



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa

MESTRADO EM **Gestão e Estratégia Industrial**

TRABALHO FINAL DE MESTRADO **DISSERTAÇÃO**

**ANÁLISE E OTIMIZAÇÃO DE STOCKS NUMA EMPRESA DO
SETOR GROSSISTA**

GUILHERME MENDES DA SILVA

SETEMBRO – 2021



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa

MESTRADO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

TRABALHO FINAL DE MESTRADO DISSERTAÇÃO

**ANÁLISE E OTIMIZAÇÃO DE STOCKS NUMA EMPRESA DO
SETOR GROSSISTA**

GUILHERME MENDES DA SILVA

ORIENTAÇÃO:

PROF. DOUTOR JOSÉ MIGUEL ARAGÃO CELESTINO SOARES

SETEMBRO – 2021

RESUMO

Uma boa gestão de *stocks* tem um papel determinante para as operações de qualquer negócio de forma a otimizar os custos associados.

Neste trabalho é estudada e aplicada a gestão otimizada dos *stocks* na empresa XPTO com o propósito de se manter a qualidade do serviço a um menor custo. Para isso, quantificou-se os custos totais sem otimização de *stocks* associados à gestão de *stocks* da empresa e os custos totais com otimização de *stocks* resultantes da aplicação do modelo da Quantidade Económica de Encomenda e do método de reaprovisionamento *re-order point* e posteriormente confrontou-se os mesmos de maneira a se perceber o impacto do modelo académico de gestão de *stocks*.

Com este propósito, em primeiro lugar, identificou-se quais os artigos que justificam uma otimização do seu processo de gestão a partir de uma análise ABC, isto é, quais os artigos que representam o maior valor financeiro para a empresa e, assim, que com uma gestão mais otimizada refletem uma maior poupança anual.

Posteriormente, com os resultados obtidos pela aplicação do modelo QEE, ficou demonstrado que seria possível diminuir os custos totais anuais em 9,19%, relativamente aos custos incorridos pela empresa no mesmo espaço temporal.

Palavras-chave: Gestão de *stocks*, Custos totais de *stocks*, Modelo QEE, Método de *re-order point*, Análise ABC.

ABSTRACT

A good stock management has a decisive role for the operations of any business in order to optimize the associated costs.

In this work, the optimised stock management is studied and applied in the XPTO company with the purpose of maintaining the service quality at a lower cost. For this, the total costs without optimization of stock associated to the stock management of the company and the total costs with optimization of stocks resulting from the application of the Economic Order Quantity model and the re-order point replenishment method were quantified and then compared in order to understand the impact of the academic model of stock management.

With this purpose, in the first place, it was identified which items justify an optimisation of their management process based on an ABC analysis, that is, which items represent the greatest financial value for the company and thus, with a more optimised management, reflect a greater annual saving.

Subsequently, with the results obtained by applying the QEE model, it was shown that it would be possible to reduce total annual costs by 9.19%, relative to the costs incurred by the company in the same period of time.

Keywords: Stock management, Total stock costs, EOQ model, Reorder-point method, ABC analysis.

ÍNDICE

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
ÍNDICE	iii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
GLOSSÁRIO DE TERMOS E ABREVIATURAS.....	vii
AGRADECIMENTOS	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos	1
1.2. Estrutura do trabalho	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Stock.....	3
2.2. Gestão de stocks	3
2.2.1. Análise ABC	4
2.2.2. Classificação dos custos de stocks	6
2.3. Natureza da procura	7
2.4. Modelos de gestão de stocks	8
2.4.1. Modelos determinísticos	8
2.4.1.1 Modelo QEE.....	9
2.4.1.2. Modelo QEE com desconto de quantidade	10
2.4.1.3. Modelo QEE sem reposição instantânea de stock.....	11
2. 5. Métodos de reaprovisionamento	12
2.6. Stock de segurança	14
3. METODOLOGIA	15
3.1. Local da pesquisa de dados	15
3.2 Procedimento de análise de dados.....	15
3.3 Questões de pesquisa.....	16
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	18
4.1. Enquadramento ao caso em estudo	18
4.2. Análise ABC	19
4.3. Custo total sem otimização de stocks.....	23
4.4. Custo total com otimização de stocks	25
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	31

5.1. Conclusões	31
5.2. Limitações do estudo.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva ABC	6
Figura 2 - Custo total de aprovisionamento por quantidade encomendada	9
Figura 3 – Representação gráfica do ROP	13
Figura 4 - Curva da análise ABC aplicada aos produtos da empresa	23

LISTA DE TABELAS

Tabela I – Métodos de reaprovisionamento	12
Tabela II – Classificação ABC	19
Tabela III – Valor percentual das classes na análise ABC	22
Tabela IV – Quantidades encomendadas entre fevereiro 2019 e janeiro 2020	24
Tabela V - Custo total sem otimização de <i>stocks</i>	25
Tabela VI – Quantidades económicas de encomenda	26
Tabela VII – <i>Lead time</i>	27
Tabela VIII - Custo total com otimização de <i>Stocks</i>	29
Tabela IX – Resumo custos totais	29

GLOSSÁRIO DE TERMOS E ABREVIATURAS

ABC – *Activity based cost*;

ERP – *Enterprise resource planning*;

KAMs – *Key account managers*;

LT – *Lead time*;

PEE – *Periodicidade económica de encomenda*;

QEE – *Quantidade económica de encomenda*;

ROL – *Re-order level*;

ROP – *Re-order point*.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho representa, não só o último passo para a conclusão do meu mestrado, como também o final da minha vida académica.

Quero agradecer ao meu professor e orientador, Professor Doutor José Miguel Soares, pela disponibilidade e ajuda ao longo deste trabalho.

A todos os meus professores do ISEG, que partilharam comigo os seus conhecimentos.

Aos meus colegas e amigos de mestrado, por tornarem esta caminhada mais divertida.

Ao meu antigo *manager* e atual amigo, João Matias, por todo o tempo despendido, toda a paciência e disponibilidade em me ajudar neste trabalho desde o primeiro minuto.

Ao meu amigo André Mendonça, por me apresentar a empresa onde tive a oportunidade de trabalhar.

À Joana Salvador, por toda a confiança transmitida e coragem necessária para ingressar nesta etapa.

À minha família, pelo apoio que me proporcionaram neste percurso académico e principalmente, pelo exemplo e valores que me ensinam todos os dias da minha vida. São o meu maior orgulho.

Aos que contribuíram para a minha formação académica, profissional e pessoal.

A todos, um enorme e sincero obrigado.

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto é um estudo de caso da empresa onde o mestrando estagiou durante um ano e três meses, como *operations trainee*. Devido a questões de confidencialidade por parte da empresa, a mesma será tratada como empresa XPTO ao longo do trabalho. O projeto aborda na revisão de literatura conceitos, classificações e modelos de gestão de *stocks*, e posteriormente, na apresentação e análise de resultados, demonstra-se a aplicação da otimização da gestão de *stocks* da empresa, que são principalmente garrafas de bebidas alcoólicas.

Neste trabalho é estudada e aplicada a gestão económica dos *stocks* na empresa XPTO, isto é, após se analisar a evolução dos *stocks* verificada na empresa, tenta-se formular previsões da evolução destes de maneira a responder às questões “Quanto encomendar?” e “Quando encomendar?”, com o propósito de se manter a qualidade do serviço a um menor custo.

Com este propósito pretende-se, em primeiro lugar, determinar quais os artigos que justificam uma otimização do seu processo de gestão, ou seja, aqueles que representam um valor financeiro no mínimo superior a 80% do valor em *stock*, fazendo uma análise ABC. Com isto consegue-se identificar os artigos de classe A que serão o alvo da respetiva análise. Posteriormente, pretende-se aplicar os métodos académicos mais apropriados sobre esses artigos, como é o caso do modelo da Quantidade Económica de Encomenda (QEE), com o objetivo de reduzir os custos relacionados com os métodos de reaprovisionamento e de posse de *stock* da empresa. Como resultados pretende-se demonstrar todos os procedimentos e cálculos envolvidos na aplicação das classificações e modelos de gestão de *stocks* propostos, apresentando-se uma proposta específica que a empresa possa seguir, com vista a otimizar a gestão de *stocks* atual.

A empresa XPTO é uma filial portuguesa pertencente a um grupo colíder mundial na distribuição de vinhos e bebidas espirituosas que possui um dos portefólios mais prestigiantes de marcas do seu setor. À semelhança do grupo, a empresa XPTO é uma das líderes em Portugal na sua atividade económica de comércio por grosso de bebidas alcoólicas.

1.1. Objetivos

Os objetivos principais do estudo realizado são quantificar os custos totais associados à gestão de *stocks* da empresa e os custos totais resultantes da aplicação do modelo QEE no ano em questão, e posteriormente confrontar os mesmos de maneira a se perceber o impacto do modelo académico de gestão de *stocks*.

1.2. Estrutura do trabalho

Este trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos, o primeiro correspondendo à Introdução, onde se faz uma breve introdução da empresa em que o estudo se irá basear, a natureza do problema em questão e o objetivo do presente projeto.

O segundo capítulo consiste na Revisão da Literatura, onde se irá abordar as principais classificações e modelos de gestão *stocks* já estudados, de maneira a dar suporte teórico à parte prática.

O capítulo seguinte consiste na Metodologia, em que se caracteriza o tipo de pesquisa efetuado, a forma como os dados foram recolhidos, o modo de tratamento dos mesmos e as questões de investigação para as quais se procura encontrar resposta neste estudo.

No quarto capítulo são apresentados e analisados os Resultados obtidos, demonstrando todos os procedimentos e cálculos necessários para a aplicação das classificações e modelos de gestão de *stocks* anteriormente estudados e, conseqüentemente, as respostas às questões de pesquisa.

