluirá num único sentido. Através do processo estabelecido para o fluxo de informação, esta passa diretamente entre fornecedores, sendo estes capazes em tempo real de inserir, ler e editar a informação partilhada com os outros fornecedores. Com o fluxo de informação normalizado, encurta-se o caminho crítico que a informação percorre e a empresa consegue sair fora deste, sendo que apenas é necessário intervir no fim do processo, no que se refere à organização do transporte do produto de Portugal para os EUA.

Além da definição de regras e do processo da passagem de informação, implementou-se a digitalização do próprio processo. A digitalização e a utilização de ferramentas que permitem a partilha de informação *online* de uma forma contínua têm um impacto muito positivo no processo, dado que a informação é mais rigorosa e instantânea.

Estima-se uma redução do *lead time* do fluxo de informação de 5 dias para apenas 0.5 dias. Esta redução de *lead time* impacta o *lead time* global do processo, permitindo assim melhorar o serviço. Como a equipa operacional da empresa apenas intervém na fase final do processo, no pedido de transporte final, há recursos que são libertados e assim é possível aumentar a produtividade da equipa, utilizando o tempo gasto no fluxo de informação para acrescentar valor numa outra atividade. Inevitavelmente, verifica-se a redução de erros e correção dos mesmos ao longo do fluxo, melhorando assim a qualidade deste.

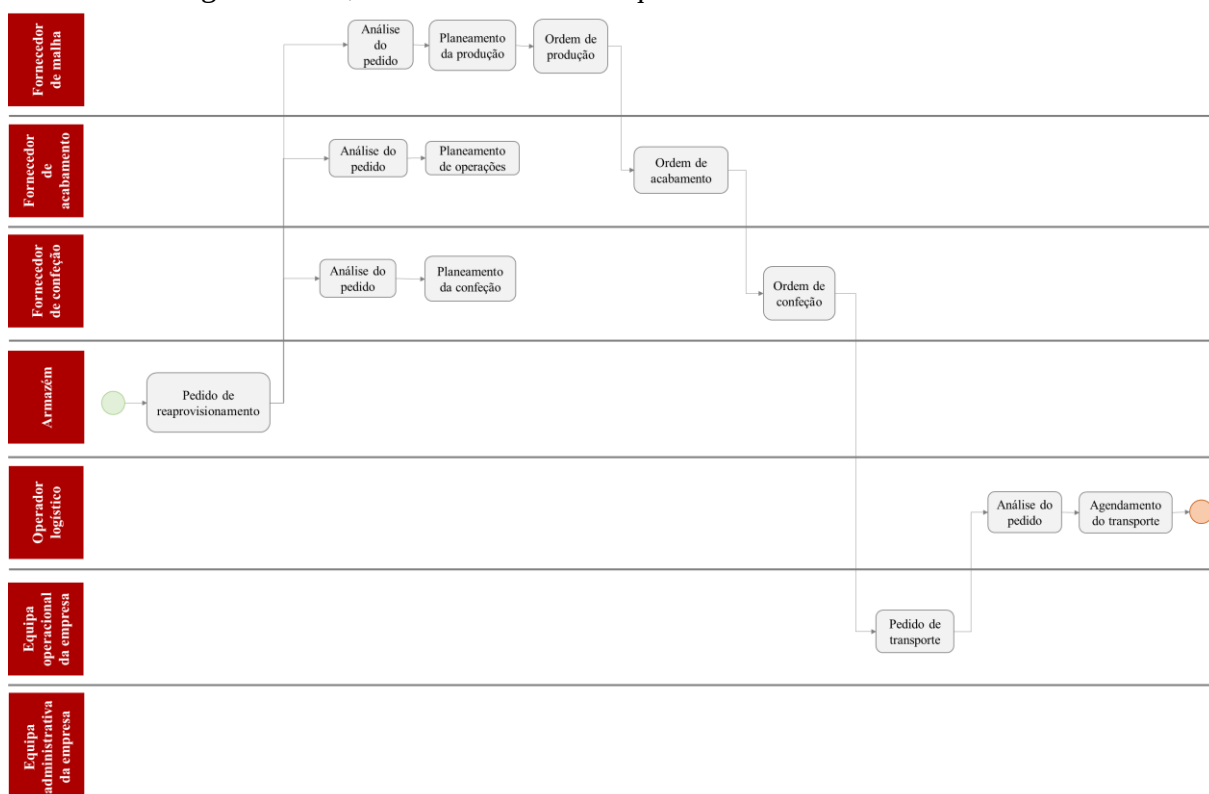


Figura 30 - Fluxo de informação normalizado

### 5.3 Síntese

Ao longo do capítulo, compararam-se inicialmente os resultados que a empresa obteria, adotando o processo de reposição de inventário *naive* e o processo de reposição imposto pelo algoritmo. Compararam-se os custos, nível de serviço, cobertura de *stock* e valor de *stock* que a empresa obteria nas duas situações. Posteriormente, referiram-se as vantagens associadas ao novo processo de fluxo de informação da empresa.

