

## **MESTRADO**

# **MÉTODOS QUANTITATIVOS PARA A DECISÃO ECONÓMICA E EMPRESARIAL**

## **TRABALHO FINAL DE MESTRADO**

### **RELATÓRIO DE ESTÁGIO**

**ESPAÇO DE ARMAZENAGEM E POLÍTICA DE STOCKS EM PONTOS DE  
VENDA – CASO DA SCIENCE4YOU**

**JOANA FERNANDES FIGUEIRA**

**OUTUBRO - 2019**

**MESTRADO**  
**MÉTODOS QUANTITATIVOS PARA A DECISÃO ECONÓMICA  
E EMPRESARIAL**

**TRABALHO FINAL DE MESTRADO**  
**RELATÓRIO DE ESTÁGIO**

**ESPAÇO DE ARMAZENAGEM E POLÍTICA DE STOCKS EM PONTOS DE  
VENDA – CASO DA SCIENCE4YOU**

**JOANA FERNANDES FIGUEIRA**

**ORIENTAÇÃO:**

**PROFESSORA DOUTORA MARIA CÂNDIDA VERGUEIRO MONTEIRO CIDADE MOURÃO**  
**DOUTOR PEDRO MANUEL VICENTE COELHO**

**OUTUBRO - 2019**

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostava de agradecer aos meus pais e ao meu irmão pelo suporte e incentivo que me deram ao longo do meu percurso académico. Queria agradecer, em especial, à minha mãe pelo seu apoio incondicional, pela sua paciência, por ter estado ao meu lado em todas as fases da minha vida e por nunca me deixar desistir dos meus sonhos.

Agradecer à minha orientadora, a professora Cândida Mourão pelo acompanhamento em todas as etapas de realização deste trabalho. O seu apoio, disponibilidade, ajuda e a sua capacidade de descomplicar aquilo que inicialmente parecia um problema tornou este projeto bastante prazeroso.

Gostava de agradecer ao ISEG e mais especificamente ao mestrado de Métodos Quantitativos para a Decisão Económica e Empresarial, às suas coordenadoras e a todos os professoras pelos conhecimentos que me transmitiram no decorrer do curso.

Quero ainda deixar o meu obrigada à Science4you pela oportunidade de desenvolver, nesta empresa, o meu trabalho final de mestrado e, em especial, ao Dr. Pedro Coelho, ao Dr. Ricardo Brito, ao Dr. João Norte e à Dra. Marília Faria pela sua disponibilidade e partilha de informação e conhecimento fundamentais à conclusão deste trabalho.

Por fim, quero agradecer à minha restante família, a todos os meus amigos, em especial à Rita Serra e aos meus amigos e colegas de mestrado, em especial, à Joana Freitas, à Margarida Marques, à Joana Alexandre e à Catarina Loureiro que partilharam esta aventura comigo.

## RESUMO

O presente trabalho, realizado em parceria com a empresa Science4you S.A, tem como principal objetivo o estudo do espaço de armazenagem e da política de stocks em alguns dos seus pontos de venda.

Atualmente, a empresa possui dezoito pontos de venda espalhados por todo o país. Alguns destes incorporam um pequeno armazém para acomodar os produtos antes de serem colocados em loja, enquanto outros têm apenas alguns compartimentos disponíveis no próprio espaço de venda, ou seja, dispõem de uma área reduzida para guardar os artigos. Assim, foi identificada pela empresa a necessidade de determinar a quantidade ótima de cada produto a enviar para as lojas, tendo em conta quer a procura dos diferentes artigos quer a capacidade de armazenagem. De forma a ajudar a empresa a dar resposta ao problema identificado é proposto e testado um modelo de stocks. Para o teste ao modelo foi selecionado o ponto de venda da Science4you no Centro Comercial Vasco da Gama e os 21 produtos mais vendidos (*top21*) neste local.

O modelo proposto foi implementado em VBA. O programa permite ao utilizador o cálculo automático das quantidades ótimas de encomenda de cada produto numa base anual ou mensal consoante a informação desejada. É ainda permitido ao utilizador a introdução de mais produtos, a alteração do espaço de armazenagem existente, ou dos custos inerentes à gestão de stocks para que os resultados reflitam as alterações efetuadas pela empresa. É disponibilizado um manual de utilização do software desenvolvido.

**Palavras-Chaves:** Gestão de stocks; Quantidade ótima de encomenda; Restrição de armazenamento; VBA.

## ABSTRACT

The main goal of the present work, made in partnership with the company Science4you S.A., is the study of the storage space and stock policy in some sale points.

Currently, the company owns eighteen sale points spread around the country. Some of them have a small warehouse to store the products, while waiting for sending to the store, while others only have a limited number of compartments to keep the products (i.e. the storage space is reduced). Therefore, the company identified the need to determine the optimal quantity of each product that should be sent to each store, based on both the demand and the storage space. A model is proposed and tested in a selected sales point. The one chosen was the Science4you sales point in *Centro Comercial Vasco da Gama*. Moreover, the 21 best sellers (*top21*) were picked to validate the model.

The proposed model was implemented in VBA. The program allows the user to calculate automatically the optimal amount of each product per order, annually or monthly. The user can also change the number of products, storage space and the management costs to match the changes made by the company. A users' guide of the developed software is provided.

**Keywords:** Stock management, Optimal order quantity; Storage restriction; VBA

## ÍNDICE

Agradecimentos .....	i
Resumo .....	ii
Abstract.....	iii
Índice .....	iv
Lista de Figuras .....	v
Lista de Tabelas .....	v
Lista de Gráficos.....	v
Lista de Imagens .....	vi
Lista de Siglas.....	vii
1. Introdução .....	1
2. Science4you.....	2
3. Descrição do problema .....	5
4. Enquadramento e Revisão da Literatura.....	6
4.1 Definição de Stock.....	6
4.2 Gestão de Stocks.....	7
Modelo de Wilson ou da Quantidade Económica de Encomenda.....	9
4.3 Previsão da procura .....	13
5. Metodologia.....	15
Modelo de multiproducto com restrição de capacidade.....	15
6. Apresentação e análise dos resultados .....	18
6.1 Dados do problema.....	18
6.2 Resultados obtidos – VBA.....	24
7. Conclusão e Trabalhos Futuros .....	28
Bibliografia.....	31
Anexos .....	33
Anexo A – Dados utilizados .....	33
Anexo A.1- Inputs .....	33
Anexo A.2 – Resultados obtidos .....	35
Anexo B – Manual de instruções do software – Gestão de Stocks .....	I

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ponto de venda da Science4you no Centro Comercial Vasco da Gama (Fonte: Science4you).....	5
Figura 2 – QEE (Fonte: Pinto, 2006).....	12
Figura 3 – Protótipo de um compartimento para armazenamento.....	20

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custo de efetivação de encomenda.....	19
Tabela 2 – Correspondência entre o tipo de caixa e as suas medidas .....	21
Tabela 3 – Quantidade de cada artigo que é possível arrumar num compartimento	22
Tabela 4 – Proporção de espaço ocupado por cada artigo.....	23
Tabela 5 – Preço de cada artigo em estudo .....	33
Tabela 6 – Procura mensal e total dos 15 produtos em estudo.....	34
Tabela 7 – Output obtido para dados anuais.....	35

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Ciclo dos produtos e respetivos pontos de lançamento de encomenda .	27
---	----

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Menu inicial do programa .....	III
Imagem 2 – Dados a preencher na folha “Input” .....	IV
Imagem 3 – Botões para alteração de dados inseridos inicialmente .....	V
Imagem 4 – Botão para introduzir dados de uma loja diferente.....	VI
Imagem 5 – Mensagem de confirmação para reiniciar programa .....	VI
Imagem 6 – Folha Input sem dados.....	VI
Imagem 7 – Botão para executar programa.....	VII
Imagem 8 – Escolha da unidade temporal desejada .....	VII
Imagem 9 – Escolha do mês pretendido para análise .....	VII
Imagem 10 – Resultados anuais obtidos.....	VIII
Imagem 11 – Resultados obtidos para janeiro.....	IX
Imagem 12 – Resultados obtidos para maio.....	IX
Imagem 13 – Resultados obtidos para setembro .....	X
Imagem 14 – Resultados obtidos para dezembro .....	X

## LISTA DE SIGLAS

CCVG – Centro Comercial Vasco da Gama

CEO – *Chief Executive Officer*

IPO – *Initial Public Offer*

IVA – Imposto de valor acrescentado

MARL – Mercado Abastecedor da Região de Lisboa

P.E. – modelo de Ponto de Encomenda

PVP – Preço de Venda ao Público

QEE – Quantidade Económica de Encomenda.

u.m. – unidades monetárias

u.t. – unidade de tempo

v.a. – variável aleatória

VBA – *Visual Basic for Applications*

## 1. INTRODUÇÃO

A Science4you S.A. é uma empresa que se dedica ao desenvolvimento, produção e comercialização de brinquedos e jogos científicos. Para a comercialização própria dos seus produtos a empresa tem vários pontos de venda espalhados por todo o país, a que se junta uma loja *online*. Neste mercado, cada vez mais competitivo, e onde é essencial fazer uma gestão otimizada dos recursos, no que diz respeito às lojas físicas, foi identificada a necessidade de realizar uma gestão de stocks mais eficiente. Isto deve-se ao facto de a empresa possuir uma gama de produtos assaz diversificada e de a maioria das suas lojas ter um espaço de armazenamento muito limitado. Logo, as quantidades a encomendar de cada artigo devem ser criteriosamente calculadas.

O objetivo deste estágio e subsequente relatório final de mestrado é a apresentação de um modelo matemático que permita à empresa determinar as quantidades ótimas a encomendar tendo em conta o espaço de stock limitado. Junta-se, assim, o conhecimento adquirido ao longo da pesquisa bibliográfica sobre vários modelos de stocks existentes e as suas principais características com os conhecimentos consolidados no decorrer do mestrado em Métodos Quantitativos para a Decisão Económica e Empresarial. Este projeto inclui também o desenvolvimento em VBA, no Microsoft Office Excel, de um programa que efetua todos estes cálculos de forma automática.

O presente trabalho é composto por seis capítulos, iniciado pela introdução. No segundo capítulo é apresentada a empresa, a sua história, objetivos e proposta de valor. No terceiro capítulo é descrito o problema sobre o qual se prende este trabalho e os objetivos do estudo. Segue-se, no quarto capítulo, uma revisão da literatura sobre os modelos de gestão de stocks existentes e sobre alguns métodos de previsão de procura. O quinto capítulo detalha a metodologia selecionada para a realização deste estudo e no sexto capítulo são apresentados os dados considerados para a implementação do modelo proposto, os pressupostos assumidos e os resultados obtidos. Por último, constam as conclusões obtidas, as limitações e melhoramentos que se podem efetuar com vista ao contínuo aperfeiçoamento do estudo.

## 2. SCIENCE4YOU

A Science4you, sendo uma empresa de desenvolvimento, produção e comercialização de jogos científicos e didáticos, apresenta na sua página os pontos seguintes:

Missão – “Melhorar os níveis de educação na sociedade através do desenvolvimento de brinquedos e jogos que permitam às crianças aprenderem enquanto brincam.” (Science4you, 2018)

Visão – “Ser uma das três maiores marcas de brinquedos na Ibéria, vendendo para todo o Mundo enquanto nos divertimos a fazê-lo!” (Science4you, 2018)

Valores – “Excelência. Empenho. Eficiência.” (Science4you, 2018)

A missão, visão e valores apresentados são os principais pilares da organização Science4you. A missão apresenta o seu principal objetivo bem como o público alvo demonstrando, assim, o seu posicionamento na sociedade. A visão espelha as conquistas que a empresa pretende alcançar e os valores representam a base da sua cultura empresarial, definindo as exigências da empresa para com os seus funcionários, refletindo assim o compromisso assumido perante a comunidade.

A Science4you é uma empresa 100% portuguesa, fundada em janeiro de 2008 por Miguel Pina Martins. A ideia para este negócio surgiu quando o fundador e atual CEO finalizava os seus estudos em finanças no ISCTE *Business School*. O trabalho proposto tinha como objetivo o desenvolvimento de um plano de negócios de uma ideia inovadora de forma a aferir a sustentabilidade da mesma, com base numa parceria entre o ISCTE e a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL). Através do estudo efetuado para a realização do trabalho concluiu o autor que seria rentável o fabrico e comercialização de brinquedos científicos que, desta forma, juntassem a diversão e a aprendizagem no mesmo produto. Assim, com um investimento pessoal de 1125€ e o apoio de outros 15 acionistas nasceu a Science4you.

Atualmente, a Science4you é considerada a maior empresa portuguesa de brinquedos e está sediada em Loures, mais especificamente no MARL (Mercado Abastecedor da Região De Lisboa, SA.). Nestas instalações funcionam os escritórios, o armazém e a fábrica. Na região de Lisboa, a empresa utiliza ainda um outro espaço, localizado no Forte

da Casa, para armazenar e gerir os stocks e um no Parque das Nações para realizar algumas das atividades referidas de seguida (Science4you, 2018).

