

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Helena Isabel Oliveira Alves

**Estudo e implementação de modelos
de gestão de stocks em sistemas ERP
para empresas retalhistas**

Helena Isabel Oliveira Alves **Estudo e implementação de modelos de gestão de stocks em sistemas ERP para empresas retalhistas**

UMinho | 2015

outubro de 2015



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Helena Isabel Oliveira Alves

**Estudo e implementação de modelos
de gestão de stocks em sistemas ERP
para empresas retalhistas**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia de Sistemas

Trabalho efetuado sob orientação do
Professor José Telhada

DECLARAÇÃO

Nome: Helena Isabel Oliveira Alves

Título da dissertação: Estudo e implementação de modelos de gestão de stocks em sistemas ERP para empresas retalhistas

Orientador: Professor José Telhada

Ano de conclusão: 2015

Mestrado em Engenharia de Sistemas

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, ____/____/____

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Após este longo percurso, quero aqui agradecer a todas as pessoas que me apoiaram e contribuíram para a realização desta tese.

Em primeiro lugar, quero agradecer aos meus pais pela oportunidade que me deram em ingressar num curso superior e pela confiança que sempre depositaram em mim. Obrigada por tentarem dar-me uma melhor qualidade de vida. Um muito obrigado também à minha irmã pela sua constante preocupação e ajuda ao longo de todo este percurso.

Ao meu orientador, Professor José Telhada, quero deixar um enorme agradecimento pela constante dedicação e preocupação. Obrigada por todo o apoio. Sem a sua colaboração a realização desta dissertação não seria possível.

À Direção do Mestrado de Engenharia de Sistemas, pelas oportunidades que nos proporcionam em ingressar em empresas de excelência para a realização das dissertações.

Por fim, quero agradecer a todas as pessoas da empresa que, desde o início me trataram como se fosse um dos “seus”. Obrigada por toda a ajuda. Quero agradecer também a todos os meus amigos que me apoiaram ao longo de todo este percurso.

RESUMO

Nos dias de hoje, uma boa gestão de stocks passou a ser uma das constantes preocupações por parte dos gestores da área do retalho, devido à constante preocupação em oferecer a melhor qualidade do serviço prestado ao cliente. Por outro lado, existe também a preocupação de não empatar capital em níveis de stock excessivos. A implementação de uma gestão de stocks eficaz e eficiente torna-se fundamental, de forma a racionalizar o sistema, equilibrando as diferentes parcelas dos custos de gestão, e identificando que quantidades devem ser mantidas em stock de forma a assegurar um determinado nível de serviço ao cliente.

Esta racionalização ou otimização dos stocks é realizada através do uso de diferentes políticas e modelos de gestão de stocks. Estes modelos foram integrados numa ferramenta, desenvolvida no âmbito da dissertação, no sentido de auxiliar o gestor na tomada de decisão. As análises e metodologias aplicadas na ferramenta foram previamente investigadas através de uma revisão da literatura sobre políticas, métodos de análise e métodos de solução utilizados na gestão de stocks.

Uma parte do estudo foi conduzida de acordo com a metodologia de investigação-ação, nomeadamente a parte do desenvolvimento do novo *software*. Este *software* é uma parte integrante do *software* da empresa, incluindo um novo conjunto de políticas e métodos de solução de gestão de stocks, métodos de análise de desempenho, métodos de análise estatística, entre outros recursos funcionais. Posteriormente, recorreu-se à metodologia de estudo de caso, na aplicação do *software* a uma empresa retalhista. Através desta aplicação foi possível realizar um breve diagnóstico e sugerir algumas alterações na gestão de stocks da empresa, confirmando-se assim a utilidade da aplicação.

Palavras-Chave: gestão de stocks; simulação; retalho; modelos e aplicações; indicadores de desempenho.

ABSTRACT

Nowadays, managing retail inventory has become a constant concern for retail managers, due to the constant concern to provide the best customer service. On the other hand, there is also the concern of not tying up capital in excessive stock levels. The implementation of effectively and efficiently managing inventory is fundamental in order to streamline the system, balancing the different portions of management costs, and identifying what amounts should be kept in stock in order to ensure a certain level of customer care and satisfaction.

This systemization or optimization of stock is accomplished through the use of different policies and inventory management models. These models were integrated into a tool developed as part of the dissertation, to assist managers in decision making. Analysis and methodologies applied in the tool were previously researched in relevant literature regarding policies, analysis methods and solution methods used in inventory management.

Part of the study was conducted in accordance with the methodology of action-research, including the part of developing the new software. This software is an integral part of business software, including a new set of policies and methods of inventory management solution, performance analysis methods, statistical analysis methods, among other functional features. Subsequently resorted to the case study methodology, in the application software at a retail company. Through this application it was possible to carry out a brief diagnosis and suggest some changes in the business' inventory management, thus confirming the advantages of the application.

KEYWORDS: stock management; simulation; retail; models and applications; performance indicators.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xv
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia.....	3
1.4 Estrutura do Documento.....	4
2. Revisão da literatura.....	5
2.1 Introdução.....	5
2.2 Gestão e controlo de stocks.....	6
2.2.1 Características dos artigos.....	8
2.2.2 Custos logísticos.....	9
2.2.3 Medidas de desempenho.....	10
2.2.4 Políticas e modelos de gestão de stocks.....	11
2.3 Análises e sistemas de apoio à gestão de stocks.....	21
2.3.1 Análise ABC.....	21
2.3.2 Previsão da Procura.....	22
2.3.3 Sistemas de informação e ferramentas (<i>software</i>).....	24
2.4 Síntese e principais conclusões.....	27
3. Desenvolvimento metodológico e implementação computacional.....	29
3.1 Introdução.....	29
3.2 Modelo conceptual do sistema de apoio à decisão.....	30
3.3 O <i>software</i> atual da empresa – <i>Stock Optimisation</i>	32
3.3.1 Cálculo das necessidades.....	32

3.3.2	Métodos de previsão da procura	35
3.4	Módulos e funcionalidades desenvolvidas e implementadas	37
3.4.1	Análise estatística	37
3.4.2	Políticas de gestão de stocks – estimação e gestão operacional.....	39
3.4.3	Simulação de políticas	41
3.4.3.1	Promoções	45
3.4.3.2	Indicadores de desempenho e relatórios	47
3.4.3.3	Outras funcionalidades	50
3.5	Síntese e principais conclusões	52
4.	Estudo de caso: caracterização e diagnóstico	55
4.1	Contextualização do estudo de caso	55
4.2	Inconsistências na base de dados da empresa	56
4.3	Análises ABC.....	57
4.4	Taxas de rotação e níveis de serviço	59
4.5	Estimação dos custos de gestão de stock	66
4.6	Síntese e principais conclusões	67
5.	Estudo de caso: estimação de políticas	69
5.1	Introdução	69
5.2	Gestão coordenada de produtos	70
5.2.1	Estimação da distribuição da procura	70
5.2.2	Estimação dos parâmetros pelo método analítico	71
5.2.3	Estudos de simulação	72
5.3	Gestão individualizada de produtos	75
5.3.1	Análise do desempenho observado	75
5.3.2	Análise prospetiva de políticas futuras	80
5.4	Síntese e principais conclusões	84
6.	Conclusões e sugestões de trabalho futuro	87
	Bibliografia	89
	Anexos	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração da evolução do stock gerido por uma política de QEE (sistema determinístico) ...	12
Figura 2 - Ilustração da evolução do stock gerido por uma política (s,Q).....	15
Figura 3 - Ilustração da evolução do stock gerido por uma política (R,S).....	16
Figura 4 - Proposta da arquitetura do sistema de apoio à decisão.....	31
Figura 5 - Mensagem informativa sobre políticas de gestão de stocks	40
Figura 6 - Mensagem informativa sobre políticas de gestão de stocks	41
Figura 7- Menu principal da ferramenta.....	41
Figura 8 – Menu de alteração de dados	42
Figura 9 – Menu de alteração de parâmetros.....	43
Figura 10 - Histograma representativo do prazo de entrega (tabela).....	43
Figura 11 - Histograma representativo do prazo de entrega (gráfico).....	44
Figura 12 - Formulário de novas promoções.....	46
Figura 13 - Mensagem Informativa sobre histórico de promoções.....	47
Figura 14 - Mensagem informativa sobre dados em falta	51
Figura 15 - Mensagem informativa sobre dados não encontrados	52
Figura 16 - Curva ABC da Loja 1	57
Figura 17 - Curva ABC da Loja 2	58
Figura 18 - Curva ABC da Loja 3.....	58
Figura 19 - Taxas de rotação agregadas durante ano 2014 por loja	59
Figura 20 - Taxas de cobertura agregadas durante ano 2014 por loja	60
Figura 21 - Taxas de rutura agregadas durante ano 2014 por loja	60
Figura 22 - Níveis de serviço agregados durante ano 2014 por loja	61
Figura 23 - Valores do stock médio mensal de 2014 por loja.....	62
Figura 24 - Stock Médio agregado de cada categoria durante ano 2014 por loja	62
Figura 25 - Taxa de rotação agregada de cada categoria durante ano 2014 por loja.....	63
Figura 26 - Taxa de Cobertura agregada de cada categoria durante ano 2014 por loja.....	63
Figura 27 - Nível de serviço agregado, em termos de situações de quebra, de cada categoria durante o ano de 2014 por loja	64