Por fim, no quinto capítulo serão apresentadas as conclusões do trabalho, referindo também as respetivas limitações, sugestões e recomendações para futuros estudos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo pretende-se abordar, de uma forma teórica e fundamentada, a revisão da literatura existente dos temas sobre os quais o presente estudo incide.

2.1. *Stock*

Stock é o conjunto de unidades de um artigo que compõe uma determinada reserva de maneira a satisfazer uma futura necessidade de consumo (Reis, 2016), e segundo Barroso (2012), Seco e Vieira (2014) e Monczka, Handfield, Giunipero e Patterson (2020), é constituído por todas as matérias primas ou produtos adquiridos que se encontram em armazenamento até à utilização dos mesmos.

A constituição de *stocks* é fulcral no modelo de negócio usado pela grande parte das empresas, afetando diretamente o desempenho das várias unidades operacionais. Seguindo o princípio de que os benefícios têm de ser superiores aos custos, relativamente à posse de *stock*, as empresas procuram constituir *stocks* de maneira a responder à procura dos clientes habituais e potenciais (Barroso, 2012; Monczka *et al.*, 2020).

Segundo Reis (2016), podemos distinguir quatro tipos principais de *stock*:

- *Stock* global – toda a existência física de um artigo. Corresponde à soma do *stock* normal, de segurança e afetado;
- *Stock* normal – artigos com um consumo mais ou menos regular;
- *Stock* de segurança – parte do *stock* global designado à prevenção de ruturas de *stock* e variações da procura;
- *Stock* afetado – parte do *stock* global com uma finalidade específica e normalmente com uma existência efémera.

2.2. *Gestão de stocks*

A gestão de *stocks* é constituída pela gestão administrativa, física e económica dos *stocks* (Reis, 2016) e uma gestão de *stocks* eficaz é essencial para as operações de qualquer negócio (Bassin, 1990).

A gestão de *stocks* envolve a determinação de três decisões fulcrais: a periodicidade das compras, o volume de *stock* necessário para cada artigo num determinado período e quais os artigos, e respetivas quantidades, a permanecer com *stock* de segurança, de forma a acompanharem a procura. São decisões complexas devido à grande diversidade de fatores

envolvidos e assumem uma natureza dinâmica e repetitiva ao longo do tempo (Soares & Mendes, 2107; Benchkovsky, 1964).

O principal objetivo da gestão de *stocks* é garantir o equilíbrio entre a proteção do negócio da organização contra a imprevisibilidade da procura e a redução dos custos das atividades da cadeia de abastecimento, sem descuidar os níveis de serviço e a qualidade dos produtos, melhorando a eficiência e produtividade da mesma (Soares, Mendes & Santos, 2019; Civelek, 2016).

Ao longo do tempo são vários os autores críticos quanto ao armazenamento e manutenção de *stocks* em excesso, considerando um esgotamento contínuo do capital de produção, e para os defensores da filosofia japonesa, um desperdício (Christopher, 2011). Isto porque existem alguns produtos que graças à sua fragilidade e perecibilidade não têm condições suficientes para permanecerem em *stock*, ou apenas podem ser mantidos em *stock* por um curto espaço de tempo (Zermati, 2000; Zermati & Mocellin, 2006; Bajegani & Gholamian, 2020). Também existem críticas ao defenderem que existem maneiras mais favoráveis de aplicar o capital que é absorvido pela criação de *stocks*, visto que os mesmos apenas armazenam valor e não contribuem diretamente para o valor do produto da empresa (Ballou, 2004).

No entanto, verificam-se inúmeras vantagens na criação de *stocks*. Possibilitam economias de escala na aquisição, na produção e no transporte de produtos. Protegem a organização face a variações no consumo e na produção irregular. Permitem a constituição de *stocks* com uma finalidade especulativa, isto é, comprar a preços baixos para se vender a preços altos, ou então aproveitar uma redução do preço unitário devido à compra de grandes quantidades (Zermati, 2000). E permitem também uma resposta rápida aos requisitos e necessidades do cliente, garantido um maior nível de produto ou serviço (Ballou, 2004).

2.2.1. Análise ABC

A análise ABC é uma aplicação à gestão de *stocks* do princípio de Pareto, que tem como objetivo estabelecer políticas de inventário que foquem os recursos da empresa conforme o grau de importância dos vários artigos em *stock*. Os artigos com maior importância são aqueles com uma maior rotação e indispensáveis para a operação da empresa. E são estes artigos que geralmente carecem de um controlo de *stocks* mais exigente, de forma a não existirem ruturas de *stock*, e apresentam um grande valor de investimento (Heizer, Render & Munson, 2017).

De forma a diferenciar os vários artigos mantidos em *stock* e identificar a sua classificação consoante o seu grau de importância para a empresa, pode usar-se a análise ABC. É uma das

metodologias de classificação de *stocks* mais aplicada pelas organizações graças à sua fácil aplicação e eficiência. A classificação ABC convencional foi desenvolvida pela General Electric no século XX, durante a década de 50 (Yu, 2011).

A análise ABC, segundo Teunter, Babai e Syntetos (2010), é a classificação de um grupo de itens em função do volume anual de unidades monetárias, em ordem decrescente. A partir daí constrói-se uma matriz dividida em três classes diferentes, de acordo com o nível de significância do critério de classificação anteriormente referido, designadas por A, B e C. Heizer *et al.* (2017) caracterizam essas categorias da seguinte forma:

- Classe A: são críticos para as funções da organização, e por isso é necessário uma maior atenção e esforço na sua gestão, contudo são relativamente poucos em variedade. 15% dos itens constituem 75-80% do valor total anual de *stock*;
- Classe B: são moderadamente críticos e requerem um controle normal. 30% dos itens representam aproximadamente 15-20% do valor total anual de *stock*;
- Classe C: geralmente produtos de baixa rotatividade e menos críticos, implicam menor atenção e esforço na sua gestão, contudo existem em maior variedade. 55% dos itens constituem 5% do valor total anual de *stock*.

A curva de análise ABC deriva da matriz da sua classificação e relaciona o volume anual de vendas com a quantidade de itens que constituem o *stock*, tal como se pode verificar na Figura 1.

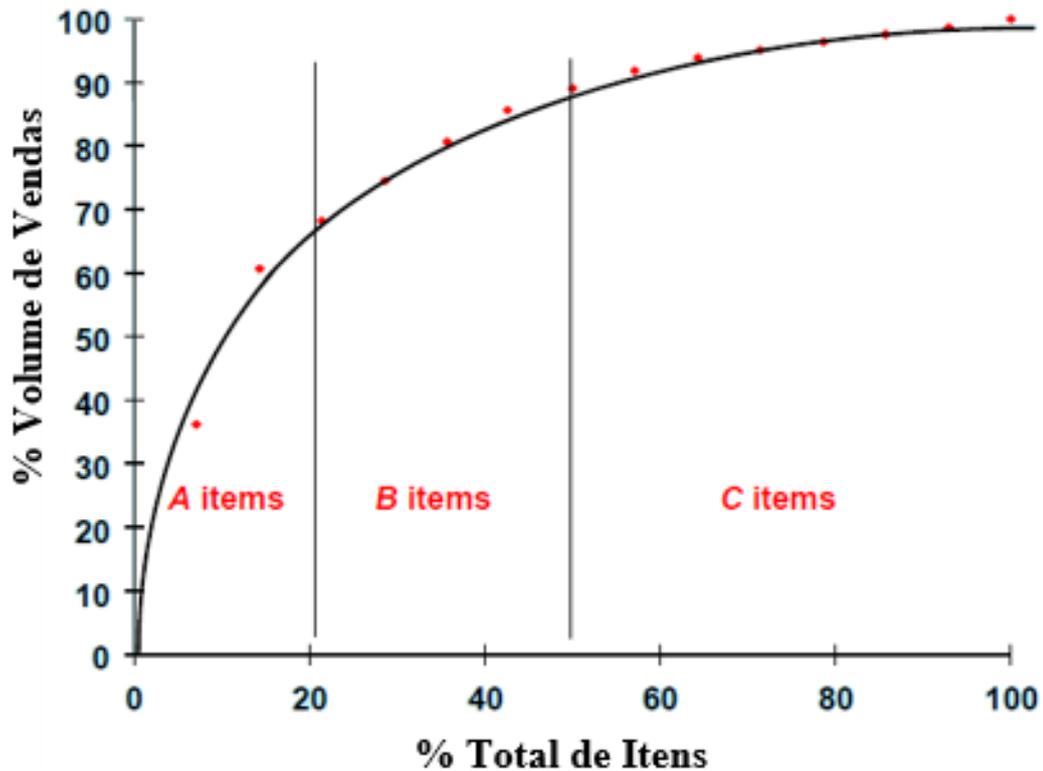


Figura 1 - Curva ABC

Fonte: Adaptado de Ballou (2004)

2.2.2. Classificação dos custos de stocks

Saber e classificar os custos relacionados com os *stocks* é fundamental para uma boa gestão dos mesmos e para determinar as políticas de inventário (Nemtajela & Mbohwa, 2017).