A empresa produz brinquedos educativos e científicos em áreas como a física, a química, a astronomia, a geologia, entre outras. Além disto, dispõe ainda de outros serviços como a promoção de: *workshops* científicos em escolas e centros de estudo; campos de férias para crianças dos 6 aos 13 anos a quem é dada oportunidade de usufruir de um plano diversificado de experiências científicas; festas de aniversários; e, ainda, um serviço de formação de animadores científicos para que qualquer pessoa interessada fique apta a desenvolver estas atividades. Neste momento, a Science4you, para o desenvolvimento e produção de todos os brinquedos e para a realização das atividades acima referidas, conta com uma equipa jovem, com uma média de idades de 30 anos, e dinâmica de 356 colaboradores, sendo 54,5% do sexo feminino e 45,5% do sexo masculino (Science4you, 2018).

Um dos objetivos iniciais da Science4you foi a internacionalização da empresa. Assim, logo no início de 2010 esta começou o projeto “Science4you – Internacionalização e I&D”, financiado pelo QREN (Quadro de Referência Estratégica Nacional). O objetivo do mesmo era exportar os seus produtos, com grande ênfase no mercado Espanhol. Para tal, o projeto foca-se no desenvolvimento de novos produtos que introduzem a ciência aos mais novos e que estimulam o seu pensamento lógico. De forma a dar a conhecer os seus produtos e a criar uma ampla rede de parceiros, a Science4you tem estado presente, desde 2012, em várias feiras de brinquedos internacionais: Nuremberg Toy Fair, London Toy Fair, Hong Kong Toys and Games Fair, etc. Ao longo dos anos a empresa tem ainda sido distinguida com vários prémios nacionais e internacionais de empreendedorismo e de reconhecimento pela inovação dos produtos (Science4you, 2018).

A Science4you, para além dos seus escritórios em Lisboa e no Porto, possui ainda duas filiais, uma em Madrid e outra em Londres. A empresa aposta na sua internacionalização e, nos dias de hoje, exporta para mais de 60 países, sendo Espanha, Reino Unido, Polónia, França, Estados Unidos, Dinamarca, Itália e Rússia os seus principais mercados externos (Science4you, 2018). Possui uma vasta gama, com cerca de 500 brinquedos científicos e didáticos, que são desenhados de modo a proporcionar o desenvolvimento cognitivo das crianças ao mesmo tempo que se divertem.

No final do ano de 2018, a empresa lançou uma Oferta Pública Inicial (IPO) com o objetivo de colocar à venda 2 755 102 ações existentes e de emitir novas ações até ao máximo de 3 367 346 ações (Science4you, 2018). Desta forma, pretendia aumentar o seu capital financeiro e ganhar visibilidade no mercado para impulsionar o seu processo de internacionalização. No entanto, este processo não correu como esperado e a empresa acabou por cancelar a IPO adiando assim a entrada na bolsa (Godinho, 2019).

A Science4you, para além de vender os seus produtos em inúmeras lojas espalhas por todo o país (como, em super e hipermercados, lojas Fnac, Bertrand, Staples, CTT, etc.), possibilita ainda que o consumidor adquira estes produtos através da sua loja *online* ou através de um dos seus dezoito pontos de venda. Atualmente, a empresa tem quatro pontos de venda na região norte do país, presentes no Centro Comercial 8ª Avenida, Centro Comercial Estação Viana, Mar Shopping e Norte Shopping. A região centro conta com um ponto de venda no Fórum Coimbra e na região da grande Lisboa e margem sul existem treze pontos de venda. Estes encontram-se no Alegro Alfragide, Almada Fórum, Amoreiras Shopping Center, Cascais Shopping, Campo Pequeno, Centro Comercial Colombo, Centro Comercial Vasco da Gama, Continente Telheiras, Dolce Vita Tejo, Fórum Montijo, Fórum Sintra, Oeiras Parque – Shopping da Linha e Strada Shopping. De entre estes pontos de venda, seis são lojas e os restantes são quiosques, como o apresentado na Figura 1, presentes nos centros comerciais. A empresa possui ainda três pontos de venda em Madrid, Espanha (TresAguas, La Vaguada e Centro Comercial Plaza Norte). Para além destes espaços, a Science4you realiza cerca de 10 arrendamentos temporários em outros centros comerciais para abrir lojas *pop-up* (ou seja, lojas que surgem num lugar estratégico, numa determinada época e durante um curto espaço de tempo), como por exemplo, no período do Natal (Science4you, 2018). O aumento exponencial verificado no volume de vendas neste período, só justifica a abertura destas lojas nesta época (não sendo rentável estarem abertas todo o ano).



Figura 1 – Ponto de venda da Science4you no Centro Comercial Vasco da Gama (Fonte: Science4you)

### 3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

No âmbito do estágio realizado na Science4you, o objetivo deste trabalho prende-se com o estudo do espaço de armazenagem e da correspondente política de stocks nos pontos de venda dos centros comerciais. Relativamente aos stocks, é necessário identificar a quantidade a encomendar de cada produto para ser vendido em cada uma das lojas da empresa e determinar a periodicidade da encomenda de forma a minimizar os custos totais. Além disto, identificou-se a necessidade de considerar restrições relativas ao espaço de armazenamento existente em cada um dos pontos de venda de forma a estudar se este corresponde, de facto, ao espaço necessário para armazenar a quantidade identificada de cada produto. Se tal não acontecer, a quantidade de encomenda tem de ser recalculada. Adicionalmente, a empresa considera uma outra imposição relativa às encomendas. Usualmente os artigos são enviados para as lojas em múltiplos de seis unidades, sendo assim seis a quantidade mínima entregue de cada produto. Como se verá, no modelo sugerido, não foi considerada esta imposição. Através deste, não foi possível

determinar uma solução admissível tendo em conta as restrições de espaço e de volumes de encomenda em simultâneo.

O estudo descrito é realizado tendo por base os dados relativos ao ano de 2018 e tendo como ponto modelo de venda o existente no Centro Comercial Vasco da Gama (Figura 1). Foi selecionado este espaço por ser representativo, em termos de formato, de 66,67% dos pontos de venda da Science4you existentes nos centros comerciais e devido às variações da procura que exhibe, o que torna essencial a definição de uma boa política de gestão de stocks.

## 4. ENQUADRAMENTO E REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é apresentada uma pequena revisão bibliográfica sobre a gestão de stocks, os seus diversos componentes e é descrito o modelo de Wilson que permite às empresas o cálculo do lote ótimo. É ainda referida a importância de uma correta previsão da procura para uma eficiente gestão de stocks e enumeradas algumas metodologias de previsão.

### *4.1 Definição de Stock*

Entende-se por stock todo o material armazenado que uma empresa possui de forma a satisfazer uma determinada necessidade. Os itens em stock podem ser matérias-primas, componentes, produtos semiacabados e/ou acabados que são mais tarde processados, transportados ou inseridos numa determinada etapa da cadeia de abastecimento (Ghiani, et al., 2004).

Segundo Heizer et al. (2017) o stock é um dos ativos mais dispendiosos de uma empresa e, portanto, a sua correta e eficiente gestão é de extrema importância. A correta gestão dos níveis de stock implica uma análise de custo-oportunidade. Esta prende-se com a possibilidade de a empresa reduzir a sua produção, diminuindo assim os seus níveis de stock e, conseqüentemente, reduzir os custos associados. No entanto, é possível que esta medida conduza à rotura de stock de alguns produtos, deixando clientes insatisfeitos. Por sua vez, aumentar o stock pode permitir satisfazer sempre a procura dos clientes, proteger a empresa de possíveis variações da procura e garantir a independência das operações

(Gu, et al., 2006), mas origina um aumento dos custos associados. Assim, neste âmbito, o principal desafio das empresas é encontrar um equilíbrio entre a satisfação do cliente e o custo de manutenção do stock, ou seja, verifica-se a necessidade de definir um nível de stock adequado, e de identificar o investimento direcionado ao stock de forma a assegurar que não existe uma quantidade de stock desnecessária garantindo, sempre que possível, o serviço ao cliente (Nenes, et al., 2010).

#### *4.2 Gestão de Stocks*

Define-se como gestão de stocks, o conjunto de políticas seguidas por uma empresa para controlar o nível de stock de forma eficaz, tendo em conta as necessidades de abastecimento e de reaprovisionamento (Samak-Kulkarni & Rajhans, 2013). Além disso, uma boa gestão de stocks permite identificar, tendo em conta as previsões de procura e os diversos custos inerentes, as quantidades a encomendar e os instantes de realização das encomendas de forma a apresentar uma boa qualidade de serviço, a um custo mínimo (Teixeira, 2005). Para Pinto (2006), a gestão de stocks desenvolve-se com base em quatro atividades diferenciadas. Estas correspondem à gestão administrativa, responsável por toda a parte burocrática e de sistemas de informação; à gestão física que controla as entradas e saídas de material e todas as questões relacionadas com o armazenamento do mesmo; à gestão económica que define os parâmetros ótimos de cada artigo; e à receção quantitativa e qualitativa, encarregue de verificar as encomendas entregues pelo fornecedor. Com a evolução da tecnologia e dos sistemas de informação para a gestão conclui-se que esta última atividade não acrescentava valor empresarial e, portanto, foi eliminada.

Segundo Nugroho et al. (2015) existem vários fatores a interferir na competitividade do mercado e, conseqüentemente, nos níveis de stock a manter por parte das empresas. A capacidade limitada de armazenagem, os descontos temporários e a existência de produtos imperfeitos são fatores que, quando acrescentados ao modelo de stock, influenciam o seu resultado, quer quanto aos níveis de stock ótimos quer quanto aos custos totais inerentes.

Associados à gestão de stocks existem vários custos que devem ser tidos em consideração, de forma a poder ser efetuada uma gestão eficiente dos mesmos (Ballou, 2004), a saber:

- Custo de encomenda – inclui todos os custos associados ao processamento de uma encomenda, os quais não variam com a quantidade encomendada, contabilizando: os custos de transporte da encomenda; os custos de processamento do pedido (que podem incluir custos com recursos humanos do departamento de vendas e com material de escritório consumido); e os custos de instalação/manuseamento da encomenda no ponto de entrega.
- Custo de aquisição – caracterizado pelo custo de adquirir uma unidade de produto. Este varia tendo em conta o produto encomendado e a quantidade (caso exista desconto por realizar uma encomenda maior). A este custo é também adicionado algum custo inerente à encomenda realizada se este variar com a quantidade pedida (por exemplo, o custo de transporte).
- Custo de posse – corresponde a todos os custos de possuir stock de um determinado produto durante um determinado intervalo de tempo. O dinheiro investido em inventário é, regra geral, o principal custo identificado nesta parcela dos custos, ao qual são ainda acrescentados custos com possíveis furtos, danos e obsolescência do produto. Se for bastante elevado, este custo pode impossibilitar futuras oportunidades de investimentos. Associado a esta rubrica pode constar ainda, se se tratar de um espaço alugado, o custo do aluguer do espaço ao qual crescem os custos de manutenção do mesmo (como por exemplo, custos de limpeza, iluminação, mão-de-obra, seguros, impostos, etc.), que estão sempre presentes.
- Custo de rotura – é o custo identificado quando não é possível satisfazer o cliente devido à falta de stock. Neste caso distingue-se o custo de venda perdida que está relacionado com o lucro perdido no imediato por não se efetuar uma venda e, eventualmente, com possíveis lucros perdidos no futuro devido à existência de produtos substitutos facilmente identificados; e o custo de venda diferida que está associado aos custos adicionais de transporte e de realização de uma encomenda extra de forma a satisfazer, o mais célere possível, a procura de um cliente que acedeu em esperar pelo produto em falta.

De forma a definir corretamente o modelo de gestão de stock que deve ser desenvolvido para ajudar a empresa a melhor gerir os seus stocks é necessário efetuar um estudo com o objetivo de perceber se a procura dos diferentes produtos em stock é dependente ou independente (Heizer, et al., 2017). Ou seja, é fundamental para a empresa entender se a procura de um determinado artigo está diretamente relacionada com a procura de um outro item ou se estas não estão relacionadas entre si. Os modelos que apresentam uma procura independente, conhecida e contínua ao longo do tempo, denominam-se por modelos determinísticos. O modelo da Quantidade Económica de Encomenda (QEE), o modelo da Quantidade Económica de Encomenda com Desconto de Quantidade, o modelo da Quantidade Económica de Fabrico (QEF) e o modelo de Ponto de Encomenda (PE) são alguns exemplos. Por sua vez, os modelos que apresentam uma procura aleatória, isto é, uma procura que não sendo conhecida segue um comportamento probabilístico conhecido, denominam-se por modelos probabilísticos ou estocásticos (Hillier & Lieberman, 2015). Nestes a procura é representada por uma variável aleatória (v.a.) com uma certa distribuição de probabilidade. Assumindo a variabilidade da procura, aumenta o risco de rotura de stock e, portanto, é essencial a definição de um nível de serviço adequado por parte das empresas. Tendo em conta o nível de serviço definido e a distribuição da procura, são calculados o stock de segurança ideal e o ponto de encomenda. O modelo de PE com procura aleatória e tempo de entrega constante, o modelo de PE com procura constante e tempo de entrega aleatório, o modelo de PE com procura e tempo de entrega aleatórios e o modelo de revisão periódica são alguns dos modelos probabilísticos existentes (Ballou, 2004).