Figura 28 - Nível de serviço agregado, em termos de quantidade de quebra, de cada categoria durante o ano de 2014 por loja	64
Figura 29 - Probabilidade de quebra agregada, em termos de percentagem de encomendas, de cada categoria durante o ano de 2014 por loja.....	65
Figura 30 - Probabilidade de quebra agregada, em termos de percentagem de dias, de cada categoria durante o ano de 2014 por loja	65
Figura 31 - Evolução do stock do artigo 4700 segundo uma política (s,c,S).....	73
Figura 32 - Evolução do stock do artigo 59539 segundo uma política (s,c,S)	73
Figura 33 - Evolução do stock do artigo 677 segundo uma política (s,c,S).....	73
Figura 34 - Evolução do stock do artigo 2419 segundo uma política (s,c,S).....	74
Figura 35 - Stock Médio atingido durante o ano 2014	76
Figura 36 - Taxas de rotação e cobertura atingidas durante o ano de 2014.....	76
Figura 37 - Níveis de serviço atingidos durante o ano de 2014	77
Figura 38 - Probabilidades de quebra e taxas de rutura atingidas durante o ano de 2014	77
Figura 39- Custos logísticos atingidos durante o ano de 2014	77
Figura 40 - Evolução do stock segundo uma política (s,Q)	79
Figura 41 - Evolução do stock segundo uma política (s,S).....	79
Figura 42 - Evolução do stock segundo uma política (R,S)	79
Figura 43 - Evolução do stock segundo uma política (R,s,S).....	80
Figura 44 - Stock Médio atingido durante período futuro de 2015.....	82
Figura 45 - Taxas de rotação e cobertura atingidas durante o período futuro de 2015.....	82
Figura 46 - Níveis de serviço atingidos durante o período futuro de 2015.....	82
Figura 47 - Probabilidades de quebra atingidas durante o período futuro de 2015	83
Figura 48 - Custos Logísticos atingidos durante o período futuro de 2015.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimação analítica dos parâmetros da política de gestão coordenada (s,c,S) dos quatro produtos intervenientes	71
Tabela 2 - Estimativas dos parâmetros ótimos das políticas (método analítico).....	76
Tabela 3 - Valores da procura semanal e mensal para os dois tipos de análise	81
Tabela 4 - Parâmetros das várias políticas para os dois tipos de análise	81
Tabela 5 - Amostra recolhida para análise (Loja 1)	103
Tabela 6 - Amostra recolhida para análise (Loja 2)	104
Tabela 7 - Amostra recolhida para análise (Loja 3)	104
Tabela 8 - Custos relevantes para o cálculo do custo de posse de stock (adaptado de Carvalho, 2010)	105
Tabela 9 - Cálculo do custo de armazenagem (adaptado de Carvalho, 2010).....	105
Tabela 10 - Taxa de jura de depósito a prazo (adaptado de Carvalho, 2010).....	106
Tabela 11 - Custo de oportunidade de capital (adaptado de Carvalho, 2010)	106
Tabela 12 - Custos relevantes para o cálculo do custo de passagem de encomenda (adaptado de Carvalho, 2010)	107
Tabela 13 - Cálculo do custo de passagem de encomenda (adaptado de Carvalho, 2010)	107
Tabela 14 - Custos relevantes para o cálculo do custo de passagem de encomenda (retirado de Carvalho, 2010).....	108
Tabela 15 - Cálculo do custo de passagem de encomenda (adaptado de Carvalho, 2010)	108

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

CPFR Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment

EMA Erro Médio Absoluto

EQM Erro Quadrático Médio

ERP Enterprise Resource Planning

QEE Quantidade Económica de Encomenda

SKU Stock Keeping Unit

TI Tecnologia de informação

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Um dos principais desafios dos retalhistas é fazer uma boa gestão de stocks, nomeadamente, decidir para cada produto a adquirir, o momento em que deve ser encomendado ao(s) fornecedor(es) e em que quantidade, e, implicitamente, que quantidade deve ser mantida em stock, por forma a evitar perder vendas e, simultaneamente, incorrer no menor custo possível. Neste contexto, o uso de modelos de gestão de stocks torna-se fundamental para decidir este tipo de estratégias.

Tendo como base os desafios anteriormente citados, a presente dissertação baseia-se num trabalho de análise, desenvolvimento e implementação de modelos que permitam melhorar todos os processos envolvidos na gestão de stocks de uma empresa retalhista. O estudo foi realizado na empresa Itim-Profimetrics que desenvolve *software*, soluções e serviços para retalhistas de forma a ajudá-los a gerir os seus negócios. Os seus serviços incluem a operacionalização e controlo dos sistemas de gestão de stocks, preços, promoções, contratos e negociação com fornecedores e gestão de etiquetas e cartazes.

Para tornar a gestão de stocks mais ágil para os gestores, a Itim-Profimetrics desenvolveu um produto – *Stock Optimisation* – que trata desta temática. Este *software* é destinado a retalhistas e grossistas e é aplicado ao longo de toda a cadeia logística, desde o fornecedor até ao cliente final. O *software* disponibiliza ao cliente a possibilidade de visualizar o comportamento de determinados indicadores de desempenho, como o nível de serviço prestado, a taxa de rotação dos produtos e o custo da gestão de stock. Para dar apoio à gestão e controlo de stocks, este sistema inclui ainda modelos de previsão da procura, regista informação dos prazos de entrega dos fornecedores, custos de aquisição e manutenção de stock, informações logísticas (tamanho de caixas, paletes, camiões), entre outros.

A versão atual do *software* comercializado pela empresa não contempla muitas das metodologias que permitem implementar políticas alternativas de gestão de stocks, bem como alguns indicadores de desempenho e análises estatísticas. Além disso, os métodos de solução existentes baseiam-se, maioritariamente, em regras empíricas e decisões arbitrárias por parte dos retalhistas. Desta forma, parte deste projeto consistiu no desenvolvimento de uma nova ferramenta, capaz de melhorar significativamente o sistema de apoio à gestão de stocks das empresas-cliente. Esta ferramenta inclui diferentes módulos independentes, mas interligados, que poderão ser integrados futuramente no

software atual da empresa. Estes módulos incluem um novo conjunto de políticas de gestão de stocks, métodos de análise estatística, um conjunto mais alargado de indicadores de desempenho e outros recursos funcionais de interesse para os retalhistas. Desta forma, através da implementação destas novas metodologias, pretende-se contribuir para um melhor desempenho na gestão de stocks, tentando-se encontrar os melhores compromissos que permitam atingir os objetivos definidos pelas empresas-cliente. No sentido de validar o novo *software*, procedeu-se à sua aplicação no âmbito de um estudo de caso numa empresa-cliente, atualmente considerada como um dos maiores retalhistas alimentares do Brasil.

1.2 Objetivos

Esta dissertação visa identificar, implementar (computacionalmente), e validar a aplicação de métodos de gestão de stocks que melhor se adequem às diferentes características dos artigos a serem geridos, enriquecendo assim o *software* que a empresa já comercializa atualmente.