Ballou (2004) agrupou todos os custos em três categorias:

- Custos de efetivação de encomenda:
 - Preço, ou custo de fabrico do produto para vários tamanhos de encomenda;
 - Custo de preparação do processo de produção;
 - Custo de preparar a ordem de encomenda (departamento de contabilidade e de compras);
 - Custo de transmissão da ordem de encomenda (correio, telefone, meios eletrónicos);
 - Custo de transporte da encomenda quando os mesmos não estão incluídos no preço de aquisição;
 - Custo de manuseamento ou processamento da mercadoria ao receber na doca;

- Custos de posse de *stock*:
 - Custo do espaço cobrado pelo arrendamento do armazém em utilização, se for o caso. As taxas de armazenamento são tipicamente cobradas por peso durante um certo período. Se o espaço for privado, custos operacionais tais como ar-condicionado e luz, bem como custos fixos, tais como custos de construção e equipamento de armazenamento, numa base de volume armazenado;
 - Custo de capital, que é o custo do dinheiro ligado ao inventário. Este custo pode representar mais de 80 por cento do custo total do inventário, mas é o mais intangível e subjetivo de todos os elementos do custo de posse de *stock*. O custo exato do capital para fins de inventário tem sido debatido há já algum tempo. Muitas empresas utilizam o seu custo médio de capital, enquanto outras utilizam a taxa média de retorno exigida dos investimentos da empresa;
 - Custo do serviço de inventário relativo aos seguros e impostos que depende, de maneira geral, da quantidade de inventário disponível;
 - Custos de risco de inventário que diz respeito ao *stock* deteriorado, roubado, danificado ou obsoleto. Os custos associados a este *stock* podem ser estimados como a perda direta do valor do produto, como o custo de reprocessamento do produto, ou como o custo do seu fornecimento a partir de um outro fornecedor;
 - Normalmente, os custos vão desde o custo de capital de curto prazo até cerca de 40%/ano. A média é de cerca de 25%/ano do valor do item em *stock*.
- Custos de rutura de *stock*:
 - Custos das vendas perdidas, que diz respeito ao lucro perdido por não se satisfazer a encomenda do cliente e de futuros lucros perdidos por consequência do efeito negativo da rutura de *stock*;
 - Custos *backorder*, que são os custos de tratamento de ordens extra e os custos adicionais de transporte e processamento.

2.3. Natureza da procura

De maneira a saber qual o tipo de controlo de *stocks* que uma organização deve assumir, é necessário saber qual o tipo de procura que corresponde ao mercado onde se encontra. Segundo Ballou (2004), existem cinco tipos de procura:

- Procura perpétua – Nesta categorização os produtos têm um ciclo de vida longo, com uma vida de venda suficientemente elevada para ser considerada infinita relativamente a efeitos de planeamento. Não se verificam grandes variações de consumo ao longo do tempo;
- Procura sazonal – Trata-se de padrões de procura com picos em determinados períodos do ano. O Natal e o Verão são exemplos destes períodos e as árvores de Natal ou os gelados são exemplos de produtos com este tipo de procura;
- Procura errática – Este tipo de procura pode ser perpétua mas é caracterizada por períodos de procura escassa ou inexistente, seguidos por grandes picos repentinos. Esta procura distingue-se da sazonal por não ser tão previsível;
- Procura terminal – Caracteriza-se por ser uma procura com um período previsivelmente limitado, que normalmente corresponde a pouco mais de um ano;
- Procura derivada – Corresponde à procura de um produto que é determinada a partir da procura de outro produto do qual ela integra, como por exemplo, a procura de materiais de embalagem que depende da procura do produto a embalar.

2.4. Modelos de gestão de *stocks*

Existem vários modelos de gestão de *stocks*, que dependem do comportamento e da natureza da oferta e da procura. Assim é necessário conhecer e entender o comportamento destas duas variáveis, de maneira a se verificar, ou não, a existência de aleatoriedade das mesmas. Posto isto, podem-se verificar modelos estocásticos, em que a oferta e procura são aleatórias e incertas e modelos determinísticos, em que a oferta e procura são conhecidas e constantes (Carvalho, 2020).

2.4.1. Modelos determinísticos

Segundo Carvalho (2020), existem três tipos de modelos determinísticos. Existe o modelo da quantidade económica de encomenda (QEE) e o modelo da quantidade económica de encomenda com desconto de quantidade (QEE com desconto de quantidade), onde a reposição de *stock* é instantânea, e por último, existe o modelo da quantidade económica de encomenda sem reposição instantânea de *stock* (QEE sem reposição instantânea de *stock*), onde a entrega é feita de forma faseada.

2.4.1.1 Modelo QEE

O modelo da quantidade económica de encomenda (QEE) foi desenvolvido por Ford Harris, em 1913, com o objetivo de equilibrar os custos de efetivação de encomenda e os custos de posse de *stock* (Erlenkotter, 1990; Alfares & Turnadi, 2018). A fórmula é desenvolvida a partir do custo total e envolve custos de efetivação de encomenda e custos de posse de *stock*.

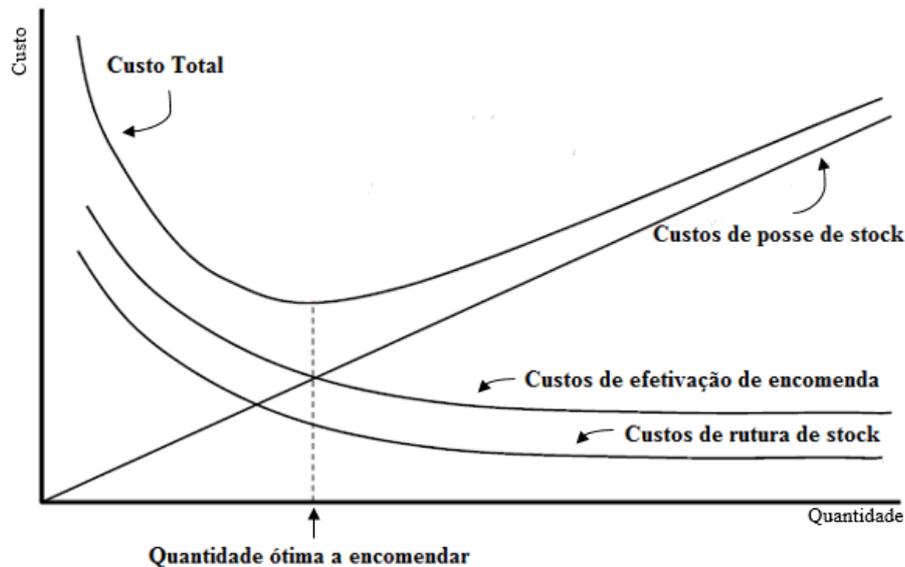


Figura 2 - Custo total de aprovisionamento por quantidade encomendada

Fonte: Adaptado de Ballou (2004)

O modelo QEE procura encontrar o momento ideal para se fazer uma encomenda e a respetiva quantidade ótima a encomendar (Figura 2). É um modelo relativamente simples de se implementar, baseado em certos pressupostos (Heizer *et al.*, 2017; Lopes, Pimentel, Pinto, Soares, & Nunes, 2020):

- A procura é conhecida, constante e independente;
- O *lead time* é conhecido e constante;
- A receção do *stock* é completa e instantânea no final do *lead time*;
- Os custos de compra não são variáveis relativamente à quantidade pedida, ou seja, não há descontos de quantidade;
- Os custos de efetivação da encomenda e os custos de posse de *stock* são constantes e incluem todos os custos relevantes;
- Não há ruturas de *stock*.

O modelo QEE tem como objetivo a minimização do custo total anual e é representado pela seguinte fórmula (Ballou, 2004):

- Custo Total (*Total cost*) = Custo de Efetivação de Encomenda (*Procurement cost*) + Custo de Posse de *Stock* (*Carrying cost*)
- $CT = \left(\frac{D}{Q}\right) * S + \frac{I * C * Q}{2}$

Onde,

- CT = custo total de inventário (€/ano)
- Q = quantidade de cada encomenda a repor (unidades)
- D = procura anual do item (unidade/ano)
- S = custo de efetivação de encomenda (€/unidade)
- C = valor do item em *stock* (€/unidade)
- I = taxa de posse de *stock* (%/ano)
- D/Q representa o número de vezes por ano que uma ordem de reposição é colocada.
- Q/2 é a quantidade média em inventário.

Sempre que Q varia, um custo sobe enquanto o outro desce. Assim, pode ser encontrada matematicamente uma quantidade económica de encomenda que resulta num custo total ótimo. A fórmula para esta QEE é:

- $QEE = \sqrt{\frac{2DS}{IC}}$

A periodicidade económica de encomenda (PEE), ou seja, o intervalo entre duas encomendas sucessivas é:

- $PEE = (T) * 365 = \left(\frac{QEE}{D}\right) * 365$

O número ideal de encomendas a fazer por ano é:

- $N = \frac{D}{QEE}$

2.4.1.2. Modelo QEE com desconto de quantidade

No modelo QEE com desconto de quantidade o custo unitário de aquisição varia conforme a quantidade encomendada, ao contrário do modelo QEE, originado pela existência do desconto

comercial, muito frequente nas negociações com fornecedores (Alfares & Ghaitan, 2016). A existência do desconto comercial tem como consequência a introdução do custo de aquisição anual ao conceito de custo total (Carvalho, 2020). Assim, o cálculo do custo total é constituído pelo custo de encomenda anual, o custo de posse de *stock* anual e, por fim, o custo de aquisição anual (Jackson & Munson, 2016). Segundo Carvalho (2020), o desconto comercial leva a que o efeito nestes custos sejam os seguintes:

- O custo de encomenda anual diminui, pois o desconto de quantidade leva a encomendas com maior quantidade e conseqüentemente a um número anual mais reduzido de encomendas ao fornecedor;

- O custo de posse de *stock* anual aumenta, visto que se encomenda uma maior quantidade de cada vez o que leva a um aumento da quantidade em *stock*;

- O custo de aquisição anual diminui, pois o custo unitário de aquisição diminui se a quantidade a encomendar anualmente for a mesma.

Para determinar a quantidade ótima de encomenda neste modelo tem de ser ter em conta as diversas tabelas de preços correspondentes à quantidade a encomendar, de maneira a identificar qual a quantidade, e correspondente preço unitário, que minimiza o custo total, representado pelo ponto mínimo na curva da função de cada custo total e calculado pela equação da QEE. Após obtidos os diferentes resultados pela aplicação da fórmula QEE, procede-se à análise dos mesmos de maneira a identificar o preço que minimiza o custo total e que corresponda a uma quantidade válida a ser encomendada (Costa, 2012).