### *Modelo de Wilson ou da Quantidade Económica de Encomenda*

Ford Harris, através do seu trabalho realizado na *Westinghouse Corporation*, percebeu a necessidade de contrabalançar os custos inerentes à gestão de stocks e, em 1913, desenvolveu a fórmula da Quantidade Económica da Encomenda, QEE (Ballou, 2004). Esta fórmula torna-se mais conhecida graças a Wilson que a implementa em diversas empresas nos anos 50 do século XX, passando mesmo a ser conhecido por modelo de Wilson. Segundo Heizer et al. (2017), o modelo da QEE é um dos mais usados na gestão de stocks, identificando, sob certas hipóteses, a quantidade a encomendar de cada vez de forma a minimizar os custos totais associados à manutenção de stock. Os

autores consideram que este é um modelo robusto (Hillier & Lieberman, 2015), pois entendem que mesmo perante algumas variações nos parâmetros (como é o caso dos custos de posse, de manutenção e da previsão da procura, que em alguns casos são difíceis de estimar) tem a capacidade de responder, de forma razoável, às questões que lhe estão inerentes. Segundo Ghiani et al. (2004), prova-se que se for encomendada uma quantidade 100% superior à QEE, os custos totais aumentam, no máximo, 25%, deixando novamente explícito a robustez do modelo. Esta característica confere alguma vantagem a este modelo visto que identificar os custos de posse e de encomenda com exatidão é, regra geral, uma tarefa complicada (Slack, et al., 2013).

O modelo da QEE baseia-se nos seguintes pressupostos (Heizer, et al., 2017):

1. A procura de um produto por unidade de tempo (u.t.) (pode ser um ano, mês, semana, etc.) é conhecida, constante e independente da procura de outro produto;
2. O tempo de entrega (*lead time*), definido como o intervalo de tempo entre o instante de realização/lançamento de uma encomenda e o seu recebimento, é conhecido e constante;
3. A encomenda é recebida de uma vez só e o stock é repostado automaticamente no instante em que é recebido;
4. Não é permitido efetuar descontos de quantidade;
5. Os custos variáveis considerados, ou seja, dependentes da quantidade encomendada, incluem apenas o custo de posse e o custo de encomenda;
6. Não é admitida rotura de stock.

Os custos totais por u.t. inerentes à gestão de stocks são calculados através da soma dos custos presentes na equação (1). Este modelo considera que os custos totais variáveis consoante a quantidade a encomendar de cada vez são o custo de efetivação das encomendas (representados pela primeira parcela) e o custo de posse (representados pela segunda parcela). O custo total resulta da soma dos custos totais variáveis e do custo de aquisição (representado pela terceira parcela):

$$CT(Q) = \frac{D}{Q} \times S + \frac{Q}{2} \times I \times C + C \times D \quad (1)$$

Sendo,

$CT(Q)$  – Custo Total por unidade de tempo (u.m./u.t.) de encomendar  $Q$  unidades

$Q$  – Quantidade (unidades) a encomendar de cada vez

$D$  – Procura (unidades) por u. t.

$S$  – Custo fixo de encomenda (u.m por encomenda)

$I$  – Taxa de posse (%) por u. t.

$C$  – Custo unitário do produto (u.m. por unidade). Assume-se que  $I \times C$  é o custo de uma unidade em stock durante uma unidade de tempo.

O modelo apresenta um comportamento cíclico. O início de cada ciclo é marcado pelo recebimento de uma nova encomenda e o seu fim pela chegada a zero do nível do stock. Assume-se que em cada ciclo é pedida e recebida uma nova encomenda.

De forma a determinar “quanto encomendar” de cada vez que é lançada uma nova encomenda é identificado o valor de  $Q$  que minimiza  $CT(Q)$ . Para tal, é necessário derivar (1) em ordem a  $Q$  e igualar a zero identificando, assim, o minimizante de  $Q$ :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{I \times C}} \quad (2)$$

sendo,  $Q^*$  – Quantidade Económica de Encomenda (QEE).

É ainda possível determinar qual o número de encomendas efetuadas/recebidas durante uma unidade de tempo ( $N$ ) através da equação (3) e qual a duração de um ciclo, ou seja, o tempo entre o lançamento (ou o recebimento) de duas encomendas consecutivas ( $T$ ) utilizando a equação (4):

$$N = \frac{D}{Q} \quad (3)$$

$$T = \frac{Q}{D} \quad (4)$$

Considerando todos os custos inerentes à gestão de stocks, é perceptível que à medida que o custo de encomenda diminui (por cada encomenda possuir mais unidades de

produto), o custo de posse aumenta (por existir mais stock) (Reis, 2016). Logo, é essencial minimizar os custos totais deste processo, como ilustrado a Figura 2.

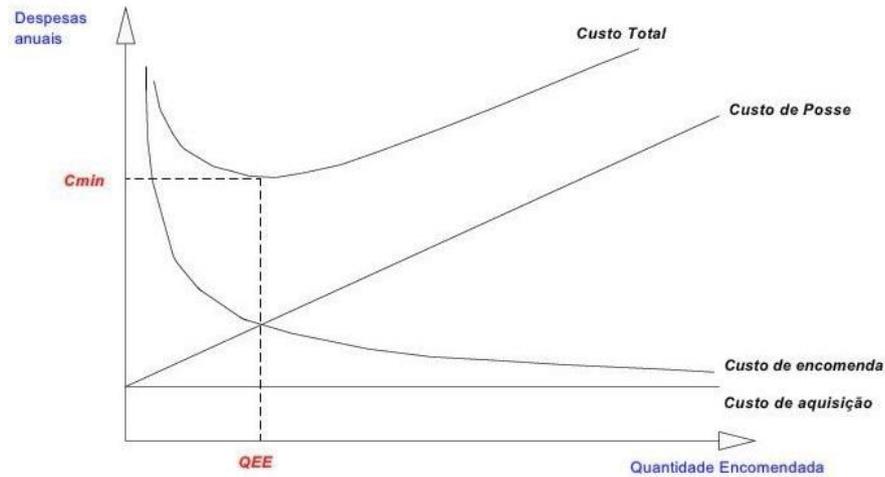


Figura 2 – QEE (Fonte: Pinto, 2006)

Após a determinação da quantidade a encomendar, QEE, pretende-se aferir qual a altura certa de realizar uma nova encomenda. O Ponto de Encomenda (PE), segundo, por exemplo, Heizer et al. (2017) representa o nível do stock no momento em que deve ser lançada uma nova encomenda, permitindo responder à questão de “quando encomendar”. O ponto de encomenda calcula-se através de (5) e tem em consideração o tempo de reaprovisionamento do fornecedor.

$$ROP = D \times LT \quad (5)$$

Onde,

*LT* (*Lead Time*) – Tempo de entrega da encomenda (unidades de tempo) que se assume inferior à unidade de tempo ( $LT < 1u.t.$ ) e inferior à duração de um ciclo

*ROP* (*Reorder Point*) – Ponto de encomenda (unidades), definindo assim o nível de stock no instante em que é lançada uma encomenda como sendo igual às unidades procuradas durante *LT*, de forma a evitar rotura de stock.

Segundo Hillier & Lieberman (2015) reabastecer o stock quando o nível deste é zero, equação (5), reduz os custos de posse e de encomenda. No entanto, considerar uma procura e um *LT* constantes, pode originar que a procura não seja completamente

satisfeita por roturas de stock indesejáveis. Tal justifica que, por vezes, o cálculo do ponto de encomenda tenha em consideração um stock de segurança (*SS*) definido pela empresa. Segundo Pinto (2006), o *SS* define-se pelo número de unidades mínimas exigidas em stock que protege a empresa quer de eventuais atrasos na entrega das encomendas, quer de uma procura superior ao normal, acautelando assim o risco de rotura de stock. Esta medida provoca um aumento do stock médio, dos custos de posse e, conseqüentemente, dos custos totais por u.t.. No entanto, para algumas empresas, pode continuar a ser uma medida vantajosa, devendo o ponto de encomenda passa a ser calculado aplicando a fórmula (6). De notar que neste trabalho não se considera a existência de stock de segurança pois esta não seria uma política vantajosa para as condições atuais da empresa.

$$ROP = D \times LT + SS \quad (6)$$

#### *4.3 Previsão da procura*

A correta gestão de stocks, como referido anteriormente, constitui um ponto fundamental para o bom funcionamento do negócio de todas as empresas. Por sua vez, para que esta gestão seja coerente com as necessidades dos consumidores é essencial que a procura seja determinada de forma assaz aproximada à realidade. Segundo Caiado (2016) o planeamento de toda a estratégia empresarial (áreas de marketing, contabilidade, produção, logística e distribuição) depende essencialmente da realização de uma boa previsão de vendas. Assim, apoiados no estudo efetuado para um determinado momento temporal, os departamentos tomam as suas decisões e estipulam metas reais a atingir baseados em dados concretos. Só é possível realizar uma boa previsão de procura quando se conhece a evolução da mesma ao longo do tempo, o produto em análise, o seu ciclo, o ambiente em que está inserido, a empresa e a sua política de gestão de stocks (Reis, 2016).

As previsões de procura podem ser efetuadas de modo a representarem horizontes temporais de curto, médio ou longo prazo. Para estes casos, as técnicas de previsão da procura variam de forma a espelharem as variações nas vendas, a sazonalidade e os acontecimentos exógenos registados ligados à economia e à política. Estas previsões variam também no caso de produtos com procura dependente e independente de outro artigo/fator (Slack, et al., 2013). No caso da procura dependente, as previsões tendem a ser mais simples pois são realizadas através de derivações de fatores conhecidos. Por sua

vez, a procura independente leva a que as previsões sejam realizadas através do histórico de vendas e da consideração de fatores externos relevantes. Quando a procura é bastante incerta, com origem em múltiplos fatores, passa a existir aleatoriedade da procura, passando a ser possível a sua determinação através de métodos de previsão previamente desenvolvidos (Ballou, 2004).

Os métodos de previsão estão divididos em métodos qualitativos e métodos quantitativos (veja-se, p.e., (Caiado, 2016)). Os métodos qualitativos baseiam-se essencialmente nos julgamentos e pareceres dados por pessoas bastante conhecedoras do negócio em questão e/ou com larga experiência em gestão empresarial. Para além da opinião dos executivos, existem outras fontes de informação como a força das vendas e a expectativa dos consumidores que inclui quer a opinião dos vendedores quer dos consumidores, para definir as previsões de compra. Por último, refere-se o método de Delphi que recorre a um grupo de especialistas para determinar as previsões.

Por outro lado, aos métodos quantitativos, apoiam-se fundamentalmente em dados históricos para prever sobre a variável em questão. Estes dividem-se em métodos não casuais/extrapolativos (ou modelo de séries temporais) e métodos casuais/explicativos. As previsões, segundo os métodos não-casuais, são realizadas tendo em conta o mesmo intervalo de tempo (anual, trimestral, mensal, diário, etc.) e assumem que o padrão de comportamento passado da variável é um indicador fiável para a sua estimação futura (Stevenson, 2012). Neste caso, é necessário dividir as séries temporais considerando os seus diversos comportamentos. Estes são constituídos por: tendência – oscilação de uma variável ao longo do tempo; sazonalidade – variações regulares ligadas a uma determinada data ou período de tempo; ciclos – padrão de dados que se repete sempre passados alguns anos (relacionados mais concretamente com variações cíclicas empresariais); variações aleatórias – dados derivados de circunstâncias incomuns e que não seguem nenhum padrão, logo são situações imprevisíveis (Heizer, et al., 2017). Os métodos não casuais mais utilizados são as médias móveis, o alisamento exponencial, a tendência linear e não linear e a metodologia de Box-Jenkins (Caiado, 2016). Por outro lado, a previsão com métodos casuais considera vários fatores e variáveis. Esta é feita através de um modelo econométrico que relacione diversos fatores para explicar o comportamento de uma variável dependente. Neste caso, são utilizados modelos de

regressão e correlação, de função transferência e de intervenção para determinar a previsão da procura (Caiado, 2016).

## 5. METODOLOGIA

Este capítulo introduz a metodologia que é usada para o desenvolvimento do estudo de caso da Science4you. São apresentados os passos a seguir quando a empresa pretende determinar a quantidade de encomenda de vários produtos, considerando um espaço de armazenamento limitado. A metodologia com restrições representa uma heurística, logo a solução obtida é uma solução admissível, não havendo garantia de que seja a solução ótima. São ainda analisadas as alterações a efetuar ao modelo de forma a tentar contemplar a condicionante imposta pela empresa de enviar para as lojas os artigos em volumes de seis unidades.