## 6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

### 6.1 Principais conclusões

Um dos problemas mais recorrentes aquando da criação de uma empresa é a falta de definição de processos. No projeto “Desenvolvimento de um Sistema de Gestão do Processo Produtivo e de Distribuição” foram criados o processo de desenvolvimento de um produto e o processo pelo qual se deve dar o fluxo de informação. Nos processos de produção, pode-se verificar mais facilmente a existência de erros e/ou sobreprocessamento. Neste sentido, é expectável que o maior desperdício do processo ocorra neste fluxo e consequentemente se verifique uma maior quebra de produtividade. O fluxo de material envolve momentos nos quais não é acrescentado valor, pelo material se encontrar parado na cadeia ou por estar em fase de transporte entre fornecedores, sendo por isso um processo ao qual está subjacente um elevado desperdício. No entanto, dado que a empresa subcontrata os fornecedores, não foi âmbito do projeto melhorar os processos internos dos fornecedores.

Adicionalmente, foi criado um sistema de gestão de *stock* que permite o controlo do processo de reposição de produto acabado no armazém. Para o funcionamento do algoritmo, é necessário saber o *lead time* de cada fase do fluxo de material, onde ocorrem processos de produção. De forma a ser possível testar o algoritmo desenvolvido e comparar os resultados obtidos pelo algoritmo em comparação com o método de reposição utilizado pela empresa anteriormente, definiram-se 9 possíveis cenários de procura para os primeiros 6 meses de negócio. Com a definição de cenários, procurou-se testar o algoritmo em diferentes condições de arranque do negócio e diferentes volumes de negócio atingidos passados os 6 meses. Apesar de, nenhum dos cenários considerados poder vir a concretizar-se, os bons resultados obtidos pelo algoritmo nos diferentes cenários dão confiança à empresa pela ampla gama de possibilidades que os cenários abordam. A utilização do algoritmo permite a redução das roturas de *stock* e consequente melhoria do nível de serviço, a redução dos custos incorridos e, de uma maneira geral, a redução do nível médio de *stock*. Além disso, como o algoritmo facilita o controlo e gestão do inventário, dá confiança à empresa para aumentar o número de SKUs logo numa fase inicial do negócio.

A melhoria de alguns indicadores como nível de serviço permitem além das melhorias tangíveis adquirir melhorias intangíveis. De facto, um bom nível de serviço permite atrair, reter e angariar novos clientes e contribui para que a perceção do serviço prestado pela marca seja de qualidade. A redução do valor de *stock*, considerado um custo de oportunidade, permite investir o dinheiro empatado anteriormente em produto acabado e do investimento retirar mais valias.

Assim, com a implementação das soluções abordadas no capítulo 4, foi possível melhorar o sistema de gestão do processo produtivo e de distribuição. A melhoria deu-se em três vertentes: qualidade, custo e nível de serviço. Quanto aos resultados obtidos com a utilização do algoritmo de gestão e reposição de *stock* avaliaram-se três indicadores principais: custo total, nível de serviço e valor de *stock*. Relativamente ao custo total, que abarca o custo de

transporte, armazenamento e *stockout*, o algoritmo permite uma redução de 36%. Quanto ao nível de serviço, a média dos resultados aumenta de 42%, utilizando o método da empresa, para 90% utilizando o algoritmo, representando um aumento de 114%. Além disso, o valor de *stock* é reduzido em 28%. No que toca aos resultados obtidos com a organização do fluxo de informação, foi possível reduzir o *lead time* deste em 90%, passando dos anteriores 5 dias para apenas 0.5 dias. Além destas três vertentes, a implementação deste projeto de dissertação na empresa permitiu incutir uma cultura baseada na filosofia *kaizen*, sendo que ao longo do tempo se passaram e aplicaram os princípios que estão na base da filosofia.

## 6.2 Trabalho futuro

Como perspetiva de trabalho futuro, após a conclusão do projeto, será necessário fazer a ligação da base de dados da plataforma de *e-commerce* ao algoritmo. Desta forma, o algoritmo passa a ser alimentado com os dados reais de vendas, que até ao momento ainda não existiam. Futuramente, pode-se também tornar todo o processo automático, isto é, os pedidos de reaprovisionamento necessários serem dados automaticamente aos fornecedores pelo algoritmo.