2.4.1.3. Modelo QEE sem reposição instantânea de *stock*

Neste modelo, à semelhança dos anteriores, a procura é constante, sendo que a reposição do *stock* não é instantânea mas sim contínua, ao longo do período de abastecimento. Isto leva a que a entrada e saída de *stock* em armazém seja em simultâneo (Carvalho 2020).

À medida que se verifica a entrada de *stock* em armazém, a procura vai ocorrendo, fazendo com que o *stock* máximo armazenado nunca atinja a quantidade de encomenda. Assim, o *stock* máximo, e conseqüentemente o *stock* médio, depende sempre da relação entre a taxa de procura e a taxa de abastecimento, ou seja, tanto o *stock* máximo como o *stock* médio armazenado serão menores quanto maior for o rácio entre a taxa de procura e a taxa de abastecimento. E de maneira a que não se verifiquem ruturas de *stocks*, a taxa de abastecimento terá de ser sempre maior que a taxa de procura (Ballou, 2004).

Posto isto, o *stock* máximo em armazém é representado por:

- $Q \left(1 - \frac{d}{a}\right)$

Onde,

- d = taxa de procura
- a = taxa de abastecimento.

E o *stock* médio em armazém é:

- $\frac{Q}{2} \left(1 - \frac{d}{a}\right)$

Assim, para calcular a quantidade a encomendar que minimiza o custo total neste modelo, é necessário encontrar o ponto mínimo da seguinte equação:

- $CT = \left(\frac{D}{Q}\right) * S + \left(\frac{Q}{2}\right) * \left(1 - \frac{d}{a}\right) * I * C$

Ou seja, a quantidade económica de encomenda que resulta num custo total ótimo quando a reposição de *stock* não é instantânea pode ser encontrada matematicamente pela fórmula:

- $QEE = \sqrt{\left(\frac{2DS}{\left(1 - \frac{d}{a}\right) * IC}\right)}$

2. 5. Métodos de reaprovisionamento

O método do ponto de encomenda (ROP – *re-order point*) e o método da periodicidade fixa de encomenda (ROL – *re-order level*) são métodos de reaprovisionamento que, permitem identificar que quantidade deve ser encomendada e em que momento se deve efetuar uma nova encomenda respetivamente (Tabela I), de maneira a que o fornecimento dos produtos corresponda ao custo total mínimo (Reis, 2016).

Tabela I – Métodos de reaprovisionamento

Métodos de reaprovisionamento	Quanto encomendar	Quando encomendar
Ponto de encomenda (ROP)	constante (é igual ao lote económico)	variável
Periodicidade fixa de encomenda (ROL)	variável	constante (é igual ao período económico)

Fonte: Adaptado de Reis (2016)

O ROP consiste em fazer uma nova encomenda com uma quantidade fixa e correspondente ao lote económico, cada vez que o *stock* atinge um determinado nível, denominado por ponto de encomenda (Figura 3).

Tanto o lote económico como o nível de ponto de encomenda são possíveis calcular com o método da QEE. O ROP permite identificar a quantidade mínima de *stock* em que deve ser colocada uma nova encomenda. O período entre o momento em que é colocado o pedido ao fornecedor e em que a encomenda efetivamente chega às instalações do cliente tem o nome de *lead time*, e a procura que ocorre durante esse período tem de ser levada em conta. O autor aponta como desvantagens na utilização deste método, o tempo despendido na realização deste processo quando surgem importantes e frequentes variações de consumo, visto que nestes casos terá de se alterar constantemente o ponto de encomenda, e a impossibilidade de agrupamento de diferentes produtos na mesma encomenda (Reis, 2016).

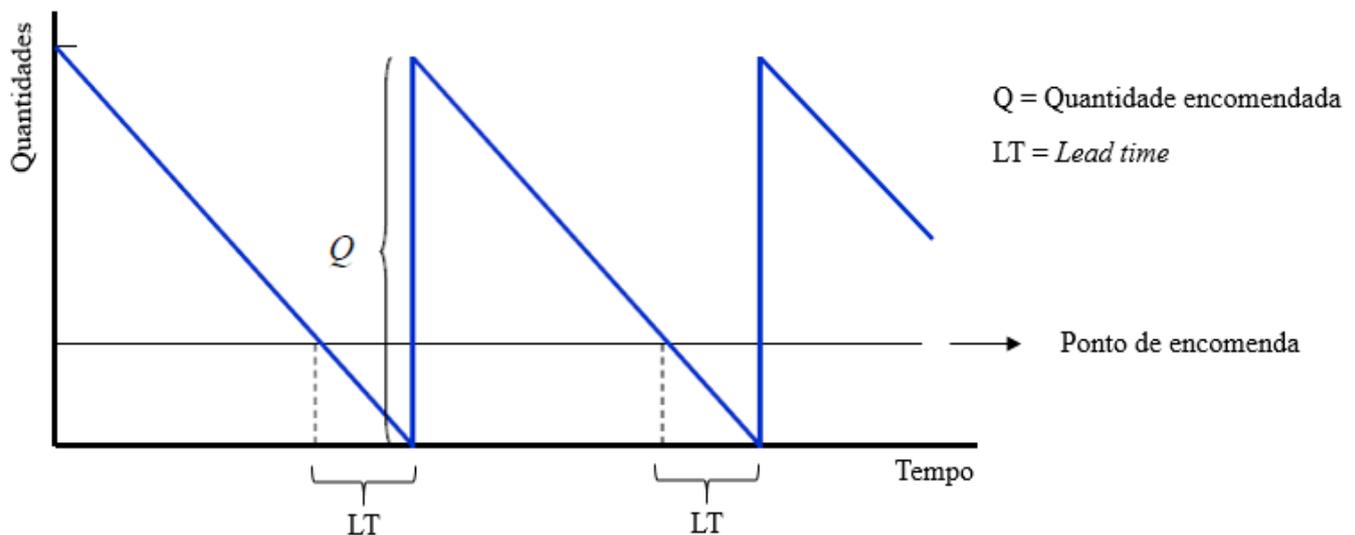


Figura 3 – Representação gráfica do ROP

Fonte: Elaboração própria

$$ROP = d * LT$$

Onde,

- d = taxa de procura
- LT = *lead time* ou tempo de entrega

O ROL consiste em colocar encomendas em intervalos de tempo constantes enquanto que as quantidades a encomendar variam, não sendo assim necessária a constante monitorização dos *stocks*. O autor indica como desvantagem na utilização deste método, o risco da ocorrência de ruturas de *stock*, visto que a organização fica vulnerável às variações da procura durante o período de aprovisionamento (Reis, 2016).

2.6. *Stock de segurança*

De maneira a fazer face às desvantagens da utilização dos métodos anteriormente apresentados, como as ruturas de *stock*, deve-se criar um *stock* de segurança.

O *stock* de segurança é definido como a quantidade de existências acrescentada ao sistema de maneira a prevenir uma variação imprevisível de consumo (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006).

O *stock* de segurança tem como função proteger a disponibilidade de *stock* contra uma procura com valores superiores ao esperado, visto que a procura e o tempo de entrega são determinados por previsões e as mesmas nunca são absolutamente precisas (Tersine, 1994).

O nível de *stock* de segurança permite assegurar aos clientes de uma organização o nível de serviço acordado em caso de rutura de *stocks*. Mas, apesar de um aumento dos níveis de *stocks* levar a um nível de serviço superior, tem também como consequência o aumento dos custos das operações da cadeia de abastecimento e, assim, estes níveis devem ser devidamente otimizados (Jung, Blau, Pekny, Reklaitis & Eversdyk, 2008).

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste Trabalho Final de Mestrado é a de estudo de caso exploratória, bibliográfica e documental.

O estudo de caso consiste num plano de investigação que envolve o estudo intensivo e detalhado de uma entidade bem definida (Coutinho, 2011), e é constituído por uma estratégia de pesquisa com o objetivo de analisar um fenómeno num contexto específico e real, e também, por envolver mais do que uma variável de interesse e fontes de dados (Yin, 2018).

A metodologia é exploratória quanto ao objetivo, uma vez que tem como intuito explicar relações de causa e efeito a partir de uma teoria relacionada com a gestão de *stocks*. Assim, é necessário compreender o modelo de gestão de *stocks* usado pela empresa e adaptar a natureza do problema ao contexto em que a mesma se encontra (Yin, 2018).

Bibliográfica porque foi necessário dar suporte teórico de conceitos relacionados com a gestão de *stocks*, natureza da procura e modelos de otimização de *stocks*, através da Revisão de Literatura, de forma a enquadrar e aplicar o projeto desenvolvido (Yin, 2018).

Documental porque o estudo é servido de dados quantitativos respeitantes ao período em questão e provenientes de documentação partilhada pela empresa, como por exemplo, os registos de vendas por produto, os registos de encomendas e os respetivos valores de compra e os custos associados (Yin, 2018).

3.1. Local da pesquisa de dados

A pesquisa foi feita na sede da filial portuguesa da empresa, durante 1 ano e 3 meses, onde foi possível observar diariamente o seu funcionamento e interagir com todos os intervenientes dos diferentes processos, conforme é recomendado por Yin (2018).

3.2 Procedimento de análise de dados

Como referem Dubé e Pare (2003), para uma correta análise dos dados é necessário definir as seguintes etapas: planeamento, recolha de dados e análise de dados.

No planeamento tenta compreender-se de que modo a pesquisa vai ser realizada, ou seja, como vai ser planeado o estudo na empresa em questão, e quais os produtos que vão ser analisados. A população da pesquisa é composta por 132 produtos que corresponde à totalidade das referências comercializadas no mercado doméstico. Optou-se por não incluir os produtos de exportação dado que os mesmos têm um processo e método de gestão de *stocks* ligeiramente

diferentes dos restantes e têm pouca relevância no panorama geral da empresa, relativamente aos custos, vendas e lucros.