### *Modelo de multiproducto com restrição de capacidade*

Segundo Ghiani et al. (2004), quando uma empresa necessita de manter em stock diversos produtos é essencial perceber se a quantidade ótima de cada um dos produtos, tomada isoladamente, não viola nenhuma restrição existente quando considerados todos os produtos. Estas restrições podem ser relacionadas, por exemplo, com o orçamento da empresa ou com o espaço de armazenamento disponível. Assim, os autores apresentam uma heurística que, baseada nas hipóteses do modelo da QEE, permite impor restrições ao mesmo. Inicialmente é calculada a QEE ( $Q_j$ ) para cada um dos  $n$  produtos  $j$  (com  $j = 1, \dots, n$ ) de acordo com a expressão (2) e, de seguida, é verificado se a quantidade total de stock satisfaz a restrição imposta, ou seja:

$$\sum_{j=1}^n a_j Q_j \leq b \quad (7)$$

Note-se que, caso a restrição se refira a espaço de armazenagem,  $a_j$  – representa o espaço ocupado por cada unidade do produto  $j$ ; e  $b$  – é o espaço de armazenagem disponível.

Se a restrição (7) não é verificada, a taxa de posse é incrementada em  $\delta^*$ , através da fórmula seguinte:

$$\delta^* = \left( \frac{1}{b} \sum_{j=1}^n \left( a_j \sqrt{\frac{2 \times S \times D_j}{C_j}} \right) \right)^2 - I \quad (8)$$

Sendo,

$D_j$  – Procura do produto  $j$  (unidades) por u.t.

$C_j$  – Custo unitário do produto  $j$  (u.m.)

Ao adicionar à taxa de posse inicial o valor calculado na fórmula (8), esta passa a ser representada por  $(I + \delta^*)$ . Assim, garante-se que a restrição (7) é cumprida, como se mostra de seguida.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_j Q_j \leq b &\Leftrightarrow \sum_{j=1}^n a_j \sqrt{\frac{2 \times S \times D_j}{(I + \delta^*) C_j}} \leq b \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \sum_{j=1}^n a_j \left( \sqrt{\frac{2 \times S \times D_j}{C_j}} \times \sqrt{\frac{1}{(I + \delta^*)}} \right) \leq b \Leftrightarrow \\ &\stackrel{(8)}{\Leftrightarrow} \sum_{j=1}^n a_j \sqrt{\frac{2 \times S \times D_j}{C_j}} \times \frac{1}{\frac{1}{b} \sum_{j=1}^n a_j \sqrt{\frac{2 \times S \times D_j}{C_j}}} \leq b \Leftrightarrow \frac{1}{\frac{1}{b}} \leq b \end{aligned}$$

Por último, é recalculado o valor da quantidade de encomenda para cada um dos produtos em stock através da fórmula:

$$Q_j^*(\delta^*) = \sqrt{\frac{2 \times S \times D_j}{(I + \delta^*) C_j}} \quad (9)$$

Note-se que por se tratar de uma heurística, a solução calculada através deste procedimento é uma solução admissível, podendo não representar a solução ótima.

É também calculado, para cada produto  $j$ : o respetivo ponto de encomenda através da fórmula (5); o custo total de gestão do stock por u.t. por (1); o número de encomendas a realizar por u.t. e o tamanho do ciclo (em u.t.) com as fórmulas (3) e (4).

A Science4you, para além da restrição de espaço de armazenagem, impõe uma outra condição para o envio das encomendas. A empresa envia para as suas lojas os artigos agrupados em paletes ou em volumes. Para o ponto de venda do Centro Comercial Vasco da Gama, os produtos são entregues em volumes de seis unidades. De forma a tentar aplicar a metodologia apresentada a esta nova condição foi deduzida a fórmula (10).

$$Q_{jv} = \sqrt{\frac{2 \times S \times D_{jv}}{I \times C_{jv}}} \quad (10)$$

Onde,

$Q_{jv}$  – Quantidade ótima do produto  $j$  por u.t. em volumes de seis unidades

$D_{jv}$  – Procura do produto  $j$  por u.t. em volumes de seis unidades, logo,  $D_{jv} = \frac{D_j}{6}$

$C_{jv}$  – Custo do produto  $j$  (u.m.) por volume de seis unidades, logo,  $C_{jv} = C_j \times 6$

Ao substituir na fórmula (10) as igualdades referidas acima, obtém-se:

$$\begin{aligned} Q_{jv} &= \sqrt{\frac{2 \times S \times \frac{D_j}{6}}{I \times C_j \times 6}} \Leftrightarrow Q_{jv} = \sqrt{\frac{2 \times S \times D_j}{I \times C_j \times 36}} \Leftrightarrow Q_{jv} = \frac{1}{6} \sqrt{\frac{2 \times S \times D_j}{I \times C_j}} \\ &\Leftrightarrow Q_{jv} = \frac{Q_j}{6} \end{aligned} \quad (11)$$

Através da divisão apresentada em (11), chega-se a um valor aproximado da solução para a quantidade a encomendar de cada produto expressa em volumes de seis unidades. No entanto, se esse resultado for arredondado às unidades, a restrição de espaço de armazenagem pode não ser cumprida. O valor obtido desta forma será apresentado juntamente com os resultados finais apenas como indicativo, pois não respeitando o espaço de armazenagem não pode ser considerado.

## 6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, neste capítulo são apresentados os dados necessários para a realização do estudo proposto e para a aplicação da metodologia exposta anteriormente. De seguida, é aplicada esta mesma metodologia e explicados, para o artigo “Escavações Fósseis 4 em 1” ( $Q_1$ ), os diversos cálculos efetuados automaticamente pelo programa “Gestão de Stocks”, desenvolvido em VBA, cujo manual de utilização se apresenta no Anexo B. É ainda realizada uma primeira análise aos resultados obtidos.

### *6.1 Dados do problema*

Como referido anteriormente, o problema em estudo prende-se com a determinação da quantidade ótima de encomenda dos produtos a armazenar no ponto de venda do Centro Comercial Vasco da Gama (CCVG), conjugada com o espaço de armazenamento finito disponível neste mesmo estabelecimento. É de realçar que os custos considerados para a resolução do problema (custo de encomenda e custo de posse) não correspondem aos custos reais devido à confidencialidade dos dados em questão. Estes são determinados através de dados públicos da Science4you referentes ao ano de 2017 (Science4you, 2018) ou através de aproximações consideradas aceitáveis pela empresa.

De forma a determinar o custo de lançamento de uma encomenda foram identificados os quatro tópicos presentes na Tabela 1. No que diz respeito aos recursos humanos, foi tido em conta apenas o salário do responsável do departamento de vendas (valor médio praticado pela empresa) e considerado que este gasta 1h para realizar todos os procedimentos relativos à efetivação de cada encomenda. Nos restantes casos foram imputados 5% dos custos com material de escritório e 1% dos custos de comunicações e eletricidade aos custos totais de efetivação de encomendas (estes custos são referentes ao ano de 2017, retirados do prospeto da empresa, e considerados como uma boa aproximação para os custos efetivos de 2018). Tendo presente o número real de encomendas efetuadas em 2018 para a loja em estudo e os restantes custos unitários associados, o custo por encomenda foi igualado a 17,69 u.m..

Custos considerados <sup>1</sup>	u.m. por u.t.	Custo total	Custo total por encomenda
Recursos Humanos (Responsável de vendas)	$y^{(1)}$	$y^{(2)}$	$y^{(3)}$
Material Escritório	8833	441,65	3,62
Comunicações	43 766	437,66	3,59
Eletricidade	$w^{(1)}$	$w^{(2)}$	$w^{(3)}$
Total	125 936	2158,23	17,69

Tabela 1 – Custo de efetivação de encomenda

Relativamente ao custo de posse, este é calculado através da multiplicação do preço de aquisição de cada produto pela taxa de posse. Não tendo sido possível obter a informação necessária para determinar de forma fidedigna esta taxa, recorreu-se ao Banco de Portugal e às taxas de juro bancárias referente aos empréstimos em 2018. Obteve-se, assim, uma taxa anual de 33,12%. O preço de aquisição de um determinado produto representa o somatório dos custos variáveis de aquisição do mesmo. Neste caso, este valor é calculado através do somatório de três fatores: o custo efetivo do produto, o custo unitário de transporte e o custo de processamento do pedido (os dois últimos são denominados no Excel como “Custo adicional”). O custo efetivo representa 35% do PVP, sem IVA, de cada produto, como apresentado na Tabela 5 (Anexo A.1). Esta percentagem foi definida a partir da informação que consta do prospeto divulgado pela empresa (Science4you, 2018), que determina que a sua margem bruta se situa nos 65%. Relativamente ao transporte, a Science4you contrata os serviços de várias empresas para efetuar as entregas das encomendas. A escolha tem em consideração o preço mais vantajoso para cada situação, dependente da localização da loja, do peso total da encomenda (podendo esta levar artigos com diferentes referências), do tipo de embalagem (em paletes ou em volumes) e do horário de entrega da encomenda. Assim, considera-se que, para a loja em questão, as entregas são sempre realizadas em volumes e que estes volumes são compostos por seis unidades do mesmo artigo. Efetuando uma média dos valores praticados por quatro das empresas de transporte que trabalham com a Science4you, obteve-se um valor de referência igual a 3,67 u.m. por volume, o que significa que, o custo de transporte unitário a acrescentar ao preço de aquisição é de 0,61

<sup>1</sup> Os valores referentes aos custos de recursos humanos ( $y^{(1)}$ ,  $y^{(2)}$  e  $y^{(3)}$ ) e de eletricidade ( $w^{(1)}$ ,  $w^{(2)}$  e  $w^{(3)}$ ) são omitidos por questões de confidencialidade de dados.

u.m.. Por último, o custo de processamento do produto está relacionado com o custo efetivo de um recurso humano preparar, no armazém, a encomenda a ser entregue em loja. Tendo em conta que é necessária 1h de mão de obra para processar uma encomenda de 145 artigos com, aproximadamente, 25 referências, e o salário médio praticado pela empresa, chegou-se a um custo unitário de 0,0369 u.m. pelo processamento de um produto.

No que diz respeito ao espaço de armazenamento disponível no ponto de venda em estudo, a empresa possuiu apenas os dados da área alugada no centro comercial e não especificamente a área do espaço disponível de armazenagem. De forma a obter esta informação, foi realizada uma visita a este mesmo espaço e obtidos os dados que se apresentam de seguida.

O ponto de venda da Science4you, presente neste centro comercial, dispõe de seis unidades iguais para armazenamento, no entanto, um deles destina-se apenas aos produtos devolvidos ou que necessitam de alguma reparação. Logo, o espaço útil considerado para guardar os artigos é de apenas cinco compartimentos. Cada um destes possui as medidas apresentadas na Figura 3.

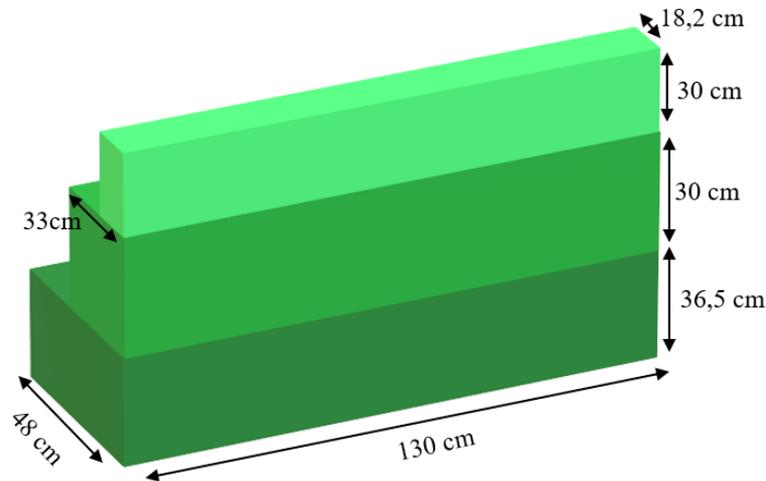


Figura 3 – Protótipo de um compartimento para armazenamento

$$Volume = (48 \times 130 \times 36,5) + (33 \times 30 \times 130) + (18,2 \times 30 \times 130) = 427\,440\text{cm}^3$$

$$Volume\ Total = 5 \times 427440 = 2\,137\,200\text{ cm}^3$$

Visto que a Science4you apresenta mais de 1000 referências de produtos possíveis de comercializar em loja, foi selecionado o *top21* dos produtos vendidos no ponto de venda do CCVG para, através destes, ser realizada uma primeira análise da quantidade de encomenda. A Tabela 2 apresenta a correspondência entre os diferentes tipos de caixas e as respectivas medidas e volume.

Tipo produto	Medidas (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )
Caixa S	22,4 × 16,2 × 5,5; 22,5 × 16 × 5,5	1995,8; 1980
Caixa S/M	22,5 × 16 × 10,5; 12,5 × 24 × 12,5	3780; 3750
Caixa M	23,5 × 22 × 6,5; 23 × 22 × 6,5	3360,5; 3289
Caixa XL	38,2 × 29,4 × 8; 38 × 29 × 8; 38,2 × 29,3 × 8	8984,6; 8816; 8954,1
Caixa XXL	38,2 × 35,2 × 8,5; 38 × 35 × 8,5	11 429,4; 11 305
Caixa XXXL	65,5 × 37,1 × 8,5	20 655,4

Tabela 2 – Correspondência entre o tipo de caixa e as suas medidas

Depois de analisados estes primeiros dados, concluiu-se que a comparação entre o volume disponível para armazenamento e o volume dos produtos não seria o mais indicado visto que dois produtos com o mesmo volume podem ter diferentes formas e, portanto, impossibilitar a sua arrumação no espaço disponível.