Os objetivos específicos desta dissertação são os seguintes:

- Estudar os métodos de solução e parâmetros de controlo de stocks implementados pela empresa no *software* que esta comercializa.
- Desenvolver ou adaptar, e implementar os métodos que se achem mais adequados a diferentes sistemas e situações reais.
- Identificar e implementar os indicadores de desempenho de maior interesse para os gestores de stocks, tendo em conta alguns aspetos práticos relevantes tais com a forma de visualização dos valores desses indicadores e a possibilidade de alterar o seu nível de agregação (por artigo, por família de artigos, na globalidade).
- Testar e validar o novo *software* usando os dados reais disponíveis na empresa selecionada para o estudo de caso. Como parte do processo de validação do *software*, proceder a uma análise e diagnóstico do sistema de gestão de stocks desta empresa, bem como estimar as melhores políticas de gestão a adotar pela empresa.

1.3 Metodologia

De maneira a concretizar os objetivos mencionados acima, o presente estudo baseou-se nas metodologias de investigação-ação e estudo de caso. Segundo Coutinho *et al.* (2009) a investigação-ação é uma metodologia de investigação que inclui simultaneamente ação (ou mudança) e investigação (ou compreensão), desenvolvida num processo cíclico, que alterna entre ação e reflexão crítica. Esta metodologia caracteriza-se por ser um processo dinâmico, envolvendo diferentes fases: definição do problema, elaboração de um plano de ação, implementação do plano e discussão dos resultados obtidos. Por outro lado, um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenómeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenómeno e o contexto não estão claramente definidos. Como estratégia de pesquisa, o estudo de caso compreende um método abrangente, com a lógica de planeamento, incorporando abordagens específicas à recolha e à análise de dados (Yin, 2001).

Para a presente dissertação, o problema em estudo seguiu as estratégias definidas anteriormente. Inicialmente, procedeu-se à identificação dos problemas através do estudo dos métodos de solução e indicadores de desempenho implementados pela empresa e através de sucessivas sessões de esclarecimento e troca de informações com o orientador da empresa, que se tornaram particularmente relevantes. Numa fase posterior, elaborou-se um plano sobre as funcionalidades que fariam parte da ferramenta de apoio à decisão, que seria desenvolvida para o estudo de novos métodos de solução, para situações reais, de modo a atingir os objetivos definidos pelas empresas-cliente. Deste modo, procedeu-se à recolha e tratamento dos dados, de uma dessas empresas-cliente, necessários para o bom funcionamento da ferramenta desenvolvida. Numa fase final, após a implementação da ferramenta, procedeu-se à análise e discussão dos resultados obtidos.

1.4 Estrutura do Documento

A presente dissertação está organizada em vários capítulos, como se descreve a seguir.

No primeiro e presente capítulo, são apresentados o enquadramento do problema, os objetivos propostos e a metodologia de ação utilizada.

No segundo capítulo é feita uma breve revisão da literatura, onde são identificados e analisados os principais modelos e métodos de gestão de stocks e a importância dos sistemas de apoio à decisão na gestão de stocks.

No terceiro capítulo é apresentado todo o desenvolvimento metodológico e implementações computacionais integradas na nova ferramenta. Neste capítulo também são apresentados os métodos de solução adotados pela empresa assim como o funcionamento de todos os processos inerentes à gestão de stocks.

No quarto capítulo é realizado um pequeno diagnóstico do sistema atual de gestão de stocks da empresa selecionada para o estudo de caso.

No quinto capítulo são estimadas as melhores políticas de gestão de stocks a adotar pela empresa-cliente, através da técnica de simulação.

No sexto e último capítulo estão registadas as principais conclusões do trabalho realizado assim como as recomendações e sugestões de trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é realizada uma breve revisão bibliográfica sobre os temas relacionados com as problemáticas expostas, nomeadamente conceitos ligados à gestão de stocks (ou inventário), o estudo de métodos de solução mais adequados a diferentes sistemas e situações reais e a importância de alguns sistemas de apoio a essa gestão, tais como os sistemas de informação e de previsão da procura.

2.1 Introdução

Num mercado cada vez mais competitivo, as empresas retalhistas necessitam de adotar estratégias que visem otimizar as suas operações. Existe uma crescente necessidade de alcançar a eficácia e eficiência dos processos de gestão e, sendo os stocks um dos ativos com maior peso numa organização, é necessário definir a melhor forma de os gerir de maneira a satisfazer as necessidades dos clientes, mantendo um custo mínimo e evitando a ocorrência de ruturas de stock.

Antes de mais, é importante entender o conceito de stock. Segundo Tersine (1993), stock ou inventário é o material mantido num estado inativo ou incompleto, aguardando futura venda, utilização ou transformação (Tersine, 1993). Os stocks mantêm um papel crucial numa empresa mantendo o equilíbrio entre a oferta e a procura. Estes também protegem o incumprimento dos prazos de entrega, evitam a ocorrência de ruturas, satisfazem a procura irregular e contribuem ativamente na criação de valor para o cliente (Chikán, 2007).

Os stocks representam um grande uso de capital. Por esta razão, Stock e Lambert (2001) afirmam que a gestão de stocks é fundamental no aumento da rentabilidade das empresas, na prevenção do impacto de políticas corporativas ao nível do stock e na minimização do custo total das atividades logísticas. O lucro das empresas pode ser melhorado através do aumento do volume de vendas ou pela redução dos custos de inventário. Aumentar as vendas é muitas vezes possível se altos níveis de stock levam a uma maior disponibilidade produtos e níveis de serviço mais consistentes. Por outro lado, um baixo nível de stock pode reduzir as taxas de preenchimento em pedidos de clientes e resultar em vendas perdidas. No entanto, os custos associados a altos níveis de stock normalmente excedem os benefícios derivados. Uma melhor gestão de stocks pode aumentar a capacidade de controlar e prever a reação do investimento em stock. A gestão de stocks deve determinar o nível de stock necessário para

alcançar um mínimo custo logístico total, tendo em conta os objetivos mínimos necessários prestados ao cliente.

A existência de stocks é algo muito comum no contexto das empresas e organizações. Na verdade, praticamente todas elas não podem funcionar sem uma certa quantidade de inventário. Segundo Sanders (2012), existem diferentes tipos de inventário que atendem a diferentes objetivos organizacionais. Uma razão para manter inventário é que os bens não podem chegar imediatamente quando existe falta de stock. Existe um certo período de espera que é necessário para os bens serem produzidos e distribuídos. Por outro lado, podem ocorrer variações durante este período de espera, designado por prazo de entrega, devido a atrasos na entrega, problemas de produção, perda de encomendas, entre outros. Além da proteção contra o prazo de entrega, manter um certo nível de inventário extra permite atender a variações naturais da procura, uma vez que esta nunca é conhecida com certeza (Sanders, 2012). No caso do retalho, por exemplo, verifica-se uma menor procura durante a semana e uma procura mais elevada durante o fim-de-semana. Não ter um adequado nível de stock de segurança, pode levar a perda de vendas.

De acordo com Rushton *et al.* (2000), manter um determinado nível de stock ajuda a manter os custos de produção baixos. Além disso, estes autores afirmam que a posse de stock também pode ser justificada, em alguns casos, pela proteção que dá contra futuros aumentos temporários (previsíveis) dos preços devidos a especulação, sendo por isso que algumas empresas compram os produtos em grandes quantidades em determinados períodos e circunstâncias. Por outro lado, a manutenção de elevados níveis de existências pode ter efeitos perversos para uma organização, uma vez que representam muito capital investido (Costa *et al.*, 2010).

2.2 Gestão e controlo de stocks

A gestão e controlo de stocks é uma das áreas mais importantes da gestão de operações de uma empresa, onde um controlo adequado dos stocks pode reduzir significativamente os custos operacionais e, conseqüentemente, aumentar os lucros (Samal e Pratihari, 2014). Todas as organizações têm dificuldade em gerir os seus stocks, e a razão mais comum para isso é a incapacidade de prever a procura futura de forma adequada. Se a procura for menor do que o esperado, o resultado será um stock excessivo e se a procura for maior do que o previsto, o resultado será um stock insuficiente (Tersine, 1993). Fatores como previsões mais precisas, prazos de entrega mais curtos, operações integradas, atualizações tecnológicas e melhores redes de comunicação e de normalização tendem a reduzir o stock. Deste modo, torna-se importante adotar estratégias que visem otimizar a gestão de stocks. Uma boa

gestão de stocks está intimamente ligada às políticas de *stock* implementadas, baseadas numa análise profunda do sistema (Saracoglu *et al.*, 2014).