A recolha de dados refere-se ao momento da recolha de informação necessária para a realização do estudo, que foi feita através de diferentes instrumentos, como foi o caso do diário, fontes documentais e entrevistas individuais.

O diário é um instrumento para registo dos processos e procedimentos de investigação que permitiu registar os dados, os sentimentos e as diferentes experiências da investigação resultantes da observação direta, ao longo do tempo.

Segundo Vásquez e Angulo (2003), o diário é a expressão diacrónica do percurso da investigação que mostra não apenas dados formais e precisos da realidade concreta, mas também preocupações, decisões, fracassos, sensações e apreciações da pessoa que investiga e do próprio processo de desenvolvimento. Recolhe também informação do próprio investigador/a e capta a investigação na própria situação.

As fontes documentais foram relatórios, registos e mapas de vendas internos que permitiram contextualizar o caso e validar informações recolhidas.

As entrevistas realizadas ao *operations manager*, *operations specialist*, *customer service specialist*, *finance manager* e supervisor da gestão de inventário do operador logístico foram semiestruturadas. Desta forma, elas foram informais, sem uma ordem pré-estabelecida na formulação das perguntas e realizadas no decurso do tempo. De notar também que não foram realizadas gravações de maneira a evitar constrangimentos por parte dos vários entrevistados (Yin, 2018).

A informalidade das entrevistas está associada com a expectativa de que é mais provável que os sujeitos entrevistados expressem os seus pontos de vista numa situação de entrevista desenhada de forma relativamente aberta do que numa entrevista estandardizada ou num questionário (Flick, 2004).

Na terceira e última etapa, é efetuada a análise dos dados onde se procura responder às questões de pesquisa apresentadas. Segundo Yin (2018), uma análise de dados correta consiste na examinação, categorização e classificação de forma a tornar credível o estudo em causa, que neste caso é a otimização da gestão de *stocks* da empresa.

3.3 Questões de pesquisa

Seguem as duas questões de pesquisa a serem respondidas neste estudo:

- A aplicação de um modelo académico de gestão de *stocks* diminui o custo total anual de *stocks*, quando comparado com o método utilizado atualmente pela empresa?
- Qual a quantidade de encomenda para cada referência e qual a periodicidade dessas encomendas, que minimiza o custo total anual de *stocks*?

As respostas a estas questões são apresentadas no capítulo seguinte, através da análise quantitativa dos dados recolhidos. Com este propósito pretende-se, em primeiro lugar, determinar quais os artigos que justificam uma otimização do seu processo de gestão, ou seja, aqueles que representam um valor financeiro acumulado de, pelo menos, 80% do valor total, fazendo uma análise ABC, e assim, identificar os artigos de classe A que serão o alvo da respetiva análise.

Posteriormente, aplica-se o modelo da QEE. Como resultados demonstram-se todos os procedimentos e cálculos envolvidos na aplicação dos modelos de gestão de *stocks* propostos, apresentando as respostas das questões de pesquisa.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O objetivo principal deste capítulo é quantificar os custos totais associados à gestão de *stocks* da empresa e os custos totais resultantes da aplicação do modelo QEE no ano em questão, e posteriormente confrontar os mesmos de maneira a se perceber o impacto do modelo académico de gestão de *stocks*.

Para a análise são considerados todos os custos associados à aquisição e armazenamento dos produtos em *stock* bem como a procura anual dos mesmos, de maneira a testar a fiabilidade e eficiência das teorias e concluir se têm, ou não, um impacto positivo na gestão de *stocks* da empresa.

Para atingir o objetivo do estudo é realizada uma análise ABC, são calculados os custos totais da empresa e é aplicado o modelo QEE.

4.1. Enquadramento ao caso em estudo

O departamento de logística da empresa é constituído por 6 elementos; o *operations manager*, dois *customer service specialists*, um *demand planner*, um *operations specialist* e um *operations trainee*, trabalhando em *back-office* e em constante contato com o operador logístico.

O processo de compras por parte da empresa conta essencialmente com três momentos chave. A primeira fase começa no *forecast* originado pelos vários *key account managers* (KAMs), que fornecem os dados de acordo com as suas expectativas. A segunda fase passa pelo *demand planner*, que primeiro faz uma análise e validação dos dados reportados pelos KAMs e depois faz o levantamento da posição e cobertura de *stocks* e as respetivas necessidades de compras. A última fase é uma validação a nível executivo, em que os respetivos membros têm uma visão mensal da posição de *stocks* e das necessidades de compras da empresa.

Depois de completado o processo de compras vem o processo logístico das mesmas. As ordens de compra são processadas em sistema pelo *demand planner* ou pelo *operations trainee* e é feito o respetivo *tracking* do transporte até à sua chegada ao armazém do operador logístico. Nesse momento é responsabilidade do operador logístico validar as quantidades efetivamente recebidas, e cabe ao departamento de logística da empresa fazer a receção em sistema. Posteriormente, o operador logístico inicia o processo de armazenagem do *stock* e faz a sua manutenção.

O sistema utilizado pela empresa é um ERP (*Enterprise Resource Planning*) clássico e que garante a integração de todas as atividades e transações nos vários módulos disponíveis. De notar que a empresa fez uma mudança de *software* para o atual em fevereiro de 2019, o que permitiu melhorias na realização de tarefas operacionais, uma maior facilidade de acesso aos dados e a utilização de Microsoft Power BI. No entanto tem como principal desvantagem a dificuldade de acesso ao histórico de dados. E é por esta razão que o presente estudo é suportado por dados de fevereiro de 2019 a janeiro de 2020, e não de janeiro de 2019 a dezembro de 2019 como inicialmente pretendido.

4.2. Análise ABC

É necessário identificar os produtos que representam o maior valor financeiro nos *stocks* da empresa classificando-os por ordem de importância, e para isso utiliza-se a análise ABC, conforme descrito pela literatura estudada anteriormente.

Assim sendo, elaborou-se a Tabela II com base no produto, na quantidade vendida entre fevereiro de 2019 e janeiro de 2020, no custo de aquisição, salientando que face à volatilidade dos preços ao longo do período em questão recorreu-se à média verificada dos mesmos, e no valor acumulado, de maneira a identificar a respetiva classe dos diferentes produtos em *stock*. Assim, identificou-se os produtos pertencentes à classe A – Muitos Importantes, B – Moderadamente Importantes e C – Pouco Importantes. De notar que o nome dos produtos, os custos unitários e totais foram ocultados por questões de confidencialidade.

Tabela II – Classificação ABC

Nº	Vendas (Fev19'- Jan20')	Valor (%)	Valor Acum. (%)	Produto Acum. (%)	Classe
22	1071589	20,81%	20,81%	0,76%	A
57	836173	13,67%	34,48%	1,52%	A
24	592005	10,65%	45,13%	2,27%	A
2	437150	7,04%	52,17%	3,03%	A
71	660919	5,14%	57,30%	3,79%	A
35	166942	5,06%	62,36%	4,55%	A
16	201189	4,86%	67,22%	5,30%	A
123	253058	3,53%	70,76%	6,06%	A
90	48578	3,04%	73,80%	6,82%	A
76	166818	2,74%	76,53%	7,58%	A
42	167353	2,71%	79,24%	8,33%	A
82	17568	1,76%	81,01%	9,09%	B
110	22425	1,73%	82,74%	9,85%	B
53	67335	1,56%	84,30%	10,61%	B
105	192788	1,48%	85,78%	11,36%	B

30	41050	1,33%	87,11%	12,12%	B
101	42696	0,89%	88,00%	12,88%	B
58	17734	0,82%	88,82%	13,64%	B
26	22265	0,80%	89,63%	14,39%	B
45	39846	0,77%	90,40%	15,15%	B
73	120059	0,75%	91,15%	15,91%	B
43	22772	0,73%	91,87%	16,67%	B
37	10089	0,60%	92,47%	17,42%	B
36	2917	0,44%	92,91%	18,18%	B
60	21141	0,39%	93,31%	18,94%	B
59	17172	0,38%	93,68%	19,70%	B
5	11556	0,36%	94,04%	20,45%	B
66	19305	0,29%	94,34%	21,21%	B
77	5256	0,28%	94,62%	21,97%	B
116	2167	0,28%	94,90%	22,73%	B
132	38638	0,26%	95,15%	23,48%	C
61	7588	0,24%	95,39%	24,24%	C
40	3158	0,22%	95,60%	25,00%	C
124	431	0,21%	95,82%	25,76%	C
78	4824	0,20%	96,02%	26,52%	C
103	9065	0,19%	96,21%	27,27%	C
127	2063	0,19%	96,39%	28,03%	C
23	6198	0,17%	96,57%	28,79%	C
128	1063	0,16%	96,73%	29,55%	C
38	253	0,14%	96,87%	30,30%	C
130	8998	0,14%	97,01%	31,06%	C
81	1375	0,14%	97,15%	31,82%	C
41	4376	0,13%	97,29%	32,58%	C
9	5212	0,13%	97,42%	33,33%	C
95	1614	0,13%	97,55%	34,09%	C
99	4499	0,12%	97,67%	34,85%	C
97	1334	0,11%	97,78%	35,61%	C
111	595	0,11%	97,89%	36,36%	C
54	433	0,10%	97,99%	37,12%	C
18	7011	0,09%	98,08%	37,88%	C
122	3386	0,09%	98,17%	38,64%	C
56	18156	0,09%	98,26%	39,39%	C
86	620	0,08%	98,34%	40,15%	C
67	6418	0,08%	98,42%	40,91%	C
102	3208	0,07%	98,49%	41,67%	C
4	4467	0,07%	98,56%	42,42%	C
126	5544	0,06%	98,63%	43,18%	C
48	38	0,06%	98,69%	43,94%	C
79	289	0,06%	98,75%	44,70%	C
100	1982	0,06%	98,80%	45,45%	C
121	2244	0,05%	98,86%	46,21%	C
74	4263	0,05%	98,91%	46,97%	C
12	639	0,05%	98,96%	47,73%	C