Assim, em uma visita posterior ao ponto de venda, foi estudado quantos artigos de cada tipo cabem no espaço de armazenamento reservado aos produtos do *top21*. Esta análise foi feita apenas para os produtos que, incluídos no *top21*, necessitam de espaço de armazenamento e que são considerados relevantes para o estudo. Os artigos cujo tipo de produto é definido na Tabela 3 como “Fora de forma” não são armazenados nos compartimentos existentes, não sendo, portanto, considerados no estudo. Os primeiros dois artigos correspondem a figuras de animais que ficam guardadas numa caixa fora dos compartimentos de armazenamento. O artigo “Clay4you” é uma caixa de plasticina muito pequena e para os últimos três artigos “Fora de forma” existe um expositor próprio onde são colocadas todas as unidades existentes em loja.

Referência	Artigos	Tipo produto	Capacidade
393271A	Grass Animals - Hipopótamo ou Castor PT/ES	Fora de forma	–
393752	Animal Planet - MD T-REX PT/ES/UK	Fora de forma	–
395879	Escavações Fósseis 4 em 1	Caixa XL	36 unidades
398207V2	Fábrica Viscosa - Pega Monstros V2 PT	Caixa XL	36 unidades
399068	Tapete para colorir - Animais	Caixa M	96 unidades
481630	Lâmpada de Lava MULTI PT/ES/UK/IT	Caixa S/M	63 unidades
482910	Metal Building - Radio Control PT/ES/UK	Caixa XL	36 unidades
483832	Clay4you PT/ES	Fora de forma	–
488158	O Meu Primeiro Kit de Ciências PT	Caixa XL	36 unidades
488240	Junior Building 4 in 1	Caixa XL	36 unidades
488264	Fábrica de Maquilhagem PT	Caixa XL	36 unidades
516238	Science4you: PP nas Cores PT	Caixa S	126 unidades
601772	Ciência Brilhante PT	Caixa XL	36 unidades
605145	Drone4you Nano PT/ES/EN	Caixa N/D	160 unidades
605169	Robotics - Deltabot PT/ES	Caixa M	96 unidades
608023	A Ciência Viscosa (brilha no escuro) PT	Caixa M	96 unidades
608375	Fábrica Viscosa [Brilha No Escuro] PT	Caixa XL	36 unidades
74.6110	Peças Grupo 10 Sortido	Fora de forma	–
74.6113	Peças Grupo 13 Sortido	Fora de forma	–
74.6114	Peças Grupo 14 Sortido	Fora de forma	–
938132	Globo de Plasma PT/ES/IT	Caixa S/M	58 unidades

Tabela 3 – Quantidade de cada artigo que é possível arrumar num compartimento

Posteriormente, para prosseguir o estudo, foi determinada a área de armazenamento que deve ser imputada aos produtos em análise. Tendo em conta as vendas realizadas no ano de 2018, concluiu-se que os produtos do *top21* que são acomodados nos compartimentos de armazenagem representam uma percentagem dessas vendas e, o espaço de armazenamento que lhes é reservado é 20% do espaço disponível, o que corresponde a um compartimento (sabendo que o espaço útil neste ponto de venda para arrumar os artigos é de cinco compartimentos).

Após delimitar o espaço de armazenamento dos produtos e identificado o número de caixas de cada tipo possível de neste ser arrumado, foi necessário definir a restrição que

garante que o espaço disponível não é ultrapassado. Para tal, definiu-se que a unidade de medida é a do produto de menores dimensões, o “Drone4you Nano”, e que o espaço ocupado por cada um dos produtos é sempre expresso em função do ocupado por este produto. Esta proporção, apresentada na Tabela 4, é assim obtida dividindo o número máximo de unidades do artigo base possíveis de arrumar num compartimento (160) pelo número de unidades de cada um dos outros artigos em estudo. Por exemplo, para o artigo “Escavações Fósseis 4 em 1” tem-se uma proporção de 4,44, o que significa que no espaço ocupado por cerca de 4,4 unidades do produto de referência caberia uma unidade deste artigo.

Referência	Artigos	Capacidade	Proporção ( $a_j$ )
395879	Escavações Fósseis 4 em 1	36 unidades	4,44
398207V2	Fábrica Viscosa - Pega Monstros V2 PT	36 unidades	4,44
399068	Tapete para colorir - Animais	96 unidades	1,67
481630	Lâmpada de Lava MULTI PT/ES/UK/IT	63 unidades	2,54
482910	Metal Building - Radio Control PT/ES/UK	36 unidades	4,44
488158	O Meu Primeiro Kit de Ciências PT	36 unidades	4,44
488240	Junior Building 4 in 1	36 unidades	4,44
488264	Fábrica de Maquilhagem PT	36 unidades	4,44
516238	Science4you: PP nas Cores PT	126 unidades	1,27
601772	Ciência Brilhante PT	36 unidades	4,44
605145	Drone4you Nano PT/ES/EN	160 unidades	1
605169	Robotics - Deltabot PT/ES	96 unidades	1,67
608023	A Ciência Viscosa (brilha no escuro) PT	96 unidades	1,67
608375	Fábrica Viscosa [Brilha No Escuro] PT	36 unidades	4,44
938132	Globo de Plasma PT/ES/IT	58 unidades	2,76

Tabela 4 – Proporção de espaço ocupado por cada artigo

Na posse das informações acima apresentadas e dos dados da procura mensal e anual dos produtos em estudo, presentes na Tabela 6 (Anexo A.1), iniciou-se o cálculo da quantidade ótima de encomenda. Para a realização deste estudo foi assumido que a procura era conhecida e constante, tal como referido. Apesar de a empresa salientar que existem alturas do ano, como o Natal e o dia da criança, onde se verificam, nas semanas

antecessoras, um enorme aumento das vendas em comparação com o resto do ano, tal não foi possível observar nos dados da loja em questão. Apenas é claramente perceptível um grande aumento de vendas no mês de dezembro havendo, nos outros meses, algumas oscilações, mas nenhum pico semelhante ao de este último mês. Foi ainda ponderada a possibilidade de a procura ser representada por uma variável aleatória. Contudo, mais uma vez, os dados da procura não espelhavam nenhuma função estatística conhecida que pudesse representar fidedignamente a procura, deixando-se esta análise para estudos posteriores.

## 6.2 Resultados obtidos – VBA

O VBA é uma linguagem de programação, desenvolvida pela Microsoft, que está incorporada em várias ferramentas do Office e que permite ao utilizador escrever códigos para facilitar a execução de ações a realizar num documento ou no seu conteúdo (Kenton, 2019). Desta forma, através da programação nesta linguagem, é possível, por exemplo, automatizar processos repetitivos, simplificar tarefas e gerar gráficos e relatórios personalizados.

Neste trabalho, para a implementação e automatização da metodologia apresentada foi desenvolvido um *software*, denominado “Gestão de Stocks”, em VBA Excel. Este programa vai munir a empresa de uma ferramenta que lhes possibilita o cálculo automático das quantidades a encomenda de cada vez por artigo tendo em conta o espaço limitado para armazenamento existente nos seus pontos de venda. No programa são também calculados os custos totais relativos à gestão de stocks, o ponto de encomenda, o tamanho de um ciclo e o número de encomendas a realizar durante o período definido para cada produto, componentes bastante úteis e importantes na tomada de decisão.

Inicialmente, os dados do problema, anteriormente expostos, são introduzidos na segunda folha de Excel denominada *Input*. De seguida, regressando à folha inicial, e carregando no botão Executar, o utilizador define se quer uma análise anual ou mensal dos dados inseridos e o programa gera automaticamente os resultados, disponibilizando-os na folha *Output*. De forma a exemplificar os cálculos realizados pelo programa, utiliza-se o artigo “Escavações Fósseis 4 em 1” ( $Q_1$ ), os dados anuais da procura presentes

no Anexo A.1, Tabela 6, e as soluções obtidas presentes no Anexo A.2, Tabela 7. De seguida, é apresentada a sequência de cálculos executados.

No primeiro passo determina-se a quantidade económica de encomenda de cada um dos produtos em estudo, sem considerar nenhuma restrição de capacidade. Por exemplo, para o artigo referido obtém-se um valor ótimo  $Q_1$  de aproximadamente 41 unidades, recorrendo ao seguinte cálculo.

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2 \times 17,69 \times 102}{0,33 \times 6,34}} = 41,47 \quad (12)$$

Considerando, unicamente, os cálculos iniciais da QEE para cada um dos artigos percebe-se que o ponto de venda existente no CCVG é bastante reduzido. Este, de facto, não é suficiente para satisfazer a procura destes artigos, considerando a grande variedade de brinquedos fornecida pela Science4you.

De seguida, tendo em conta a QEE para cada artigo ( $Q_j$ ) e a área unitária ocupada por cada um ( $a_j$ ) é testada a restrição que avalia se estas QEE são compatíveis com o espaço de armazenamento existente.

$$41,47 \times 4,44 + Q_2 \times a_2 + \dots + Q_{15} \times a_{15} \leq 160 \quad (13)$$

Através do cálculo realizado em (13) é perceptível que, neste caso, esta restrição não é cumprida, ou seja, o espaço não é suficiente. Logo, é executado o cálculo do incremento necessário à taxa de posse e posteriormente, recalculado o valor da QEE ( $Q_j^*$ ). Ao adicionar à taxa de posse ( $I$ ) o valor de  $\delta^*$  calculado em (14) esta irá ter um peso maior aquando do cálculo da quantidade ótima, fazendo diminuir as quantidades a encomendar.

$$\delta^* = \left( \frac{1}{160} \left( 4,44 \times \sqrt{\frac{2 \times 17,69 \times 102}{6,34}} + a_2 \times \sqrt{\frac{2 \times S \times D_2}{c_2}} + \dots + a_{15} \times \sqrt{\frac{2 \times S \times D_{15}}{c_{15}}} \right) \right)^2 - 0,33 = 53,58 \quad (14)$$

Como visto em (15), o custo de manter o produto armazenado em loja “aumenta”, logo, a quantidade a encomendar é ajustada ao espaço disponível, encontrando-se o novo  $Q_j^*$  para cada produto. Neste caso, a quantidade passa de 41,5 unidades para, aproximadamente, 3,2 unidades.

$$Q_1^*(\delta^*) = \sqrt{\frac{2 \times 17,69 \times 102}{(0,33 + 53,58) 6,34}} = 3,25 \quad (15)$$

Adicionalmente, tenta-se incluir a restrição de encomenda pretendida pela empresa no estudo realizado. Esta restrição define-se pelo envio de cada produto para as lojas em múltiplos de 6. Para tal, foi efetuado o cálculo presente em (16), para o artigo “Escavações Fósseis 4 em 1” ( $Q_{1v}$ ).

$$Q_{1v}^* = \frac{3,25}{6} = 0,54 \quad (16)$$

Neste caso,  $Q_{1v}^*$  é 0,54 o que corresponde a meia caixa de 6 unidades deste artigo, ou seja, 3 unidades como identificado anteriormente. No entanto, arredondando este valor às unidades para corresponder aos volumes impostos pela empresa, o valor de  $Q_{1v}^*$  será sensivelmente 1, o que representa uma caixa com 6 artigos. Se este arredondamento for efetuado para todos os artigos, a restrição de espaço de armazenamento não é cumprida. Assim, e visto que não foi determinada uma solução inteira que satisfaça a condição imposta pela empresa, os restantes cálculos realizados para complementar e ajudar na tomada de decisão da gestão de stocks são efetuados tendo em conta a quantidade ótima de encomenda de cada artigo em unidades. A definição das quantidades ótimas em volumes de seis unidades será adiada para um estudo futuro.

Prosseguindo com a análise dos resultados apresentados na Tabela 7, o ponto de encomenda representa as unidades de cada artigo que indicam a necessidade de realizar uma nova encomenda. Neste caso, é considerado um *lead time* de três dias e uma unidade de tempo anual. O  $ROP_1$  é aproximadamente 1, ou seja, quando existir em stock 1 unidade do artigo “Escavações Fósseis 4 em 1” deve ser realizada uma nova encomenda de 3 unidades ( $Q_1^*$ ).

$$ROP_1 = 102 \times \frac{3}{365} = 0,84 \quad (17)$$

O custo total da gestão de stock do artigo  $Q_1$  calculada através da fórmula (18) é de 1204,77 u.m..

$$CT_1 = \frac{102}{3,25} \times 17,69 + \frac{3,25}{2} \times 0,33 \times 6,34 + 6,34 \times 102 = 1204,77 \quad (18)$$

Por último, é calculado a amplitude do ciclo (19) e o número de encomendas (20) a realizar por u.t.. No caso do artigo 1, este tem um ciclo de aproximadamente 12 dias, ou seja, a cada 12 dias é recebida uma nova encomenda no valor da sua quantidade ótima. O número de encomendas efetuadas por ano do produto “Escavações Fósseis 4 em 1” é de sensivelmente 31 encomendas (20).

$$T_1 = \frac{3,25}{102} \times 365 \cong 12 \quad (19)$$

$$N_1 = \frac{102}{3,25} \cong 31 \quad (20)$$

Como referido anteriormente, este modelo apresenta um comportamento cíclico. Para o artigo 1, considerando um *LT* de três dias, constata-se que a cada 12 dias o ponto de venda do CCVG recebe uma encomenda de três unidades do mesmo e, de forma a que esta não se atrase, é necessário realizar a encomenda no dia nove de cada ciclo. Analisando o Gráfico 1 que apresenta os ciclos de todos produtos em estudo percebe-se que a duração dos mesmos é bastante variável, o que pode afetar a eficiente gestão do ponto de venda. De forma a limitar a variabilidade das entregas seria importante definir uma periodicidade idêntica para as mesmas.