A oferta e a procura apresentam diferenças no mercado provocando um desequilíbrio nas quantidades de stock abastecido e encomendado. Esta diferença provém essencialmente da incerteza quanto à procura por parte dos consumidores. Ehrenthal *et al.* (2014) afirmam que a procura no setor retalhista apresenta sazonalidade, e é conhecida por variar dependendo do dia da semana, estações do ano e até mesmo feriados importantes, como o Natal. Estes autores afirmam também que a não contabilização da sazonalidade da procura leva a desfasamentos sistemáticos, resultando em custos superiores aos necessários. Estes autores mostram, a partir dos seus modelos, que uma simples distinção entre dias de semana e fins-de-semana pode levar a grandes reduções de custos, sem aumentar significativamente a complexidade do sistema de armazenamento do retalhista.

Para um retalhista, oferecer o produto certo, no lugar certo, na hora certa, pelo preço certo é a fórmula para a perfeição (Fisher *et al.*, 2000). Existem vários indicadores que permitem avaliar o desempenho de um sistema de gestão de stocks, entre os quais se destacam: a taxa de rotação, o nível de serviço e o custo global da solução. O nível de serviço ao cliente assume normalmente uma importância principal, porque condiciona diretamente o seu nível de satisfação para com o serviço e daí também o sucesso dos negócios. Saracoglu *et al.* (2014) sugerem que a satisfação do cliente tornou-se recentemente uma das questões mais importantes para a gestão das empresas, consequência da globalização, do aumento da concorrência e da redução das margens de lucro. Como resultado, a satisfação do cliente é frequentemente utilizada como estratégia de diferenciação entre os concorrentes e uma restrição de nível de serviço (mínimo) é geralmente imposta ao processo de reposição dos materiais. Isto traduz-se numa vantagem prática, em termos de definição dos parâmetros operacionais das políticas de gestão de stocks, uma vez que é mais fácil definir uma medida de desempenho adequada ao nível de serviço, em vez de ter de estimar todos os custos logísticos, como é o caso dos custos de quebra ou rutura de stock, os quais são difíceis de estimar (Bijvank e Vis, 2012).

Existem diferentes tipos de stock projetados para atender às diferentes finalidades, onde as suas quantidades são calculadas de forma diferente (Tersine, 1993):

- Stock de ciclo: trata-se do inventário para uso imediato e é calculado com base na procura esperada ao longo de um determinado período de tempo. Corresponde à quantidade, ou ao tamanho, do lote que é produzido durante o ciclo de produção. O seu nível decresce com a taxa da procura até que ocorra uma reposição.

- Stock de segurança: mantido em reserva protegendo contra as incertezas da oferta e da procura. Este tipo de stock retém em média a quantidade procurada durante um ciclo de reposição, funcionando como uma proteção contra as ruturas de stock;
- Stock de antecipação: acumulado para lidar com a procura de pico sazonal (épocas promocionais, greves, paralisações ou férias), ou deficiências na capacidade de produção. São fornecidos ou produzidos com antecedência das necessidades futuras e esgotados durante os períodos de pico de procura;
- Stock em trânsito: inventário colocado em trânsito desde que o pedido de reposição inicial é feito até à chegada do mesmo. Externamente, corresponde ao stock em camiões, navios e vagões. Internamente, é aquele que está a ser processado, à espera de ser processado ou movido.
- Stock de desacoplamento: surge num contexto industrial. Corresponde ao inventário acumulado, entre atividades dependentes ou estágios, para reduzir a necessidade de operações completamente sincronizadas. Permite que as atividades operem de forma mais independente.

2.2.1 Características dos artigos

No momento da decisão do modelo de gestão de stocks a adotar e da estimação dos respetivos parâmetros operacionais há que ter em conta determinadas restrições, entre as quais, as condições económicas e diferenças culturais dos diferentes locais, como também as diferentes características dos produtos.

Os artigos a colocar em stock impõem restrições recorrentes da sua própria natureza, como é o caso do ciclo de vida do produto, o peso e volume. O ciclo de vida de um determinado bem desempenha um papel fundamental na descrição das estratégias de gestão de stocks a implementar pelas empresas. Muitos produtos perdem o seu valor de mercado ao longo do tempo, apresentando características de obsolescência ou perecibilidade (Saracoglu *et al.*, 2014). O ciclo de vida de um artigo pode ser considerado fixo ou aleatório. Ciclo de vida fixo é utilizado em artigos com um ciclo de vida específico, como medicamentos, alimentos embalados e leite. Enquanto que ciclo de vida aleatório é usado para itens cujo tempo de deterioração não pode ser estimado, como vegetais frescos, frutas e carnes (Saracoglu *et al.*, 2014). Silver *et al.* (1998) afirmam ainda que a utilidade dos artigos com ciclo de vida fixo, permanece essencialmente constante por um período fixo de tempo. Enquanto que a utilidade dos artigos com ciclo de vida aleatório diminui ao longo do seu tempo de vida, de uma forma que pode ou não depender da idade do artigo envolvido. Nestas situações, os artigos em stock não podem ser transportados de um período para outro, onde apenas um único período é relevante para cada decisão

de reabastecimento. A gestão de stocks destes produtos pode ser melhorada através da aplicação de políticas dependentes da idade do artigo (Haijema, 2014).

Segundo Muckstadt e Sapro (2010), outro aspeto a ter em conta é o efeito da substituição de um determinado artigo. Como o número de produtos disponíveis no mercado do mesmo tipo está cada vez mais a aumentar, como por exemplo, os refrigerantes, as substituições ocorrem com mais frequência. Assim, a substituição de um produto por outro é muito comum, e se uma rutura de stock ocorrer em relação a um item, o cliente pode optar por outro no seu lugar. Este fenómeno é tão prevalente que torna muito difícil a previsão da procura, sendo necessário previsões com alto grau de precisão. Agrawal e Smith (2013) também afirmam que a procura de um produto pode aumentar quando a procura por outro produto substituto não é correspondida. Por outro lado, caso não exista um substituto aceitável, ocorre uma perda de venda. E, deste modo, o nível de equilíbrio do stock é afetado, ocorrendo ruturas de stock de determinados bens e acréscimo na procura por parte de outros.

As exigências do mercado também diferem de itens para itens. Alguns produtos são necessários aquando o ato da procura, enquanto que em relação a outros, os clientes estão dispostos a esperar para obter exatamente o que eles querem. Agrawal e Smith (2013) referem que existem diferenças na procura dos mesmos artigos em diferentes lojas de retalho da mesma cadeia, devido às condições económicas locais, diferenças culturais e demográficas. Estes autores afirmam ainda que a contabilização destas variações nos modelos de gestão de stocks pode melhorar significativamente os lucros dos retalhistas.

2.2.2 Custos logísticos

A gestão de stocks pressupõe a existência de diversos custos, que são tipicamente utilizados para o cálculo dos vários parâmetros das políticas de gestão de stocks. Em geral, esses custos são agrupados em quatro categorias (ou parcelas) diferentes:

- Custo de posse de stock: representa o custo que a empresa incorre por armazenar artigos durante um período de tempo. Este custo inclui o custo com a armazenagem, o custo de oportunidade de capital e ainda o custo de obsolescência. É comum expressar o custo total de armazenagem como uma percentagem do investimento que a empresa fez em stock. Assim, o custo de armazenar os produtos pode ser expresso como uma percentagem do valor dos produtos (Carvalho, 2010).
- Custo de encomenda: inclui todos os custos associados ao lançamento e reposição de cada encomenda. Assim, englobam-se os custos com recursos humanos (lançamento de encomenda, receção e conferência da mesma), comunicações, consumíveis, entre outros. Se o custo de

transporte for suportado pela empresa que realiza a encomenda, então esse custo deve ser aqui considerado (Carvalho, 2010).

- Custo de rutura ou quebra de stock: corresponde a uma penalidade que a empresa incorre pelo facto de não ter disponível o produto para o cliente quando e na quantidade que foi solicitada. Esta penalidade pode corresponder simplesmente ao valor da venda perdida, ou pode implicar a perda de um cliente, com a conseqüente perda de vendas futuras. Por este motivo, é que o custo de rutura pode ser difícil de estimar (Carvalho, 2010).
- Custo de aquisição de um artigo: corresponde ao valor unitário de compra se o artigo for obtido a partir de uma fonte externa, ou ao custo de produção do artigo se for produzido internamente. Para os itens comprados, corresponde ao preço de compra, eventualmente acrescido de custos de transporte (Tersine, 1993). Geralmente, não é considerado um custo decorrente da gestão de stocks, e, como tal, não entra nas fórmulas dos respetivos modelos como uma parcela isolada; contudo, deve ser tido em conta sempre que haja possibilidade de sofrer alteração consoante a decisão de compra da gestão (ex., o caso de se poder beneficiar de um desconto no preço pela aquisição, de uma só vez, de uma determinada quantidade mínima).