75	1099	0,05%	99,01%	48,48%	C
51	593	0,05%	99,06%	49,24%	C
106	2239	0,05%	99,10%	50,00%	C
131	582	0,04%	99,15%	50,76%	C
68	1824	0,04%	99,19%	51,52%	C
94	631	0,04%	99,23%	52,27%	C
19	6700	0,04%	99,27%	53,03%	C
34	13212	0,04%	99,30%	53,79%	C
89	50	0,03%	99,34%	54,55%	C
87	107	0,03%	99,37%	55,30%	C
72	11340	0,03%	99,40%	56,06%	C
119	867	0,03%	99,43%	56,82%	C
69	1424	0,03%	99,46%	57,58%	C
88	804	0,03%	99,48%	58,33%	C
84	290	0,03%	99,51%	59,09%	C
31	570	0,02%	99,53%	59,85%	C
3	16788	0,02%	99,55%	60,61%	C
91	25	0,02%	99,58%	61,36%	C
96	240	0,02%	99,60%	62,12%	C
33	468	0,02%	99,61%	62,88%	C
44	42	0,02%	99,63%	63,64%	C
21	2061	0,02%	99,65%	64,39%	C
11	1095	0,02%	99,67%	65,15%	C
32	402	0,02%	99,68%	65,91%	C
55	67	0,02%	99,70%	66,67%	C
7	138	0,01%	99,72%	67,42%	C
108	40	0,01%	99,73%	68,18%	C
107	85	0,01%	99,75%	68,94%	C
28	87	0,01%	99,76%	69,70%	C
39	36	0,01%	99,77%	70,45%	C
14	241	0,01%	99,79%	71,21%	C
118	368	0,01%	99,80%	71,97%	C
98	425	0,01%	99,81%	72,73%	C
125	613	0,01%	99,82%	73,48%	C
52	7716	0,01%	99,83%	74,24%	C
70	436	0,01%	99,84%	75,00%	C
104	186	0,01%	99,85%	75,76%	C
20	5520	0,01%	99,86%	76,52%	C
15	98	0,01%	99,87%	77,27%	C
85	5	0,01%	99,88%	78,03%	C
65	358	0,01%	99,89%	78,79%	C
25	5400	0,01%	99,90%	79,55%	C
113	18	0,01%	99,90%	80,30%	C
47	10	0,01%	99,91%	81,06%	C
46	36	0,01%	99,92%	81,82%	C
120	204	0,01%	99,93%	82,58%	C
117	24	0,01%	99,93%	83,33%	C
50	165	0,01%	99,94%	84,09%	C

49	159	0,01%	99,94%	84,85%	C
13	102	0,01%	99,95%	85,61%	C
10	258	0,01%	99,96%	86,36%	C
8	29	0,00%	99,96%	87,12%	C
92	14	0,00%	99,96%	87,88%	C
93	34	0,00%	99,97%	88,64%	C
1	90	0,00%	99,97%	89,39%	C
114	9	0,00%	99,97%	90,15%	C
62	109	0,00%	99,98%	90,91%	C
83	192	0,00%	99,98%	91,67%	C
129	1680	0,00%	99,98%	92,42%	C
64	96	0,00%	99,99%	93,18%	C
17	900	0,00%	99,99%	93,94%	C
80	17	0,00%	99,99%	94,70%	C
109	60	0,00%	99,99%	95,45%	C
63	76	0,00%	99,99%	96,21%	C
27	960	0,00%	100,00%	96,97%	C
6	38	0,00%	100,00%	97,73%	C
29	42	0,00%	100,00%	98,48%	C
115	1	0,00%	100,00%	99,24%	C
112	1	0,00%	100,00%	100,00%	C
Total	5548493	100,00%			

Fonte: Elaboração própria

Assim, estão identificados os produtos pelas diferentes classes. Os produtos que serão alvo de uma otimização e planeamento mais rigoroso neste estudo são os da classe A, por terem um maior impacto no desempenho financeiro e operacional da empresa e exigirem, assim, um controlo mais pormenorizado na gestão dos mesmo.

Os produtos da classe B têm uma importância intermédia para a empresa e os da classe C não são considerados relevantes numa ótica financeira, e em ambos os casos não serão considerados para qualquer observação ou otimização no presente estudo.

Na Tabela III são apresentados os valores percentuais dos produtos na análise ABC.

Tabela III – Valor percentual das classes na análise ABC

Classe	Nº Produtos	% Produtos	% Valor
A	11	8,33%	79,24%
B	19	14,40%	15,66%
C	102	77,27%	5,10%
Total	132	100%	100%

Fonte: Elaboração própria

Na Figura 4 é apresentada a curva da análise ABC, que representa graficamente as três classes, e os respetivos produtos, em termos de valor financeiro para a empresa.

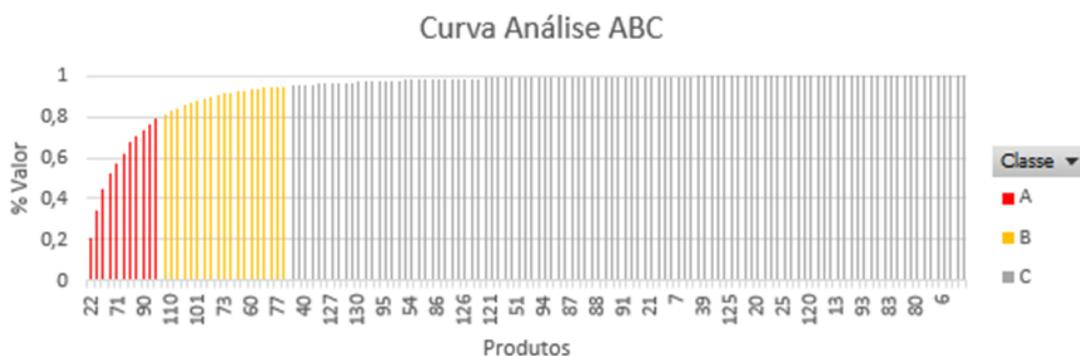


Figura 4 - Curva da análise ABC aplicada aos produtos da empresa

Fonte: Elaboração Própria

4.3. Custo total sem otimização de *stocks*

Antes de se passar para o cálculo da otimização de *stocks* com base nos métodos académicos estudados na revisão de literatura, vai-se calcular primeiro o custo total da gestão de *stocks* da empresa efetivamente verificado, no período em questão.

Para isso é preciso somar todos os custos totais de cada produto vendido pela empresa. A fórmula do custo total é dada por:

$$CT = \left(\frac{D}{Q}\right) * S + \frac{I * C * Q}{2}$$

Em que,

- CT: Custo anual relativo ao *stock* do produto (€ / ano)
- Q: Quantidade média encomendada do produto (unidades / encomenda)
- D: Procura anual do produto (unidades / ano)
- S: Custo de efetivação de encomenda (€ / encomenda)
- C: Custo de aquisição do produto em *stock* (€ / unidade)
- I: Custo de posse de *stock* como % do valor do item (% / ano)

A empresa forneceu os dados das encomendas feitas durante o período em estudo, relativamente aos produtos pertencentes à classe A, de maneira a se conseguir calcular a

quantidade utilizada, o número de encomendas feitas ao longo do tempo e a quantidade média por encomenda de cada produto, tal como se pode verificar na Tabela IV.

Tabela IV – Quantidades encomendadas entre fevereiro 2019 e janeiro 2020

Nº	Quantidade encomendada (fev2019 - jan2020)	Número encomendas	Quantidade média ajustada
22	1071589	67	15994
57	836173	51	16396
24	592005	45	13156
2	437150	24	18215
71	660919	53	12471
35	166942	28	5963
16	201189	17	11835
123	253058	16	15817
90	48578	9	5398
76	166818	14	11916
42	167353	15	11157
Total	4601774	339	138318

Fonte: Elaboração própria

Para preencher todas as incógnitas da fórmula do custo total falta saber o custo de efetivação de encomenda (S) e a taxa de posse de *stock* anual (I). Tendo em conta que para a empresa o processo de efetivação de encomendas e armazenamento de todos os produtos em estudo são similares, em termos contabilísticos os respetivos custos são tratados de igual forma. Posto isto, relativamente ao custo de efetivação de encomenda, tendo em conta o tempo despendido pelo departamento de logística, desde o planeamento e acompanhamento até à receção da mercadoria, e os custos de manuseamento e receção em armazém de aproximadamente 13000€ durante o período em questão, estima-se um custo de 267€ por encomenda.

De notar que em condições normais os custos de transporte são suportados pelos fornecedores, e apenas em condições extraordinárias se contabilizam os mesmos à parte (como por exemplo, a escolha de transporte terrestre invés do transporte marítimo por questões de urgência na chegada do produto), sendo que esses casos pontuais não foram incluídos nestes cálculos.

Quanto à taxa de posse de *stock* anual, não foi possível obter um valor estimado pois a empresa não conseguiu fornecer dados suficientes sobre os custos. Assim, tendo por base a literatura existente, assume-se uma média de 25% por ano do valor do produto em *stock*.

Relativamente ao produto número 22, o mais significante financeiramente para a empresa, substituindo as incógnitas da fórmula do custo total pelos valores efetivamente verificados entre fevereiro de 2019 e janeiro de 2020, tem-se:

D (procura anual do produto) = 1071589 unidades.

Q (quantidade média encomendada) = 15994 unidades.