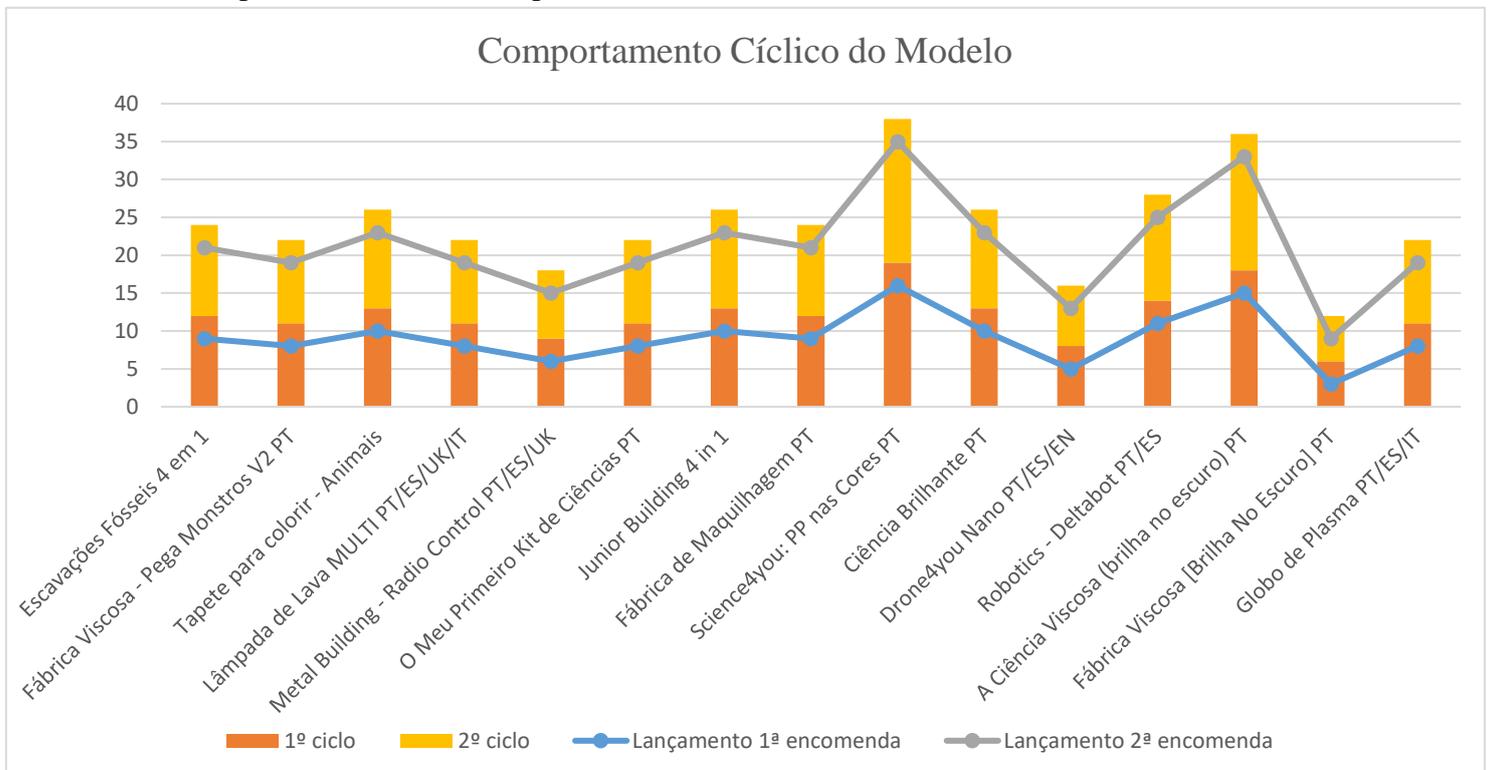


Gráfico 1 – Ciclo dos produtos e respetivos pontos de lançamento de encomenda

## 7. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho final de mestrado teve como principal objetivo o estudo do espaço e da política de stocks a seguir de forma a otimizar todo o processo de gestão de stocks de pontos de venda da empresa Science4you existentes em centros comerciais de Portugal continental. Com o desenvolvimento deste estudo, foi possível munir a Science4you de um software denominado “Gestão de Stocks” que realiza, de forma automática, os cálculos inerentes à metodologia apresentada. Este permite ainda ao utilizador adicionar novos produtos e alterar dados inicialmente definidos, aproximando-se ainda mais da realidade de gestão da empresa.

Atualmente, a gestão de stocks das várias lojas é realizada tendo em conta a informação semanalmente transmitida pelo lojista ao departamento comercial e pela análise dos produtos em campanha pois, por norma, os produtos que se encontram com alguma promoção fazem sempre parte da encomenda a realizar.

O modelo desenvolvido exige que, numa primeira fase seja calculada a QEE de cada produto sem qualquer restrição. De seguida, avalia-se se o espaço existente permite o armazenamento destas quantidades, e, se tal não suceder, recalculam-se as quantidades a encomendar de cada artigo tendo em conta o espaço disponível. Este estudo permitiu concluir que o espaço de armazenamento do ponto de venda presente no CCVG é bastante reduzido tendo em conta a procura verificada e a grande variedade de brinquedos fornecida pela empresa. Deste ponto de vista, seria importante a empresa estudar a possibilidade de alargar o espaço para armazenamento, aumentando o ponto de venda ou negociando, com o centro comercial, a possibilidade de guardar os seus artigos num outro espaço fora da loja. Através deste estudo a empresa poderia determinar se seria benéfico, em alguma loja, este aumento de espaço tendo em conta as previsões da procura ou se este aumento é tão dispendioso que não é compensado pelas vendas adicionais resultantes da disponibilização de mais stock em loja. Por outro lado, se as soluções acima não forem exequíveis, a Science4you poderia realizar uma seleção dos produtos mais atrativos para manter em loja, libertando assim algum espaço de armazenamento ocupado por produtos menos rentáveis. Estes poderiam, por exemplo, passar a estar apenas disponíveis na sua loja *online*.

Refira-se ainda que pode ser relevante estudar, para cada tipo de ponto de venda apresentado pela empresa, a melhor forma de guardar nos compartimentos os diferentes tipos de produto, para que seja armazenado o maior número possível de artigos.

A empresa define ainda uma outra condição para o lançamento das encomendas. Esta estipula que os produtos são enviados para as lojas em múltiplos de seis unidades. Contudo, a inclusão desta restrição no estudo, impossibilita a determinação de uma solução admissível. Logo, este trabalho pode ser melhorado se for efetuado um estudo que contemple a junção desta restrição com a limitação de espaço de armazenamento, para que a empresa possa manter o envio dos seus produtos em volumes de seis unidades sem ultrapassar a capacidade dos compartimentos dos pontos de venda. Apesar de não ter sido encontrada uma solução compatível com estas condições, uma outra conclusão retirada da análise dos resultados é a de que a entrega mínima de seis unidades de cada artigo dificulta a gestão de stocks e conseqüentemente a gestão do espaço de armazenamento. De forma a solucionar este problema, mantendo a entrega dos produtos em volumes de seis, a Science4you poderia optar por agrupar diferentes artigos no mesmo volume tendo em conta o tipo de embalagem dos produtos (caixa S, caixa S/M, caixa M, etc.), evitando assim o entupimento do espaço de armazenamento do ponto de venda com várias unidades do mesmo artigo.

Por outro lado, para que o modelo se adapte cada vez mais à realidade da empresa, deveria introduzir-se uma restrição relativa à periodicidade das entregas. Como se constata, os artigos em estudo apresentam ciclos diferentes uns dos outros. Logo, seria importante verificar se seria vantajoso agrupar algumas entregas para que o ponto de venda não receba encomendas praticamente todos os dias, verificando quais os acréscimos nos custos associados a esta nova medida. Além disso, é necessário verificar se, o agrupamento de algumas entregas, é compatível com o espaço de armazenamento disponível.

Seria ainda relevante a realização de uma análise comparativa de custos tendo em conta o modelo implementado neste estudo e o modelo de gestão de stocks utilizado atualmente pela empresa. Esta análise não foi possível efetuar no decorrer do trabalho por falta de disponibilização de dados. No entanto, a partir do ano de 2019, passa a ser

possível a realização do mesmo, pois a implementação pela Science4you do sistema SAP permitirá a recolha de todos os valores essenciais ao estudo.

Por último, o presente trabalho seria melhorado se efetuado um estudo de previsão de procura, de forma a compreender melhor como estas se comportam ao longo do ano. Apesar de a empresa identificar, através da sua experiência de negócio, duas oscilações bastante relevantes no período que antecede o dia da criança e o Natal, ainda tem alguma dificuldade em quantificar estas variações de vendas. Portanto, um trabalho futuro que se debruçasse sobre o estudo do mercado, os seus fatores explicativos e a consequente previsão da procura destes brinquedos seria bastante útil para a eficaz gestão de stocks.

## BIBLIOGRAFIA

Ballou, R. H., 2004. *Business Logistics: supply chain management*. 5ª ed. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Internatinal Edition.

Caiado, J., 2016. *Métodos de Previsão em Gestão - Com Aplicações em Excel*. 2ª ed. Lisboa: Edições Sílabo.

Ghiani, G., Laporte, G. & Musmanno, R., 2004. *Introduction to Logistics Systems Management*. 1st ed. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.

Godinho, R., 2019. *Jornal de Negócios*. Disponível em: <https://www.jornaldenegocios.pt/mercados/bolsa/detalhe/science4you-nao-e-um-adeus-e-um-ate-ja-a-bolsa> [Acesso em: 10/08/2019].

Gu, J., Goetschalckx, M. & Mcginnis, L. F., 2006. Research on Warehouse Operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), pp. 1-21.

Heizer, J., Render, B. & Munson, C., 2017. *Operations Management*. 12ª ed. United States of America: Pearson Education.

Hillier, F. S. & Lieberman, G. J., 2015. *Introduction to Operations Research*. 10ª ed. New York: McGraw-Hill- International Edition.

Kenton, W., 2019. *Investopedia*. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/v/visual-basic-for-applications-vba.asp> [Acesso em: 26/08/2019].

Nenes, G., Panagiotidou, S. & Tagaras, G., 2010. Inventory management of multiple items with irregular demand: A case study. *European Journal of Operational Research*, 205(2), pp. 313-324.

Nugroho, A. W., Laksono, P. W., Jauhari, W. A. & Widodo, S. L., 2015. *EOQ model considering imperfect product, temporary discount, and limited warehouse capacity*. Surakarta, Indonésia , IEEE.

Pinto, J. P., 2006. *Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços*. 1ª ed. Lousã: LIDEL-Edições Técnicas.

Reis, L. d., 2016. *Manual da Gestão de Stocks - Teoria e Prática*. 5ª ed. Barcarena: Editorial Presença.

Samak-Kulkarni, S. M. & Rajhans, N. R., 2013. Determination of Optimum Inventory Model for Minimizing Total Inventory Cost. *Procedia Engineering*, Volume 51, pp. 803-809.

Science4you, 2018. *Blog Science4you*. Disponível em: <http://blog.science4you.pt/imprensa-science4you/science4you-oferta-publica-venda-acoas/> [Acesso em: 22/07/2019].

Science4you, 2018. *Sobre nós*. Disponível em: <https://brinquedos.science4you.pt/72-sobre-nos> [Acesso em: 22/04/2019].

Science4you, S. A., 2018. *Prospeto de Oferta Pública de Distribuição*. Porto.

Slack, N., Brandon-Jones, A. & Johnston, R., 2013. *Operations Management*. 7ª ed. Harlow: Pearson Education Limited.

Stevenson, W. J., 2012. *Operations Management*. 11ª ed. New York: McGraw-Hill .

Teixeira, D., 2005. *Gestão da Produtividade do Capital*. Guarda: Escola Superior de Tecnologia e Gestão da Guarda.