2.2.3 Medidas de desempenho

Uma boa gestão de stocks é determinada através da aplicação de vários indicadores de desempenho. Na presença de incertezas relativas à procura durante o tempo de reposição, os sistemas de gestão de stocks podem ser avaliados de acordo com os alguns indicadores.

Um dos indicadores mais relevantes é o nível de serviço, que corresponde à probabilidade de um produto estar disponível na quantidade desejada e no momento procurado. O nível de serviço está intimamente ligado à rutura de stock. A prática de um nível de serviço de 95% significa que existe uma probabilidade de rutura de stock de 0.05. Segundo Tersine (1993), o nível de serviço assume significados diferentes, dependendo da forma como se escolhe o critério de decisão. Os níveis de serviço usualmente utilizados são baseados na frequência de serviço por ciclo de encomenda e na frequência da procura. O nível de serviço está diretamente relacionado com o stock de segurança. À medida que o nível de serviço ao cliente aumenta, maior será o stock de segurança e, conseqüentemente, os investimentos em stock (Tersine, 1993).

Para medir a eficiência da utilização do stock e daí, a eficiência da gestão de stocks, são utilizados alguns indicadores de desempenho, como a taxa de rotação, a taxa de cobertura, a taxa de rutura e o custo da gestão de stocks. A taxa de rotação indica o número de vezes que os stocks foram renovados

ao longo de um determinado período de tempo. Quanto mais elevada for esta taxa, melhor é a gestão adotada, contudo taxas de rotação muito altas elevam o risco de ruturas, uma vez que, nestas condições, o stock de segurança será reduzido. Taxas de rotação nulas podem indiciar situações de obsolescência dos stocks.

A taxa de cobertura, a medida inversa da taxa de rotação, avalia o número de dias que a empresa consegue operar com os stocks disponíveis. Valores muito altos são desaconselháveis para este indicador.

A taxa de rutura, ao contrário da taxa de cobertura, representa a incapacidade de satisfazer a procura através do stock disponível, sendo definida pela fração do número de encomendas não satisfeitas (total ou parcialmente) em relação ao número total de encomendas dos clientes.

Um outro indicador crucial na avaliação de uma boa gestão de stocks é o custo global da solução. Se o objetivo principal de uma empresa for a maximização do lucro, as tomadas de decisões baseadas nos custos torna-se fundamental. Normalmente, o custo global da solução engloba o custo de posse de stock, o custo de encomenda e, caso o objetivo consista na minimização dos custos totais, este custo total também incluirá o custo de rutura de stock.

2.2.4 Políticas e modelos de gestão de stocks

Segundo Saracoglu *et al.* (2014), para construir uma política de gestão de stocks é necessário realizar uma análise aprofundada da natureza da procura e dos prazos de entrega dos fornecedores, dos objetivos da empresa que possam condicionar tal política, entre outros fatores, por forma a determinar adequadamente: (1) o momento em que uma encomenda deve ser efetuada, e (2) qual a quantidade que deve ser encomendada. Além disso, a gestão da produção, do marketing e das finanças devem operar em conjunto a fim de chegarem a um acordo sobre a redução dos custos de produção e investimentos em stock e aumentar a capacidade de resposta ao cliente.

Segundo Carvalho (2010), existem diversos modelos de gestão de stocks, em que cada um responde de forma diferente aos pontos acima descritos. Para decidir qual o modelo de gestão de stocks que deve ser aplicado é necessário avaliar um ponto fundamental no comportamento da oferta e da procura: a existência ou não de aleatoriedade. Do lado da oferta, ou seja, do lado do fornecedor, se o prazo de entrega for fixo e sempre cumprido e se as quantidades entregues corresponderem sempre às quantidades encomendadas, então a oferta não tem aleatoriedade associada, e por isso, é considerada determinística. Pelo contrário, se o fornecedor praticar prazos de entrega variáveis ou não entregar sempre as quantidades encomendadas, a oferta tem um comportamento aleatório. Do lado da procura,

ou seja, do lado do cliente, se as quantidades procuradas forem conhecidas, então pode-se afirmar que a procura é determinística. Por outro lado, se a procura for variável e incerta, então estamos perante um cenário de procura aleatória ou probabilística.

Assim sendo, os modelos de gestão de stocks podem ser divididos em dois grandes grupos: modelos determinísticos e modelos estocásticos.

Modelo de Quantidade Económica de Encomenda (sistema determinístico)

Os modelos determinísticos aplicam-se em situações onde todos os parâmetros e variáveis são conhecidos ou podem ser calculados com certeza, tais como, a taxa da procura, o prazo de entrega e os custos do inventário. Um modelo clássico dos modelos deterministas é o modelo da quantidade económica de encomenda (QEE), desenvolvido por Harris em 1913 (Samal e Pratihari, 2014). Este modelo determina a quantidade ótima de encomenda, de cada vez que seja necessário realizar um novo pedido, minimizando os custos totais de inventário. Os pressupostos subjacentes ao modelo QEE dizem que a procura de um produto é conhecida e constante, que não são permitidas quaisquer ruturas de stock e que o prazo de entrega tem duração nula (Tersine, 1993). Estes pressupostos permitem definir parâmetros que não variam com o tempo. Neste caso, será utilizada sempre a mesma quantidade de encomenda, Q , cada vez que seja efetuado um novo reabastecimento. Além disso, uma vez que a procura é determinística e o tempo de reposição nulo, cada reabastecimento será realizado quando o nível de stock atingir o valor zero (Silver et al., 1998). A Figura 1 ilustra graficamente o nível de inventário ao longo do tempo, para um artigo X, segundo este modelo.

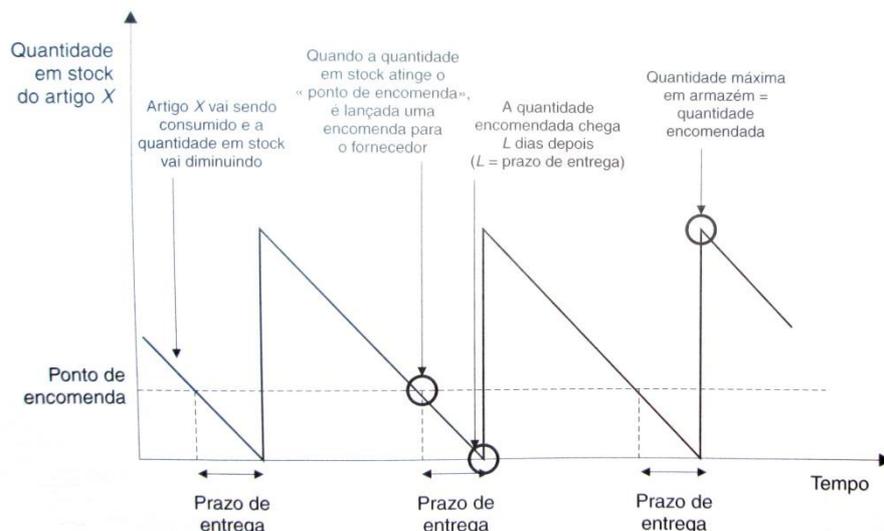


Figura 1 - Ilustração da evolução do stock gerido por uma política de QEE (sistema determinístico) (fonte: Carvalho, 2010)

Apesar da sua simplicidade, o modelo clássico QEE é muito limitado no caso de aplicações práticas, uma vez que os seus pressupostos muito dificilmente ocorrem na vida real. Contudo, para solucionar algumas destas limitações, existem algumas extensões deste modelo clássico. Um exemplo é uma extensão que permite a possibilidade de ocorrência de ruturas de stock, permitindo que a procura seja satisfeita mais tarde do que o momento em que é procurada. Além da possibilidade de ruturas, existem ainda outros modelos que permitem a introdução de descontos de quantidade, de preços especiais de venda por parte do fornecedor como também aumento dos preços.