Além disso, quando o padrão de vendas reais estiver definido e a variabilidade do consumo for reduzida e controlada deverá implementar-se uma solução que inclua a redução do *stock* de produto acabado e o *lead time* do processo, tornando o processo mais flexível. Nesse sentido, deverá puxar-se o CODP para trás na cadeia de abastecimento, colocando *stock* de produto intermédio (WIP) no fornecedor de malha, o que permitirá reduzir quer o *lead time* do ciclo logístico e o valor em *stock* quer a existência de produtos obsoletos. Existindo *stock* de malha no fornecedor é acrescentada variabilidade no sistema e surge a necessidade de também gerir o *stock* da matéria-prima. No entanto, o *stock* de matéria-prima, permite que haja maior flexibilidade na cadeia. Em vez de o *stock* de produto estar concentrado no final da cadeia de abastecimento, a existência de *stock* de matéria-prima, permite que, consoante a necessidade ditada pelo consumo, esta possa ser transformada em diferentes modelos, diferentes cores e diferentes tamanhos.

Relativamente à rede de fornecedores, deverá ser estudada a possibilidade de subcontratar fornecedores fora de Portugal, com custos de produção consideravelmente menores, permitindo assim à empresa aumentar a margem de lucro do negócio.

Os uniformes para profissionais de saúde, além de um produto funcional com características ímpares relativamente aos produtos semelhantes já estabelecidos no mercado, foram desenvolvidos no sentido de criar um produto *fashion*. A empresa deve, portanto, de forma contínua, investir no desenvolvimento de produto e atualizar o portefólio de produtos introduzindo no mercado novidades com uma certa frequência. Desta forma, será possível atrair novos consumidores e reter aqueles que outrora foram atraídos, possibilitando a compra de produtos diferentes.

Tendo sucesso no mercado americano, a empresa, através da matriz de atratividade desenvolvida no projeto, deve estudar a possibilidade de passar para novos mercados, nomeadamente o mercado europeu.

## Referências

- Associação Têxtil e Vestuário de Portugal. 2021. “Caraterização Da Indústria Têxtil e de Vestuário Em Portugal.” <https://atp.pt/pt-pt/estatisticas/caraterizacao/>.
- Coimbra, Euclides. 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. McGraw-Hill Professional.
- Dai, B., H.X. Chen, Y.A. Li, Y.D. Zhang, X.Q. Wang, and Y.M. Deng. 2021. “Inventory Replenishment Planning of a Distribution System with Storage Capacity Constraints and Multi-Channel Order Fulfilment.” *Omega*, July.
- Hart, Mark A. 2012. *The Lean Startup: How Today’s Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses* Eric Ries.
- He, Xijin, Shuxia Meng, and Juanjuan Liang. 2021. “Analysis of Cross-Border E-Commerce Logistics Model Based on Embedded System and Genetic Algorithm.” *Microprocessors and Microsystems*.
- Heizer, Jay, and Barry Render. 2011. *Operations Management*. Edited by Pearson. 10th ed.
- Hoek, R. I. Van. 2001. “Rediscovery of Postponement a Literature Review and Directions for Research.” *Journal of Operations Management* 19: 161–84.
- Hopp, Wallace J., and Mark L. Spearman. 2004. “To Pull or Not to Pull: What Is the Question?” *Manufacturing and Service Operations Management*.
- Imai, M. 2005. *Praise for Gemba Kaizen*.
- Insights, Fortune Business. 2021. “Global Medical Clothing Market Size & Share.” 2021.
- Kaizen Institute. 2019. “Innovation & Research Introduction.”
- . 2020a. “Accelerated Development Introduction.”
- . 2020b. “Challenger Selling Introduction.”
- . 2020c. “Energy & Environment Introduction.”
- . 2020d. “Insight Marketing Introduction.”
- . 2020e. “Kaizen™ Business System.”
- Lysons, K., and B. Farrington. 2016. *Purchasing and Supply Chain Management*. Edited by Pearson and Education.
- San-José, Luis A., Joaquín Sicilia, and Beatriz Abdul-Jalbar. 2021. “Optimal Policy for an Inventory System with Demand Dependent on Price, Time and Frequency of Advertisement.” *Computers and Operations Research*.
- Shingo, S. 1981. *Study of Toyota Production System from Industrial Engineering ViewPoint*.
- Smalley, Art. 2004. *Creating Level Pull: A Lean Production-System Improvement Guide for Production-Control, Operations, and Engineering Professionals*.

- Srinivasan, M., M., and S. Mandyam. 2012. *Building Lean Supply Chains with the Theory of Constraints*. McGraw-Hill.
- UNCTAD. 2021. “Estimates Of Global E-Commerce 2019 and Preliminary Assessment of COVID-19 Impact on Online Retail 2020.”
- Wikner, Joakim, and Martin Rudberg. 2005. “Integrating Production and Engineering Perspectives on the Customer Order Decoupling Point.” *International Journal of Operations and Production Management* 25: 623–41.