S (custo de encomenda) = 267€

I (taxa de posse de *stock* anual) = 25%

C (preço de aquisição do produto) = 3,29€

CT = $(1071589/15994)*267€ + (0,25*3,29€*15994)/2 = 24472,58 €$

Assim, a empresa teve um custo total de 24472,58 € com a gestão de *stock* do produto número 22, durante o período em questão.

De seguida, na Tabela V pode verificar-se os custos totais de todos os produtos da classe A, aplicando a mesma fórmula, onde o somatório da última coluna no valor de 145768,85 € representa o custo total sem otimização de *stocks* para a empresa.

Tabela V - Custo total sem otimização de *stocks*

Nº	D	Q	S	I	CT
22	1071589	15994	267€	25%	24472,58€
57	836173	16396	267€	25%	19297,96€
24	592005	13156	267€	25%	17032,56€
2	437150	18215	267€	25%	12621,68€
71	660919	12471	267€	25%	16204,78€
35	166942	5963	267€	25%	11305,82€
16	201189	11835	267€	25%	10600,98€
123	253058	15817	267€	25%	8953,34€
90	48578	5398	267€	25%	9563,19€
76	166818	11916	267€	25%	7879,60€
42	167353	11157	267€	25%	7836,36€
Total	4601774	138318			145768,85€

Fonte: Elaboração própria

4.4. Custo total com otimização de *stocks*

Posteriormente, calcula-se o custo total usando o método da quantidade económica de encomenda de maneira a comparar os respetivos resultados de forma a apurar o eventual benefício de aplicar o modelo de otimização.

O cálculo da quantidade económica de encomenda para a qual os custos totais são mínimos, com base nos métodos académicos estudados na revisão de literatura, é dada pela seguinte equação:

$$QEE = \sqrt{2 * D * S * I * C}$$

Em que,

- QEE: Quantidade económica de encomenda para a qual os custos totais serão mínimos (unidades / encomenda)
- D: Procura anual do produto (unidades / ano)
- S: Custo de efetivação de encomenda (€ / encomenda)
- C: Custo de aquisição do produto em *stock* (€ / unidade)
- I: Custo de posse de *stock* como % do valor do item (% / ano)

Aplicando a fórmula ao produto número 22 tem-se:

$$QEE = \sqrt{2 * 1071589 * 267€ * 0,25 * 3,29€} = 26364,06 \text{ unidades}$$

Isto significa que, a quantidade ótima por cada encomenda feita relativamente ao produto 22 é de 26365 unidades, para a qual o custo de efetivação de encomenda e os custos de posse de *stock* são mínimos. De notar que, quando a quantidade económica de encomenda verifica casa decimais é necessário proceder a um ajuste para o número inteiro imediatamente acima, visto não ser possível encomendar unidades parciais.

De seguida pode verificar-se a Tabela VI, onde a fórmula é aplicada a todos os produtos em estudo, de maneira a se obter as quantidades económicas de encomenda dos mesmos.

Tabela VI – Quantidades económicas de encomenda

Nº	D	S	I	QEE	QEE Ajustada
22	1071589	267€	25%	26364,06	26365
57	836173	267€	25%	25383,26	25384
24	592005	267€	25%	20357,33	20358
2	437150	267€	25%	18497,19	18498
71	660919	267€	25%	32726,79	32727
35	166942	267€	25%	8329,63	8330
16	201189	267€	25%	10240,70	10241
123	253058	267€	25%	15108,86	15109
90	48578	267€	25%	3126,97	3127
76	166818	267€	25%	11320,13	11321

42	167353	267€	25%	11406,89	11407
Total	4601774			182861,82	182867

Fonte: Elaboração própria

Agora, já se tem condições para se calcular o número de encomendas necessárias por ano para satisfazer a procura anual e o período entre cada ordem de encomenda. Para tal, usam-se as seguintes fórmulas:

- $N = \frac{D}{QEE}$
- $T = \frac{QEE}{D} * 365$

Onde,

- N: Número de encomendas necessárias para satisfazer a procura (unidades / ano)
- D: Procura anual do produto (unidades / ano)
- QEE: Quantidade económica de encomenda para a qual os custos totais serão mínimos (unidades / encomenda)
- T: Período entre cada ordem de encomenda (dias)

Para se identificar o nível mínimo de *stocks* para o qual se deve efetivar uma nova ordem de encomenda é utilizado o modelo de *Re-order Point* (ROP). Para isso é preciso ter em conta o *lead time* (LT) dos diferentes produtos, isto é, planear as ordens de encomenda tendo em conta o prazo de reaprovisionamento entre o pedido e a sua chegada, de forma a não existirem ruturas de *stock*. O LT dos produtos em estudo pode variar entre 1 a 4 semanas, dependendo do meio de transporte usado para o transporte da mercadoria (terrestre ou marítimo) e da proximidade geográfica do fornecedor a Portugal (Ver Tabela VII).

Tabela VII – *Lead time*

País	Transporte	LT (semanas)
Escócia	Marítimo	2
França	Terrestre	1
Espanha	Terrestre	1
Irlanda	Marítimo	2
Suécia	Marítimo	4

Fonte: Elaboração própria

Assim, tem-se as seguintes fórmulas:

- $ROP = d * LT$

$$\bullet \quad d = \frac{D}{52}$$

Em que,

- ROP: *Re-order point* ou ponto de encomenda (unidades)
- LT: *Lead time* ou prazo de reaprovisionamento (semanas)
- d: Taxa de procura (unidades / semana)

O cálculo do custo total com otimização de *stocks*, para cada produto, é realizado através da seguinte fórmula:

$$\bullet \quad CT = \left(\frac{D}{QEE} \right) * S + \frac{I * C * QEE}{2}$$

Onde todas as incógnitas já se encontram devidamente identificadas.

Posto isto, voltando ao produto número 22 tem-se:

$$N = 1071589/26365 = 40,64 \rightarrow 41 \text{ encomendas/ano}$$

$$T = 26365/1071589*365 = 8,98 \text{ dias} \rightarrow 8 \text{ dias}$$

$$d = 1071589/52 = 20607,48 \text{ unidades} \rightarrow 20608 \text{ unidades}$$

$$ROP = 20608*2 = 41216 \text{ unidades}$$

$$CT = (1071589/26365)*267€ + (0,25*3,29€*26365)/2 = 21704,87€$$

Então pode-se concluir que, sempre que o nível de *stock* do produto número 22 atingir as 41216 unidades (ROP) será colocada uma nova ordem de encomenda de 26365 unidades (QEE), fazendo um total de 41 encomendas por ano (N), com um intervalo de 8 dias entre cada uma (T), perfazendo assim um custo total anual de *stock* de 21704,87€ (CT).

De notar que, relativamente ao ponto de encomenda (ROP), e ao número de encomendas a fazer por ano (N) procedeu-se ao arredondamento para o número inteiro superior mais próximo. Relativamente ao número de dias de intervalo entre encomendas (T), procedeu-se ao arredondamento para o número inteiro inferior mais próximo. Mas tendo em conta que se está a trabalhar com estimativas de uma procura anual, estes pequenos arredondamentos não serão relevantes.

Segue a Tabela VIII com os valores de todos os produtos, relativos ao cálculo do custo total com otimização de *stocks*.

Tabela VIII - Custo total com otimização de *Stocks*

Nº	D	S	I	QEE Ajustada	N	T	LT	ROP	CT
22	1071589	267€	25%	26365	41	8	2	41216	21704,87€
57	836173	267€	25%	25384	33	11	2	32162	17590,98€
24	592005	267€	25%	20358	30	12	2	22770	15529,09€
2	437150	267€	25%	18498	24	15	4	33628	12620,19€
71	660919	267€	25%	32727	21	18	1	12710	10784,15€
35	166942	267€	25%	8330	21	18	2	6422	10702,40€
16	201189	267€	25%	10241	20	18	2	7740	10490,97€
123	253058	267€	25%	15109	17	21	1	4867	8943,95€
90	48578	267€	25%	3127	16	23	1	935	8295,78€
76	166818	267€	25%	11321	15	24	1	3209	7869,24€
42	167353	267€	25%	11407	15	24	1	3219	7834,43€
Total	4601774			182867					132366,06

Fonte: Elaboração própria

Por fim, já se tem a informação necessária para se comparar o custo total sem otimização de *stocks* e o custo total com otimização de *stocks*, como se pode verificar na Tabela IX.

Tabela IX – Resumo custos totais

Nº	D	QEE Ajustada	Nº Encomendas por Ano	Dias entre encomendas	ROP	CT Otimizado	CT Fev19'- Jan20'
22	1071589	26365	41	8	41216	21704,87€	24472,58€
57	836173	25384	33	11	32162	17590,98€	19297,96€
24	592005	20358	30	12	22770	15529,09€	17032,56€
2	437150	18498	24	15	33628	12620,19€	12621,68€
71	660919	32727	21	18	12710	10784,15€	16204,78€
35	166942	8330	21	18	6422	10702,40€	11305,82€
16	201189	10241	20	18	7740	10490,97€	10600,98€
123	253058	15109	17	21	4867	8943,95€	8953,34€
90	48578	3127	16	23	935	8295,78€	9563,19€
76	166818	11321	15	24	3209	7869,24€	7879,60€
42	167353	11407	15	24	3219	7834,43€	7836,36€
Total	4601774	182867				132366,06€	145768,85€
					Diferença	-13402,79€	
					Varição	-9,19%	

Fonte: Elaboração própria

Sem a otimização de *stocks*, a empresa tem um custo total anual de 145768,85€ enquanto que, com o modelo académico da quantidade económica de encomenda, a empresa poderia ter registado no mesmo período um custo total anual de 132366,06€. Verifica-se assim uma diferença de 13402,79€, que se traduz numa eventual poupança ligeiramente superior a 9% (9,19%) na gestão dos *stocks* da empresa (ver Tabela IX).