Modelos tradicionais para procuras estacionárias (nível e ciclo de encomenda)

Como a vida real não é tão bem comportada como descrito pelos modelos determinísticos, torna-se aconselhável o uso de modelos probabilísticos ou estocásticos. Neste tipo de modelos a procura e/ou o prazo de entrega são tratados como variáveis aleatórias. Estes modelos assumem que a procura média mantém-se aproximadamente constante com o tempo e que é possível indicar a distribuição de probabilidade da procura. Em particular, uma vez que o prazo de entrega é o período habitual de preocupação, a atenção está focada na distribuição da procura durante esse prazo (Tersine, 1993).

As incertezas relativas a estes modelos aumentam a complexidade da gestão de stocks, sendo necessário agora lidar com a possibilidade da ocorrência de ruturas de stock. Deste modo, quando a procura excede o nível de inventário num determinado período, estes modelos têm de admitir situações em que a procura não é satisfeita (procura ou venda perdida) ou é satisfeita mais tarde (procura pendente), assim que o inventário é repostado. Segundo um estudo mencionado por Bijvank e Vis, (2012), apenas 15% dos clientes que observam uma rutura de stock irão aguardar pelo produto até ao próximo reabastecimento, enquanto os restantes 85% vão querer comprar um produto diferente (45%), visitar uma outra loja (31%) ou não comprar qualquer produto (9%). Fisher *et al.* (2000) desenvolveram um método para estimar a perda de vendas e concluíram que os benefícios do cálculo das vendas perdidas e, conseqüentemente, o aumento dos níveis de stock de forma sistemática para reduzir essas perdas, pode ser substancial para o aumento de receita.

Para lidar com o comportamento aleatório da oferta e da procura, nestes modelos é introduzido um stock de segurança de modo a absorver variações superiores aos valores médios registados. De acordo com Amirjabbari e Bhuiyan (2014), ter um nível eficiente de inventário é um primeiro passo para aumentar a rotação dos stocks numa empresa. E sendo o stock de segurança um dos principais stocks do inventário, a sua gestão tornou-se crítica para o seu bom funcionamento. Quanto maior for o stock de segurança, menor será a probabilidade de ocorrer ruturas de stock, mas, conseqüentemente, maior

serão os custos de posse de stock. O dimensionamento do stock de segurança irá depender do modelo de gestão de stocks adotado. Nos modelos probabilísticos ou estocásticos existem dois modelos base: modelo de revisão contínua e modelo de revisão periódica.

Nos modelos de revisão contínua existe uma revisão sistemática dos níveis de stock enquanto nos modelos de revisão periódica o nível do inventário é revisto apenas em intervalos de tempo regulares. Segundo Silver *et al.* (1998), os modelos de revisão contínua são geralmente mais caros em termos de revisão de custos e revisão de erros do que os modelos de revisão periódica. Isto é particularmente verdadeiro para os itens com grande rotação (*fast-movers*), onde há muitas transações por unidade de tempo. Para os itens com fraca rotação (*slow-movers*) são devidos custos de revisão muito pequenos, uma vez que as atualizações são feitas apenas quando ocorre uma transação. Por outro lado, a revisão periódica pode ser mais eficaz do que a revisão contínua na deteção de deterioração (ou furto) de tais itens de rotação lenta, uma vez que a revisão periódica força uma revisão ocasional da situação, ao invés da revisão contínua, em que essa revisão só acontece quando ocorre uma transação.

Segundo Sanders (2012), todos os sistemas de inventário devem responder a duas decisões principais: quando realizar um pedido de reabastecimento e qual a quantidade inerente a esse pedido. Em termos probabilísticos, a escolha de uma determinada política vai depender do tipo de revisão a si associada. Políticas de revisão contínua são denominadas por políticas de nível de encomenda e políticas de revisão periódica são designadas por políticas de ciclo de encomenda. Quando as políticas apresentam características de nível e de ciclo de encomenda são denominadas por políticas mistas. Existe uma grande variedade de políticas possíveis a utilizar, contudo irão ser detalhadas aquelas que, segundo Silver *et al.* (1998), são as políticas mais comumente utilizadas.

A política (s, Q) é uma política de revisão contínua e, sempre que a posição do stock atinge um determinado ponto pré-especificado s (ponto de encomenda), é lançado um novo pedido de reabastecimento, de quantidade fixa, Q . Note-se que a posição de stock corresponde ao stock “em mão” mais o stock não entregue, stock este que já foi solicitado ao fornecedor, mas que ainda não deu entrada nas lojas/centro de distribuição. O intervalo entre as encomendas é variável, pois depende do ritmo da procura entre as encomendas. Este sistema é muitas vezes chamado de sistema de duas caixas (Silver *et al.*, 1998). Enquanto a procura é satisfeita a partir de uma caixa, a quantidade da segunda caixa corresponde à quantidade do nível de encomenda. Quando a segunda caixa for aberta, é lançada uma nova ordem de encomenda e quando essa ordem chegar, a segunda caixa é recarregada e o restante é colocado na primeira caixa.

Como a procura e/ou prazo de entrega são variáveis, existe a possibilidade de rutura. Contudo, esta rutura só acontece se a procura durante o prazo de entrega for superior ao nível de encomenda. Sendo a procura e/ou prazo de entrega variáveis aleatórias, é necessário identificar qual o tipo de distribuição que essa variável segue e os parâmetros associados à mesma (Carvalho, 2010). Segundo Tersine (1993), a distribuição Normal, Poisson e exponencial negativa são distribuições frequentemente utilizadas para descrever funções de procura. Contudo, estas distribuições não podem ser automaticamente aplicadas a qualquer situação de procura. Antes de qualquer distribuição ser empregue, devem ser realizados testes estatísticos, como o teste do qui-quadrado, para verificar se a distribuição é uma representação razoável da procura ou do prazo de entrega real. Deste modo, será necessário, antes do cálculo dos parâmetros das diversas políticas, determinar qual a distribuição que melhor se adequa aos valores da procura/prazo de entrega observados, e, a partir daí, calcular a média e desvio-padrão das variáveis em questão.

Na Figura 2 é ilustrado graficamente o modo de funcionamento da política (s, Q) , para um determinado artigo.

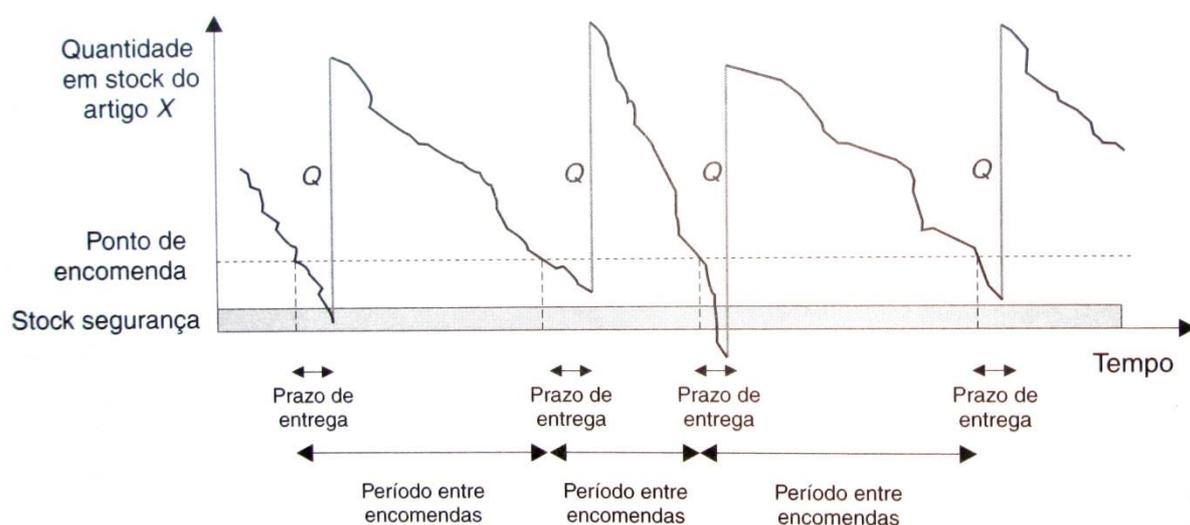


Figura 2 - Ilustração da evolução do stock gerido por uma política (s, Q) (fonte: Carvalho, 2010)

Nesta política existe a necessidade do cálculo de dois parâmetros: a quantidade económica de encomenda Q e o ponto de encomenda s , a partir do qual é despoletada uma nova encomenda. O ponto de encomenda é obtido pela soma da procura durante o prazo de entrega mais o stock de segurança. O cálculo da quantidade a encomendar em cada pedido irá depender do objetivo estipulado inicialmente pela empresa: minimização dos custos totais ou estipulação de um nível de serviço mínimo prestado ao cliente.