## ANEXOS

### *Anexo A – Dados utilizados*

#### *Anexo A.1- Inputs*

Referência	Artigos	Preço s/ IVA	Preço aquisição
395879	Escavações Fósseis 4 em 1	16,25	6,34
398207V2	Fábrica Viscosa - Pega Monstros V2 PT	16,25	6,34
399068	Tapete para colorir - Animais	12,19	4,91
481630	Lâmpada de Lava MULTI PT/ES/UK/IT	16,25	6,34
482910	Metal Building - Radio Control PT/ES/UK	40,65	14,87
488158	O Meu Primeiro Kit de Ciências PT	20,32	7,76
488240	Junior Building 4 in 1	12,19	4,91
488264	Fábrica de Maquilhagem PT	16,25	6,34
516238	Science4you: PP nas Cores PT	6,59	2,96
601772	Ciência Brilhante PT	16,25	6,34
605145	Drone4you Nano PT/ES/EN	40,64	14,87
605169	Robotics - Deltabot PT/ES	12,19	4,91
608023	A Ciência Viscosa (brilha no escuro) PT	8,12	3,49
608375	Fábrica Viscosa [Brilha No Escuro] PT	20,32	7,76
938132	Globo de Plasma PT/ES/IT	20,32	7,76

Tabela 5 – Preço de cada artigo em estudo

Referência	Artigo	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Procura Total
395879	Escavações Fósseis 4 em 1	8	6	6	5	3	12	11	9	8	0	6	28	102
398207V2	Fábrica Viscosa - Pega Monstros V2 PT	10	5	13	7	8	5	9	5	9	5	7	25	108
399068	Tapete para colorir - Animais	3	2	4	1	2	8	13	7	10	5	7	37	99
481630	Lâmpada de Lava MULTI PT/ES/UK/IT	6	3	10	7	7	5	8	8	3	5	10	33	105
482910	Metal Building - Radio Control PT/ES/UK	0	2	7	6	4	6	1	8	9	8	6	21	78
488158	O Meu Primeiro Kit de Ciências PT	6	3	10	8	3	1	9	6	9	6	7	32	100
488240	Junior Building 4 in 1	16	2	2	4	2	4	7	5	7	8	10	31	98
488264	Fábrica de Maquilhagem PT	0	5	5	8	4	5	5	10	10	6	7	27	92
516238	Science4you: PP nas Cores PT	5	2	4	8	3	2	16	18	13	7	3	0	81
601772	Ciência Brilhante PT	10	1	5	3	2	6	12	11	10	5	5	12	82
605145	Drone4you Nano PT/ES/EN	8	1	3	4	1	4	13	16	3	3	6	21	83
605169	Robotics - Deltabot PT/ES	9	5	4	3	10	12	12	6	5	0	5	21	92
608023	A Ciência Viscosa (brilha no escuro) PT	0	0	0	0	4	14	7	7	10	9	7	20	78
608375	Fábrica Viscosa [Brilha No Escuro] PT	0	0	0	0	12	25	14	28	28	20	52	191	370
938132	Globo de Plasma PT/ES/IT	11	5	7	7	2	2	13	11	7	7	8	18	98

Tabela 6 – Procura mensal e total dos 15 produtos em estudo

Anexo A.2 – Resultados obtidos

<i>Centro Comercial Vasco da Gama</i>									Anual
Referência	Artigo	Quantidade ótima	Quantidade ótima com restrição:			Ponto Encomenda	Custo Total	Tamanho Ciclo	Nº encomendas
			Espaço	Espaço (unidades)	Espaço e Encomenda				
395879	Escavações Fósseis 4 em 1	41,47	3,25	3	0,54	0,84	1204,77	12	31
398207V2	Fábrica Viscosa - Pega Monstros V2 PT	42,67	3,34	3	0,56	0,89	1258,98	11	32
399068	Tapete para colorir - Animais	46,39	3,64	4	0,61	0,81	971,04	13	27
481630	Lâmpada de Lava MULTI PT/ES/UK/IT	42,07	3,3	3	0,55	0,86	1232,04	11	32
482910	Metal Building - Radio Control PT/ES/UK	23,67	1,86	2	0,31	0,64	1908,38	9	42
488158	O Meu Primeiro Kit de Ciências PT	37,1	2,91	3	0,48	0,82	1387,92	11	34
488240	Junior Building 4 in 1	46,15	3,62	4	0,6	0,81	963,82	13	27
488264	Fábrica de Maquilhagem PT	39,39	3,09	3	0,51	0,76	1113,33	12	30
516238	Science4you: PP nas Cores PT	54,1	4,24	4	0,71	0,67	579,44	19	19
601772	Ciência Brilhante PT	37,18	2,91	3	0,49	0,67	1020,31	13	28
605145	Drone4you Nano PT/ES/EN	24,42	1,91	2	0,32	0,68	2006,31	8	43
605169	Robotics - Deltabot PT/ES	44,72	3,51	4	0,58	0,76	919,34	14	26
608023	A Ciência Viscosa (brilha no escuro) PT	48,86	3,83	4	0,64	0,64	634,75	18	20
608375	Fábrica Viscosa [Brilha No Escuro] PT	71,37	5,59	6	0,93	3,04	4048,58	6	66
938132	Globo de Plasma PT/ES/IT	36,73	2,88	3	0,48	0,81	1366,45	11	34
						Somatório CT	20615,44		

Tabela 7 – Output obtido para dados anuais



LISBON  
SCHOOL OF  
ECONOMICS &  
MANAGEMENT  
UNIVERSIDADE DE LISBOA



*Anexo B – Manual de instruções do software – Gestão de Stocks*

Realizado por: Joana Fernandes Figueira

## Índice

Página Inicial.....	3
Introdução de Dados.....	4
1) Input.....	4
2) Alterar e adicionar dados.....	5
3) Introduzir dados de uma nova loja .....	6
Executar programa.....	7
Resultados obtidos.....	8

## Página Inicial

O manual de instruções do software “Gestão de Stocks” é uma ferramenta que pretende facilitar a utilização deste programa. Este foi desenvolvido em Microsoft Excel com o objetivo de calcular, de forma automática, a quantidade a encomendar de cada produto em estudo, tendo em consideração o espaço de armazenamento disponível no ponto de venda pretendido. O programa possibilita também o cálculo dos custos associados à gestão do stock, do momento em que deve ser efetuada uma nova encomenda, do intervalo de tempo entre encomendas sucessivas e do número de encomendas por produto a efetuar por unidade de tempo (identificado pelo utilizador, esta unidade pode ser igual a um mês ou a um ano).

Ao abrir o sistema a partir do ficheiro Excel denominado “Gestão de Stocks”, encontram-se três folhas de cálculo diferentes: a folha “Início”, “Input” e “Output”. A folha “Início”, ilustrada na Imagem 1, representa o menu inicial do programa onde se vêem as principais funcionalidades do mesmo.



Imagem 1 – Menu inicial do programa

## Introdução de dados

### 1) Input

De forma a que o programa opere corretamente é necessário que todos os campos da folha “Input” estejam preenchidos. Para tal, o utilizador deve abrir a segunda folha do ficheiro Excel onde irá encontrar a Imagem 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Loja:	Centro Comercial Vasco da Gama																	
2																			
3	Taxa posse	0,3312			Capacidade	160													
4	Custo encomenda	17,6904			Custo adicional	0,64827													
5																			
6	Referência	Artigo	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Procura Total	Preço s/ IVA	Custo aquisição	Capacidade	Proporção
7	395879	Escavações Fósseis 4 em 1	8	6	6	5	3	12	11	9	8	0	6	28	102	16,25	6,34	36	4,44444444
8	398207V2	Fábrica Viscosa - Pega Monstros V2 PT	10	5	13	7	8	5	9	5	9	5	7	25	108	16,25	6,34	36	4,44444444
9	399068	Tapete para colorir - Animais	3	2	4	1	2	8	13	7	10	5	7	37	99	12,19	4,91	96	1,66666667
10	481630	Lâmpada de Lava MULTI PT/ES/UK/IT	6	3	10	7	7	5	8	8	3	5	10	33	105	16,25	6,34	63	2,53968254
11	482910	Metal Building - Radio Control PT/ES/UK	0	2	7	6	4	6	1	8	9	8	6	21	78	40,64	14,87	36	4,44444444
12	488158	O Meu Primeiro Kit de Ciências PT	6	3	10	8	3	1	9	6	9	6	7	32	100	20,32	7,76	36	4,44444444
13	488240	Junior Building 4 in 1	16	2	2	4	2	4	7	5	7	8	10	31	98	12,19	4,91	36	4,44444444
14	488264	Fábrica de Maquilhagem PT	0	5	5	8	4	5	5	10	10	6	7	27	92	16,25	6,34	36	4,44444444
15	516238	Science4you: PP nas Cores PT	5	2	4	8	3	2	16	18	13	7	3	0	81	6,59	2,96	126	1,26984127
16	601772	Ciência Brilhante PT	10	1	5	3	2	6	12	11	10	5	5	12	82	16,25	6,34	36	4,44444444
17	605145	Drone4you Nano PT/ES/EN	8	1	3	4	1	4	13	16	3	3	6	21	83	40,64	14,87	160	1
18	605169	Robotics - Deltabot PT/ES	9	5	4	3	10	12	12	6	5	0	5	21	92	12,19	4,91	96	1,66666667
19	608023	A Ciência Viscosa (brilha no escuro) PT	0	0	0	0	4	14	7	7	10	9	7	20	78	8,12	3,49	96	1,66666667
20	608375	Fábrica Viscosa (Brilha No Escuro) PT	0	0	0	0	12	25	14	28	28	20	52	191	370	20,32	7,76	36	4,44444444
21	938132	Globo de Plasma PT/ES/IT	11	5	7	7	2	2	13	11	7	7	8	18	98	20,32	7,76	58	2,75862069

Imagem 2 – Dados a preencher na folha “Input”

Na tabela iniciada na linha 6 deve ser introduzida, na primeira coluna (A), a referência de cada artigo, o seu nome na coluna B, e os respetivos dados da procura (da coluna C à N devem ser introduzidas as procuras mensais, e na coluna O deve figurar o somatório das mesmas, representando a procura anual por artigo). Na coluna P deve ser inserido o preço sem IVA do artigo e na coluna Q é calculado o seu custo de aquisição que é igual à soma de 35% do preço sem IVA do produto (percentagem que pode ser alterada pelo utilizador) com o valor dos custos adicionais inseridos em E4. Este valor é composto pelos custos de transporte e de processamento do pedido imputados às encomendas por cada unidade adicional de produto encomendado.

Na célula B3 deve ser introduzido o valor da taxa de posse anual do artigo, considerada constante e independente do artigo em estudo.

Em B4 deve ser introduzido o custo fixo de encomenda, ou seja, o custo associado a todos serviços necessários à realização de uma encomenda e que não variam com a quantidade encomendada.

Na célula E3, deve ser introduzida a capacidade de armazenamento do espaço em questão. Neste caso, para definir esta capacidade, deve ser considerado, entre os produtos em estudo, o mais pequeno, ou seja, aquele que ocupa menos espaço de armazenamento (sendo este valor igual ao número máximo de unidades deste artigo possíveis de armazenar no ponto de venda). Na coluna R deve introduzir-se o número máximo de unidades de cada artigo que é possível ter em loja. Posteriormente, na coluna S, é calculada a proporção de cada um dos restantes artigos face ao mais pequeno. Este cálculo efetua-se dividindo a capacidade, se contabilizado apenas o artigo mais pequeno, valor inscrito em E3, pelo número de unidades que é possível arrumar no espaço selecionado, contabilizadas na linha correspondente a cada produto.

## 2) Alterar e adicionar dados

De forma a tornar o programa adaptável à variabilidade do negócio é possível ao utilizador alterar dados inseridos inicialmente. Para tal foram criados os dois botões apresentados na Imagem 3. Ao carregar no botão “Alterar dados”, o utilizador é reencaminhado para a folha “Input” onde é possível modificar qualquer informação já existente. Por outro lado, é também possível introduzir novos dados referentes à loja em estudo. Neste caso, o utilizador carrega no botão “Introduzir novos dados” e será também direcionado para a folha “Input” para assim proceder à introdução de novos artigos ou custos adicionais identificados.



Imagem 3 – Botões para alteração de dados inseridos inicialmente

### 3) Introduzir dados de uma nova loja

Para que a metodologia presente neste software possa ser aplicada às diversas lojas da Science4you foi criado o botão “Introduzir dados nova loja” (Imagem 4). Quando o utilizador pressiona este botão irá aparecer a mensagem que figura na Imagem 5. Se o utilizador optar pela opção “Não” o sistema mantém-se no menu inicial, mas se optar pela opção “Sim”, irá surgir uma folha “Input” sem qualquer dado, para que este possa reiniciar o programa para uma loja diferente, como se pode observar na Imagem 6.



Imagem 4 – Botão para introduzir dados de uma loja diferente

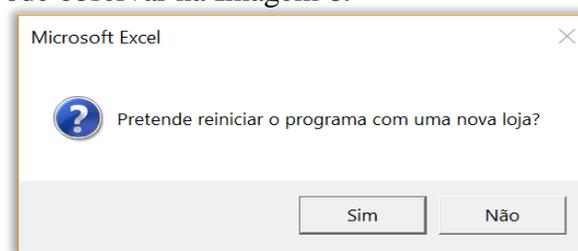


Imagem 5 – Mensagem de confirmação para reiniciar programa

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Loja:																		
2																			
3	Taxa posse			Capacidade															
4	Custo encomenda			Custo adicional															
5																			
6	Referência	Artigo	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Procura Total	Preço s/ IVA	Custo aquisição	Capacidade	Proporção
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			

Imagem 6 – Folha Input sem dados

## Executar programa

O programa “Gestão de Stocks” está pronto para ser executado após a inserção de todos os dados necessários para a aplicação da metodologia base.