## ANEXO A: Resumo da literatura publicada entre 2010 e 2021

| Autores                        | Taxa de procura |                     |                     |                     |                           | Rotura de stock | Holding Cost unitário cumulativo |                     |
|--------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------|---------------------|
|                                | Constante       | Dependente do stock | Dependente do tempo | Dependente do preço | Dependente da publicidade |                 | Fixa                             | Dependente do tempo |
| Alfares an Ghaitan (2016)      |                 |                     |                     | Linear              |                           |                 |                                  | Quadrática          |
| Avinadav et al. (2014)         |                 |                     | Geral               | Geral               |                           |                 |                                  | Linear              |
| Bhunja et al. (2017)           |                 |                     |                     | Linear              | Sim                       | PBO             |                                  | Linear              |
| Chaudhary and Sharma (2015)    |                 |                     |                     | Linear              |                           | PBO             |                                  | Linear              |
| Chen (2018)                    |                 |                     |                     | Mix                 |                           | PBO             |                                  | Linear              |
| Herbon and Khmel'nitsky (2017) |                 |                     | Geral               | Geral               |                           |                 |                                  | Linear              |
| Hosse et al. (2016)            |                 |                     | Linear              | Linear              |                           | PBO             |                                  | Difusa              |
| Kabiran (2012)                 |                 |                     |                     | Geral               |                           |                 |                                  | Linear              |
| Khan et al. (2019)             |                 |                     |                     | Linear              |                           | PBO             |                                  | Quadrática          |
| Khan et al. (2020)             |                 |                     |                     | Linear              | Sim                       | PBO             |                                  | Quadrática          |
| Maihami and Abadi (2012)       |                 |                     | Exponencial         | Linear              |                           | PBO             |                                  | Linear              |
| Mandal and Islam (2015)        |                 |                     | Padrão de Potência  |                     |                           | PBO             |                                  | Difusa              |
| Manna et al. (2017)            |                 |                     | Mix                 |                     | Sim                       |                 |                                  | Linear              |
| Mishra and Singh (2013)        |                 |                     | Padrão de Potência  |                     |                           | PBO             |                                  | Linear              |
| Panda et al. (2017)            |                 |                     |                     | Linear              |                           |                 |                                  | Linear              |
| Panda et al. (2019)            |                 | Sim                 |                     | Linear              | Sim                       | PBO             |                                  | Linear              |
| Pervin et al. (2017)           |                 | Sim                 |                     | Linear              |                           | PBO             |                                  | Quadrática          |

Desenvolvimento de um Sistema de Gestão do Processo Produtivo e de Distribuição

|                                 |     |     |                    |              |     |     |     |            |
|---------------------------------|-----|-----|--------------------|--------------|-----|-----|-----|------------|
| Pervin et al. (2018a)           |     | Sim |                    |              |     | PBO |     | Quadrática |
| Pervin et al. (2018b)           |     |     | Linear             |              |     | PBO |     | Quadrática |
| Pervin et al. (2019)            |     | Sim |                    | Exponencial  |     | FBO |     | Linear     |
| Rabbani et al. (2015)           |     |     | Mudanças no preço  | Mix          | Sim |     |     | Geral      |
| Rad et al. (2018)               |     |     |                    | Iso-Elástica | Sim | FBO |     | Linear     |
| Rao et al. (2014)               |     |     |                    | Linear       |     | FBO |     | Linear     |
| Rajeswari and Vanjikkodi (2011) |     |     | Padrão de Potência |              |     | PBO |     | Linear     |
| San-José et al. (2015)          | Sim |     |                    |              |     | PBO | Sim | Potência   |
| San-José et al. (2017)          |     |     | Padrão de Potência |              |     | PBO |     | Linear     |
| Shah et al. (2013)              |     |     |                    | Iso-Elástica | Sim |     |     | Geral      |
| Shaik et al. (2019)             |     | Sim |                    | Linear       |     | PBO |     | Quadrática |
| Sicilia et al. (2012)           |     |     | Padrão de Potência |              |     | FBO |     | Linear     |
| Sicilia et al. (2014)           |     |     | Padrão de Potência |              |     |     |     | Linear     |
| Soni (2013)                     |     | Sim |                    | Geral        |     |     |     | Linear     |
| Sundar et al. (2012)            |     |     |                    | Linear       |     |     |     | Linear     |
| Wu et al. (2014)                |     | Sim |                    | Geral        |     |     |     | Linear     |
| San-José et al. (2021)          |     |     | Padrão de Potência | Polinomial   | Sim |     | Sim | Potência   |

**ANEXO B: Diferentes modelos dos uniformes médicos vestidos em avatars no software CLO**



## ANEXO C: Brainstorming resultante do workshop Kaizen de definição do processo de desenvolvimento de produtos