No caso de políticas de revisão periódica, como a política (R, S) , as revisões ao inventário são realizadas em intervalos de tempo regulares R . O que muitas vezes acontece é que o dia de colocação da encomenda ao fornecedor já está pré-definido, ou por negociação com o fornecedor ou por programação interna, normalmente, com uma periodicidade fixa entre encomendas. Em cada revisão é colocada uma encomenda de unidades suficientes para elevar o nível do stock até um nível de referência máximo pré-determinado, S . A quantidade a encomendar em cada período de revisão é variável. No dia da revisão, ou seja, no dia da colocação de uma encomenda, a posição do stock é comparada com o nível máximo de stock e a quantidade a encomendar corresponderá à diferença entre estes dois valores. Esta política geralmente é utilizada quando não há nenhum custo fixo de encomenda estipulado (Bijvank and Vis, 2012).

Na Figura 3 é possível observar um exemplo da evolução dos stocks, segundo uma política (R, S) .

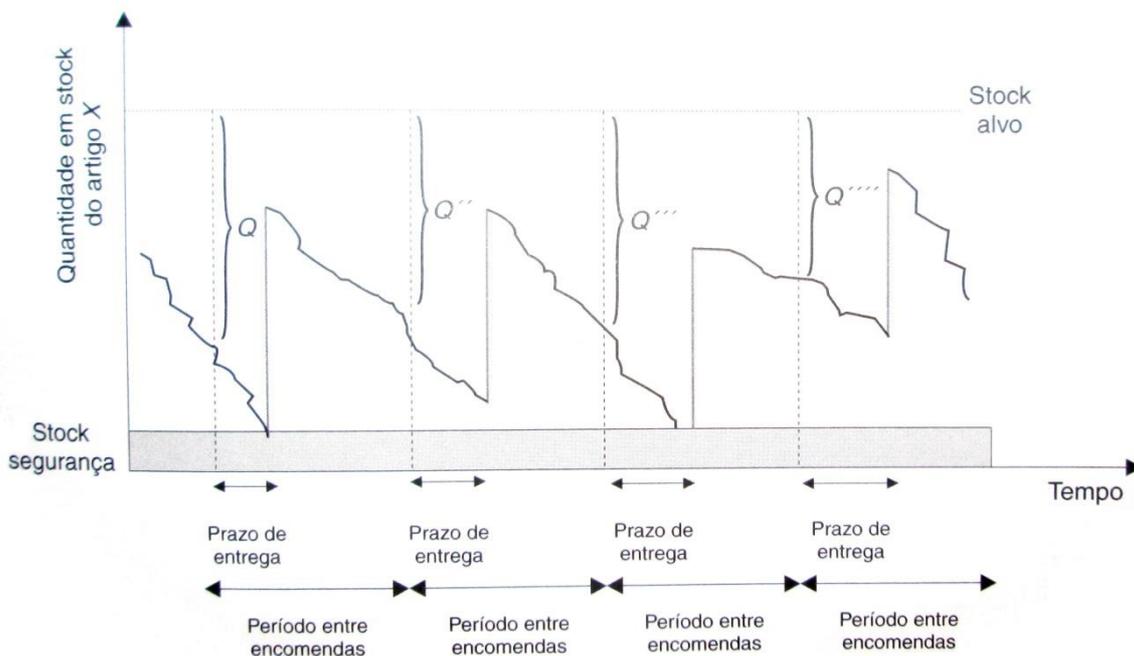


Figura 3 - Ilustração da evolução do stock gerido por uma política (R, S) (fonte: Carvalho, 2010)

Sendo esta política uma política de revisão periódica, a incerteza recai sobre o período de revisão mais o período correspondente ao prazo de entrega praticado pelo fornecedor. Desta forma, o nível máximo de stock, S , corresponde à procura durante esse conjunto de períodos mais o stock de segurança. A partir daqui torna-se fácil chegar à fórmula da quantidade de encomenda, que varia de encomenda para encomenda, correspondendo à diferença entre o nível máximo de stock e a posição atual do stock.

No caso do período de revisão poder ser negociado com o fornecedor e não ao contrário, a periodicidade entre as encomendas deve ser o mais próximo possível do período económico entre encomendas.

Modelos de política mistas

Quando as políticas apresentam características de nível e de ciclo de encomenda são denominadas por políticas mistas. A política (s, S) assume uma revisão contínua em que um pedido de reabastecimento é efetuado sempre que a posição do inventário atinge um determinado ponto pré-especificado s (ponto de encomenda). No entanto, ao contrário da política (s, Q) , a quantidade a encomendar varia de pedido para pedido e é sempre ordenado o suficiente para elevar a posição de stock até ao nível máximo S (Silver *et al.*, 1998).

Os modelos (s, S) são frequentemente encontrados na prática. No entanto, os valores dos parâmetros de controlo são normalmente calculados de forma arbitrária. Sethi e Cheng (1997) desenvolveram um modelo onde a procura é dependente de uma cadeia markoviana e é estendido a várias extensões. O modelo inclui o caso de procura cíclica e sazonal, restrições de nível de armazenamento e nível de serviço. Estes autores mostram que políticas (s, S) são ótimas para a generalidade do modelo bem como para as suas extensões. Sobel e Zhang (2001) provam que a política (s, S) é ótima sob um sistema de revisão periódica se existir um custo de encomenda.

A política (R, s, S) é uma política de revisão periódica e resulta de uma combinação das políticas (R, S) e (s, S) . Segundo Silver *et al.* (1998), o nível de inventário é verificado de R em R unidades de tempo. Se nesses instantes de tempo a posição do stock for igual ou inferior ao ponto de encomenda, s , é colocada uma nova ordem de encomenda de unidades suficientes para elevar o nível do stock ao nível máximo, S . Caso a posição do stock se encontrar acima do ponto de encomenda, nada é feito, pelo menos até à próxima revisão. Segundo Bijvank e Vis (2012), este tipo de política é muito popular na prática, uma vez que é fácil de entender e de implementar. Estes autores acrescentam ainda que, o seu uso é mais adequado quando um custo fixo de encomenda (significativo) é devido em cada ordem de encomenda.

Modelos de decisão única

Existem outras situações em que o inventário não pode ser transportado de um período para outro, ao contrário do que acontece com as políticas anteriormente descritas. Nestes casos, apenas um único período é relevante para cada decisão de reabastecimento. Isto acontece devido à impossibilidade de manter indefinidamente inventário de produtos que se deterioram ou se tornam obsoletos ao longo do tempo.

A perecibilidade e a obsolescência dos produtos são muito aplicadas na resolução de modelos estudados na literatura. Um modelo conhecido e muito estudado é o modelo estocástico de decisão *NewsBoy Problem* (problema do vendedor de jornais). De acordo com Khouja (1999), este modelo determina a quantidade de encomenda de um produto que maximiza o lucro esperado sob uma procura probabilística, para um único período. Caso algum inventário permaneça no final do período, este modelo assume que esse inventário é vendido ou descartado a um preço inferior. Este autor afirma que este modelo de decisão única é o reflexo de muitas situações da vida real e é frequentemente utilizado para auxiliar a tomada de decisão nas indústrias da moda e do retalho. Outra abordagem é feita por Avinadav *et al.* (2013), que formularam um modelo que visa contribuir para a gestão eficiente de stocks de produtos perecíveis e a prevenção de resíduos. Segundo estes autores, a prevenção de resíduos alimentares perecíveis é de particular interesse, uma vez que estes são a principal fonte de lucro para os retalhistas de supermercado. Os retalhistas incorrem em grandes custos de produtos desperdiçados e além das vendas perdidas, também devem acarretar com os custos de eliminação de produtos expirados. Estes autores desenvolveram um modelo para a gestão de produtos perecíveis, que permite calcular a perda de lucros para um retalhista que ignora a diminuição da taxa da procura devido à perda de frescura dos produtos, e ao invés disso usa apenas uma função de procura dependente do preço.