Para tal, o utilizador tem de carregar no botão “Executar”, presente na página inicial, surgindo, de seguida, a mensagem apresentada na Imagem 8. O utilizador deve pressionar o botão esquerdo se desejar o cálculo anual e o direito para o cálculo mensal das quantidades ótimas a encomendar. Neste segundo caso, aparece uma lista com todos os meses do ano para que o utilizador possa seleccionar qual o pretendido (Imagem 9). Em qualquer dos casos, os resultados obtidos são escritos na folha “Output”, com a indicação, no canto superior direito, da unidade temporal escolhida, sendo nos cálculos mensais também indicado o mês seleccionado.



Imagem 7 – Botão para executar programa

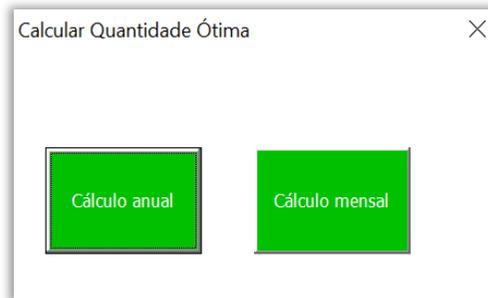


Imagem 8 – Escolha da unidade temporal desejada

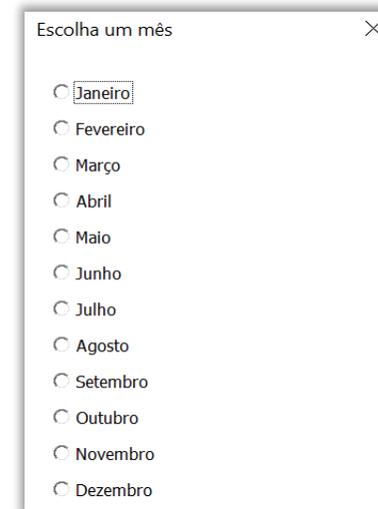


Imagem 9 – Escolha do mês pretendido para análise

## Resultados obtidos

Os resultados obtidos após a execução do programa são exemplificados nas imagens apresentadas de seguida, ilustrando quer os resultados anuais (Imagem 10), quer os resultados dos meses de janeiro (Imagem 11), maio (Imagem 12), setembro (Imagem 13) e dezembro (Imagem 14).

<i>Centro Comercial Vasco da Gama</i>									Anual	
Referência	Artigo	Quantidade ótima	Quantidade ótima com restrição:			Ponto Encomenda	Custo Total	Tamanho Ciclo	Nº encomendas	
			Espaço	Espaço (unidades)	Espaço e Encomenda					
395879	Escavações Fósseis 4 em 1	41,47	3,25	3	0,54	0,84	1204,77	12	31	
398207V2	Fábrica Viscosa - Pega Monstros V2 PT	42,67	3,34	3	0,56	0,89	1258,98	11	32	
399068	Tapete para colorir - Animais	46,39	3,64	4	0,61	0,81	971,04	13	27	
481630	Lâmpada de Lava MULTI PT/ES/UK/IT	42,07	3,3	3	0,55	0,86	1232,04	11	32	
482910	Metal Building - Radio Control PT/ES/UK	23,67	1,86	2	0,31	0,64	1908,38	9	42	
488158	O Meu Primeiro Kit de Ciências PT	37,1	2,91	3	0,48	0,82	1387,92	11	34	
488240	Junior Building 4 in 1	46,15	3,62	4	0,6	0,81	963,82	13	27	
488264	Fábrica de Maquilhagem PT	39,39	3,09	3	0,51	0,76	1113,33	12	30	
516238	Science4you: PP nas Cores PT	54,1	4,24	4	0,71	0,67	579,44	19	19	
601772	Ciência Brilhante PT	37,18	2,91	3	0,49	0,67	1020,31	13	28	
605145	Drone4you Nano PT/ES/EN	24,42	1,91	2	0,32	0,68	2006,31	8	43	
605169	Robotics - Deltabot PT/ES	44,72	3,51	4	0,58	0,76	919,34	14	26	
608023	A Ciência Viscosa (brilha no escuro) PT	48,86	3,83	4	0,64	0,64	634,75	18	20	
608375	Fábrica Viscosa [Brilha No Escuro] PT	71,37	5,59	6	0,93	3,04	4048,58	6	66	
938132	Globo de Plasma PT/ES/IT	36,73	2,88	3	0,48	0,81	1366,45	11	34	
							Somatório CT	20615,44		

Imagem 10 – Resultados anuais obtidos

Centro Comercial Vasco da Gama									Janeiro
Referência	Artigo	Quantidade ótima	Quantidade ótima com restrição:			Ponto Encomenda	Custo Total	Tamanho Ciclo	Nº encomendas
			Espaço	Espaço (unidades)	Espaço e Encomenda				
395879	Escavações Fósseis 4 em 1	40,23	4,52	5	0,75	0,77	82,4	18	2
398207V2	Fábrica Viscosa - Pega Monstros V2 PT	44,98	5,05	5	0,84	0,97	98,81	16	2
399068	Tapete para colorir - Animais	27,98	3,14	3	0,52	0,29	31,84	32	1
481630	Lâmpada de Lava MULTI PT/ES/UK/IT	34,84	3,91	4	0,65	0,58	65,49	20	2
482910	Metal Building - Radio Control PT/ES/UK	0	0	0	0	0	0	N/D	N/D
488158	O Meu Primeiro Kit de Ciências PT	31,48	3,54	4	0,59	0,58	76,95	18	2
488240	Junior Building 4 in 1	64,6	7,26	7	1,21	1,55	118,14	14	2
488264	Fábrica de Maquilhagem PT	0	0	0	0	0	0	N/D	N/D
516238	Science4you: PP nas Cores PT	46,56	5,23	5	0,87	0,48	31,91	32	1
601772	Ciência Brilhante PT	44,98	5,05	5	0,84	0,97	98,81	16	2
605145	Drone4you Nano PT/ES/EN	26,26	2,95	3	0,49	0,77	167,57	11	3
605169	Robotics - Deltabot PT/ES	48,45	5,44	5	0,91	0,87	73,86	19	2
608023	A Ciência Viscosa (brilha no escuro) PT	0	0	0	0	0	0	N/D	N/D
608375	Fábrica Viscosa [Brilha No Escuro] PT	0	0	0	0	0	0	N/D	N/D
938132	Globo de Plasma PT/ES/IT	42,63	4,79	5	0,8	1,06	126,52	13	2
Somatório CT							972,3		

Imagem 11 – Resultados obtidos para janeiro

Centro Comercial Vasco da Gama									Maior
Referência	Artigo	Quantidade ótima	Quantidade ótima com restrição:			Ponto Encomenda	Custo Total	Tamanho Ciclo	Nº encomendas
			Espaço	Espaço (unidades)	Espaço e Encomenda				
395879	Escavações Fósseis 4 em 1	24,64	2,87	3	0,48	0,29	37,74	30	1
398207V2	Fábrica Viscosa - Pega Monstros V2 PT	40,23	4,69	5	0,78	0,77	81,28	18	2
399068	Tapete para colorir - Animais	22,84	2,66	3	0,44	0,19	23,3	41	1
481630	Lâmpada de Lava MULTI PT/ES/UK/IT	37,63	4,39	4	0,73	0,68	72,97	19	2
482910	Metal Building - Radio Control PT/ES/UK	18,57	2,16	2	0,36	0,39	92,63	17	2
488158	O Meu Primeiro Kit de Ciências PT	22,26	2,59	3	0,43	0,29	44,01	27	1
488240	Junior Building 4 in 1	22,84	2,66	3	0,44	0,19	23,3	41	1
488264	Fábrica de Maquilhagem PT	28,45	3,32	3	0,55	0,39	46,98	26	1
516238	Science4you: PP nas Cores PT	36,07	4,2	4	0,7	0,29	21,67	43	1
601772	Ciência Brilhante PT	20,12	2,34	2	0,39	0,19	27,97	36	1
605145	Drone4you Nano PT/ES/EN	9,28	1,08	1	0,18	0,1	31,44	34	1
605169	Robotics - Deltabot PT/ES	51,07	5,95	6	0,99	0,97	79,27	18	2
608023	A Ciência Viscosa (brilha no escuro) PT	38,33	4,47	4	0,74	0,39	30,02	35	1
608375	Fábrica Viscosa [Brilha No Escuro] PT	44,52	5,19	5	0,86	1,16	134,59	13	2
938132	Globo de Plasma PT/ES/IT	18,18	2,12	2	0,35	0,19	32,45	33	1
Somatório CT							779,63		

Imagem 12 – Resultados obtidos para maio

<i>Centro Comercial Vasco da Gama</i>										Setembro
Referência	Artigo	Quantidade ótima	Quantidade ótima com restrição:			Ponto Encomenda	Custo Total	Tamanho Ciclo	Nº encomendas	
			Espaço	Espaço (unidades)	Espaço e Encomenda					
395879	Escavações Fósseis 4 em 1	40,23	3,11	3	0,52	0,8	96,46	12	3	
398207V2	Fábrica Viscosa - Pega Monstros V2 PT	42,67	3,3	3	0,55	0,9	105,57	11	3	
399068	Tapete para colorir - Animais	51,08	3,95	4	0,66	1	94,21	12	3	
481630	Lâmpada de Lava MULTI PT/ES/UK/IT	24,64	1,9	2	0,32	0,3	47,04	19	2	
482910	Metal Building - Radio Control PT/ES/UK	27,85	2,15	2	0,36	0,9	208,24	7	4	
488158	O Meu Primeiro Kit de Ciências PT	38,56	2,98	3	0,5	0,9	123,56	10	3	
488240	Junior Building 4 in 1	42,73	3,3	3	0,55	0,7	72,12	14	2	
488264	Fábrica de Maquilhagem PT	44,98	3,48	3	0,58	1	114,54	10	3	
516238	Science4you: PP nas Cores PT	75,08	5,8	6	0,97	1,3	78,29	13	2	
601772	Ciência Brilhante PT	44,98	3,48	3	0,58	1	114,54	10	3	
605145	Drone4you Nano PT/ES/EN	16,08	1,24	1	0,21	0,3	87,56	12	2	
605169	Robotics - Deltabot PT/ES	36,11	2,79	3	0,47	0,5	56,45	17	2	
608023	A Ciência Viscosa (brilha no escuro) PT	60,6	4,68	5	0,78	1	72,89	14	2	
608375	Fábrica Viscosa [Brilha No Escuro] PT	68,01	5,26	5	0,88	2,8	312,07	6	5	
938132	Globo de Plasma PT/ES/IT	34	2,63	3	0,44	0,7	101,72	11	3	
							Somatório CT	1685,26		

Imagem 13 – Resultados obtidos para setembro

<i>Centro Comercial Vasco da Gama</i>										Dezembro
Referência	Artigo	Quantidade ótima	Quantidade ótima com restrição:			Ponto Encomenda	Custo Total	Tamanho Ciclo	Nº encomendas	
			Espaço	Espaço (unidades)	Espaço e Encomenda					
395879	Escavações Fósseis 4 em 1	75,27	3,23	3	0,54	2,71	331,1	4	9	
398207V2	Fábrica Viscosa - Pega Monstros V2 PT	71,12	3,05	3	0,51	2,42	303,62	4	8	
399068	Tapete para colorir - Animais	98,25	4,21	4	0,7	3,58	337,4	4	9	
481630	Lâmpada de Lava MULTI PT/ES/UK/IT	81,71	3,51	4	0,58	3,19	375,97	3	9	
482910	Metal Building - Radio Control PT/ES/UK	42,54	1,83	2	0,3	2,03	516,26	3	12	
488158	O Meu Primeiro Kit de Ciências PT	72,71	3,12	3	0,52	3,1	430,13	3	10	
488240	Junior Building 4 in 1	89,92	3,86	4	0,64	3	294,79	4	8	
488264	Fábrica de Maquilhagem PT	73,91	3,17	3	0,53	2,61	321,99	4	9	
516238	Science4you: PP nas Cores PT	0	0	0	0	0	0	N/D	N/D	
601772	Ciência Brilhante PT	49,27	2,11	2	0,35	1,16	176,65	5	6	
605145	Drone4you Nano PT/ES/EN	42,55	1,83	2	0,3	2,03	516,25	3	12	
605169	Robotics - Deltabot PT/ES	74,01	3,17	3	0,53	2,03	220,44	5	7	
608023	A Ciência Viscosa (brilha no escuro) PT	85,71	3,68	4	0,61	1,94	166,22	6	5	
608375	Fábrica Viscosa [Brilha No Escuro] PT	177,63	7,62	8	1,27	18,48	1926,47	1	25	
938132	Globo de Plasma PT/ES/IT	54,53	2,34	2	0,39	1,74	276,08	4	8	
							Somatório CT	6193,35		

Imagem 14 – Resultados obtidos para dezembro



LISBON  
SCHOOL OF  
ECONOMICS &  
MANAGEMENT  
UNIVERSIDADE DE LISBOA



*Fim!*

Software: “Gestão de Stocks”

Realizado por: Joana Fernandes Figueira

Orientadores: Cândida Mourão e Pedro Coelho