Esta diferença na eficiência da gestão dos *stocks* verifica-se principalmente por duas razões. Em primeiro lugar pela redução no número total de encomendas e respetiva redução dos custos de efetivação de encomenda.

Em segundo, pelo aumento da quantidade verificada em cada encomenda, à exceção dos produtos número 16, 123, 90 e 76, que apesar de levar a um aumento dos custos de posse de *stock*, os mesmos têm um peso menor que os custos de efetivação de encomenda.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

Nesta última secção é apresentada a conclusão do presente trabalho, as principais dificuldades encontradas ao longo do seu desenvolvimento, algumas recomendações para a empresa XPTO e sugestões para futuros estudos.

Com a realização deste trabalho foi possível identificar quais os artigos que representam o maior valor financeiro para a empresa e, assim, os artigos indispensáveis para bons níveis de serviço. São estes os artigos responsáveis pela grande parte dos encargos financeiros incorridos pela empresa no que diz respeito aos custos de encomendas e de posse de *stocks*, tornando-os assim nos alvos que, com uma gestão mais otimizada a nível de eficiência e de custos, refletem uma maior poupança anual.

Recordando as duas questões de pesquisa:

- A aplicação de um modelo académico de gestão de *stocks* diminui o custo total anual de *stocks*, quando comparado com o método utilizado atualmente pela empresa?
- Qual a quantidade de encomenda para cada referência e qual a periodicidade dessas encomendas, que minimiza o custo total anual de *stocks*?

Relativamente à primeira pergunta, pode-se afirmar que a aplicação de um modelo de gestão de *stocks* traduz-se num menor custo total anual de *stocks* quando comparado com o método utilizado pela empresa, durante o mesmo período e com o mesmo volume de vendas. Pode-se observar na Tabela IX que com a aplicação do modelo QEE seria possível diminuir os custos totais anuais, entre fevereiro 19^o e janeiro 20^o, em 9,19%, o que representa uma poupança de 13402,79 euros, ou seja mais de 1000,00€ por mês.

Em relação à segunda pergunta, encontram-se as respostas para cada referência também na Tabela IX, na coluna “QEE Ajustada”. Por exemplo, para o artigo n^o 22 a quantidade por cada encomenda deve ser de 26365 unidades, sendo essas encomendas feitas de 8 em 8 dias, de maneira a minimizar o seu custo total anual de *stock*.

Pode-se concluir então que, numa perspetiva teórica, a aplicação do modelo de otimização de *stocks* pode beneficiar a empresa XPTO tanto ao nível dos custos totais de *stocks* como na identificação das referências críticas para as funções da organização, e por isso necessárias a

uma maior atenção na gestão e análise. De notar que, o modelo ao ser aplicado à totalidade dos artigos deverá verificar uma poupança anual superior.

5.2. *Limitações do estudo*

A primeira e principal limitação deste estudo foi a situação pandémica derivada da propagação global da Covid-19, que dificultou a recolha de dados e atrasou o desenvolvimento do trabalho. Outra limitação encontrada foi a falta de dados para a contabilização dos efetivos custos de posse de *stocks* da empresa XPTO, sendo que se teve de assumir uma média de 25% por ano do valor do produto em *stock*, tendo por base a literatura existente. Isto quer dizer que, devido à enorme importância destes custos para o apuramento dos custos totais anuais de *stocks*, esta assunção poderá levar a um desfasamento com a realidade. Por último, neste estudo teve de se ultrapassar a limitação da confidencialidade de dados e de informação por parte da empresa.

5.3. *Recomendações e sugestões*

Tendo por base este estudo, recomenda-se à empresa XPTO a aplicação dos modelos académicos aqui trabalhos, como é o caso do modelo QEE, com o propósito de melhoria na sua gestão de *stocks*.

Como sugestões de pesquisas futuras, em primeiro lugar, tendo em conta que o ano de 2019 não teve o impacte da pandemia, este fator deverá ser levado em conta em projeções para os anos seguintes. Seria também interessante estudar o impacte de outros modelos académicos nos custos totais anuais da empresa, como é o caso do modelo QEE com desconto de quantidade e o método de reaprovisionamento ROL, de maneira a analisar as possíveis vantagens, ou não, daí provenientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfares H. K., & Turnadi R. (2018). Lot sizing and supplier selection with multiple items, multiple periods, quantity discounts, and backordering. *Computers & Industrial Engineering*, 116, 59-71.

Alfares, H. K., & Ghaithan, A. M. (2016). Inventory and pricing model with price dependent demand, time-varying holding cost, and quantity discounts. *Computers & Industrial Engineering*, 94, 170-177.

Bajegani, H. Z., & Gholamian, M. R. (2020). Optimal Inventory Control of Obsolete Products with Price-Dependent Demand. *Journal of Engineering Research*, 8(4), 169-184.

Ballou, R. H. (2004). *Business logistics: supply chain management* (5th ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson International Edition.

Barroso, J. (2012). *Gestão de Materiais numa empresa da área de reabilitação energética de edifícios Opaline S.A.* Trabalho Final de Mestrado para obtenção do Grau de Mestre (não publicado), Universidade do Minho, Braga.

Bassin, W. M. (1990). A technique for applying EOQ Models to retail cycle stock inventories. *Journal of Small Business Management*, 28(1), 48-55.

Benchkovsky, N. (1964). A decision model for inventory management. *The Journal of Finance*, 19(4), 689-690.

Carvalho, J. C. (2020). *Logística e Gestão de Cadeia de Abastecimento* (3^a ed.). Lisboa: Edições Sílabo.

Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2006). *Operations management for competitive advantage with global cases* (11th ed.). New York: McGraw-Hill International Edition.

Christopher, M. (2011). *Logistics and Supply Chain Management: Creating Value Adding Networks* (4th ed.). Harlow: Pearson Education Limited.

Civelek, I. (2016). Sustainability in inventory management. In M. A. Rahim (Ed.), *Intelligence, Sustainability, and Strategic Issues in Management: Current Topics in Management Current topics in Management*, (pp. 43-56). New York: Routledge.

Costa, V. L. F. (2012). *Otimização de Stocks na Maxmat*. Relatório de Estágio para obtenção do grau de Mestre (não publicado), Mestrado em Análise de Dados e Sistemas de Apoio à Decisão, Faculdade de Economia da Universidade do Porto, Porto.

Coutinho, C. P. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. Coimbra: Almedina.

Dubé, L., & Paré, G. (2003). Rigor in information systems positivist case research: current practices, trends, and recommendations. *MIS Quarterly*, 27(4), 597-635.

Erlenkotter, D. (1990). Ford Whitman Harris and the Economic Order Quantity Model. *Operations Research*, 38(6), 937-946.

Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations management - Sustainability and Supply Chain Management* (12th ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson International Edition.

Jackson, J. E., & Munson, C. L. (2016). Shared resource capacity expansion decisions for multiple products with quantity discounts. *European Journal of Operational Research*, 253(3), 602–613.

Jung, J. Y., Blau, G., Pekny, J. F., Reklaitis, G. V., & Eversdyk, D. (2008). Integrated safety stock management for multi-stage supply chains under production capacity constraints. *Computers & Chemical Engineering*, 32(11), 2570-2581.

Lopes, J. D., Pimentel, B. M., Pinto, J. G., Soares, J. M., & Nunes, S. (2020). *Gestão da Produção e Operações – Teoria e casos práticos resolvidos*. Forte da Casa: Escolar Editora.

Monczka, R., Handfield, R., Giunipero, L., & Patterson, J., (2020). *Purchasing and Supply Chain Management* (7^a ed.). Hampshire: South-Western Cengage Learning.

Nemtajela, N., & Mbohwa, C. (2017). Relationship between inventory management and uncertain demand for fast moving consumer goods organizations. *Procedia Manufacturing*, 8, 699–706.

Reis, L. (2016). *Manual da Gestão de Stocks: Teoria e Prática* (5^a ed.). Lisboa: Editorial Presença.

Seco, A., & Vieira, C. (2014). A multi-agent supply chain simulation analysis through a statistical mixed model. *Procedia Technology*, 16(1), 163-171.

Soares, J. M., & Mendes, F. (2017). Analysis and Improvement of the Management of Stocks in 'Vasco da Gama' Frigates - A Practical Study. In *The European Conference on Sustainability, Energy & the Environment 2017: "East Meets West: Innovation and*

Discovery”, *Official Conference Proceedings* (pp. 165-184). Nagoya, Japan: The International Academic Forum (IAFOR).

Soares, J. M., Mendes, F., & Santos, R. (2019). The Quality in the Separation of Rigid Packaging of High-density Polyethylene –Application to a Real Case in Portugal. In *The European Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2019: “Independence & Interdependence”*, *Official Conference Proceedings* (pp. 15-28). Nagoya, Japan: The International Academic Forum (IAFOR). ISSN: 2188-1146

Tersine, R. J. (1994). *Principles of inventory and materials management* (2nd ed.). New York: North Holland.

Teunter, R. H., Babai, M. Z., & Syntetos, A. A. (2010). ABC classification: service levels and inventory costs. *Production and Operations Management*, 19(3), 343-352.

Vásquez, R. R., & Angulo, R. F. (2003). *Introducción a los estudios de casos. Los primeros contactos con la investigación etnográfica*. Málaga: Ediciones Aljibe.

Yin, R. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). Thousand Oaks: Sage Publications.

Yu, M.-C. (2011). Multi-criteria ABC analysis using artificial-intelligence-based classification techniques. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 3416–3421.

Zermati, P., & Mocellin, F. (2006). *Pratique de la Gestion des Stocks* (7^a ed.). Malakoff: Dunod Editeur.

Zermati, P. (2000). *A gestão de stocks*. Lisboa: Editorial Presença.