Controlar os stocks de produtos perecíveis torna-se cada vez mais importante. Por um lado, Broekmeulen e van Donselaar (2009) admitem que isso deve-se ao facto de as margens dos produtos perecíveis serem relativamente pequenas e decrescentes. Por outro lado, uma vez que os clientes estão procurando cada vez mais, maior variedade de produtos perecíveis, isso leva a uma procura menos previsível e a uma maior desatualização de produtos. Estes autores desenvolveram uma nova política de reposição de produtos perecíveis, que comparada com uma política base de stock levou a reduções de custos substanciais. As reduções de custos são especialmente grandes para produtos com um ciclo de vida curto.

Segundo Haijema (2014), produtos perecíveis, como embalados frescos e outros produtos alimentares, têm normalmente um ciclo de vida fixo definido por um prazo ou data de validade. Apesar

do tempo de vida limitado, os pedidos de encomendas são geralmente baseados no nível de stock, independentemente das datas de validade dos produtos em stock. Este autor afirma que a gestão de stocks de tais produtos pode ser melhorada através da aplicação de políticas de encomenda dependentes das datas de validade dos produtos em stock, da emissão e da eliminação de tais produtos, permitindo o escoamento do excesso (antigo) do stock. Taleizadeh *et al.* (2013) desenvolveram um modelo de controlo de stocks de produtos perecíveis que determina as quantidades ótimas de pedidos de encomenda como também de eliminação dos produtos, quando o fornecedor oferece um preço especial.

Modelos de gestão coordenada

As políticas e modelos anteriores são adequados para a gestão de stocks individualizada de cada um dos produtos, sendo possível aplicar diferentes políticas/modelos a diferentes produtos de forma independente. Porém, na realidade, é muito comum fazer-se uma gestão integrada e coordenada de conjuntos predeterminados de produtos (ex., da mesma família ou tipologia), pela simples razão de que o fornecedor (de cada conjunto) é o mesmo, as encomendas podem ou devem ser colocadas em conjunto, partilham o mesmo transporte e são repostas nas mesmas ocasiões e locais.

Para Silver *et al.* (1998) há uma série de vantagens em recorrer a políticas de gestão coordenadas de conjuntos de produtos. Por um lado, é possível obter economias no custo de aquisição, por eventuais descontos de quantidade. Quando um conjunto de produtos é encomendado ao mesmo fornecedor, um desconto de quantidade pode ser realizado se o total da compra for superior a um determinado valor. Isso poderá ser economicamente inviável quando se trata apenas de um produto, mas pode fazer sentido na coordenação de vários produtos, no sentido de chegar a um valor total entre todos os produtos. Do mesmo modo, a gestão coordenada permite obter economia nos custos de transporte, permitindo alcançar uma quantidade tal capaz de encher na totalidade o transporte utilizado. A gestão coordenada ainda permite obter economias nos custos de passagem de encomenda, quando existe um custo de passagem de encomenda alto. Sendo assim, torna-se viável colocar vários produtos numa única encomenda, de forma a reduzir os custos totais anuais. Para finalizar, a gestão coordenada ainda permite obter economias de tempo, nomeadamente, na inspeção e receção das encomendas.

Por outro lado, o uso de procedimentos de reabastecimento coordenado poderá aumentar o nível médio global do inventário, na medida em que alguns produtos serão reabastecidos mais cedo do que seriam se tratados individualmente. A gestão coordenada é também mais complexa e poderá reduzir flexibilidade, onde, em situações anormais, pode comprometer o nível de serviço de determinado artigo (Silver *et al.*, 1998).

A gestão coordenada de conjuntos de produtos é uma prática comum em muitos sistemas de inventário. Nos modelos e políticas responsáveis por esta gestão é possível definir um custo fixo de preparação de encomenda característico da família e, eventualmente, definir um custo fixo secundário específico, associado ao custo de incluir um novo produto na reposição conjunta de produtos. O objetivo destes modelos passa por determinar as quantidades e as frequências dos pedidos de reaprovisionamento dos diversos artigos considerados nessas encomendas de grupo. Num sistema de controlo com revisões periódicas, cada um dos artigos é controlado por uma política ciclo de encomenda, em que o parâmetro ciclo, t , é previamente ajustado, de forma a fazer coincidir as respetivas revisões com algumas ou com todas as revisões dos artigos mais frequentemente revistos. Com base no parâmetro ciclo, previamente ajustado, cada um dos artigos pode então ser diferenciado por um nível de serviço específico, sendo que o respetivo nível de encomenda e stock de segurança são determinados em conformidade.

Descontos no preço de aquisição

As compras aos fornecedores representam uma grande percentagem das vendas totais e uma pequena redução no custo relativo adquirido, na aquisição de materiais e produtos, pode resultar num grande impacto sobre os lucros e é de extrema importância para uma empresa ter uma política ou um modelo que trate destes pequenos detalhes (Manerba e Mansini, 2012). Para analisar o impacto do desconto comercial na gestão de stocks, é necessário introduzir no conceito de custo total o custo de aquisição anual (gasto anual com a compra dos artigos). Na situação de desconto de quantidade, o custo de aquisição anual também vai sofrer impacto, uma vez que o desconto comercial incide diretamente no custo de aquisição unitário dos artigos. Assim, o desconto de quantidade só será compensatório se a diminuição do custo de aquisição anual e do custo de encomenda anual for superior ao aumento do custo de posse de stock anual (Carvalho, 2010).

Os fornecedores oferecem descontos totais de quantidade com o objetivo de fomentar a compra de grandes volumes. Cada fornecedor especifica um número de intervalos de quantidades e o preço por produto correspondente (Manerba e Mansini, 2012). Quando se analisam estas tabelas de preços, que variam consoante a quantidade a encomendar, deve-se determinar qual a quantidade e, correspondente preço unitário, que minimiza o custo total. E, a partir daí, verificar a partir de quanto desconto compensa aceitar as propostas dos fornecedores (Carvalho, 2010).

2.3 Análises e sistemas de apoio à gestão de stocks

2.3.1 Análise ABC

De acordo com Carvalho (2010), nem todos os artigos têm o mesmo grau de importância para a empresa. Deste modo, pode ser um imperativo ou mais adequado adotar políticas de gestão de stocks diferentes para os diferentes artigos, consoante o seu grau de importância.

A análise ABC é uma técnica de gestão de stocks amplamente utilizada, concebida para classificar SKUs (*Stock Keeping Unit*) em classes diferentes, cada uma com um determinado nível de importância (Chen *et al.*, 2008). Para Teunter *et al.* (2010), a razão mais importante para a aplicação de uma classificação ABC é que, na maioria dos casos práticos, o número de SKUs diferentes é demasiado grande para implementar métodos de controlo de stock para cada SKU individualmente. Assim, o principal objetivo da classificação ABC passa por simplificar a tarefa de gestão de stocks, através da criação de métodos de controlo de stocks e níveis de serviço por classes em vez de SKUs separadamente.

A análise ABC permite dividir um conjunto de produtos em três classes diferentes, segundo a sua relevância: A (mais importantes), B (intermediários), e C (menos importantes). O número de classes apropriadas para uma determinada empresa depende do grau em que pretende diferenciar a quantidade de esforço atribuída aos vários conjuntos de SKUs, embora, um mínimo de três categorias seja quase sempre utilizado (Silver *et al.*, 1998). O critério utilizado para medir a relevância de cada artigo difere de setor de atividade para setor de atividade e por outro lado, do que se pretende fazer com a análise ABC. No contexto da gestão de stocks, como o objetivo passa por minimizar os custos de aprovisionamento para um nível de serviço pré-estabelecido, podem ser utilizados critérios como a faturação ou a margem de contribuição para diferenciar as políticas de gestão de stocks de cada artigo ou conjunto de artigos (Carvalho, 2010).

Nesta análise, os artigos da classe A são relativamente críticos para o funcionamento da empresa e são aqueles que representam cerca de 60% a 80% dos negócios da empresa, mas dizem respeito apenas a 5% a 15% do total dos artigos; os artigos da classe C são relativamente insignificantes para a empresa e representam apenas 5% a 15% dos negócios da empresa, ocupando cerca de 60% a 80% do espaço do inventário; os artigos entre a classe A e a classe C constituem a classe B (Ding e Sun, 2011).

A classificação ABC não tem de ser efetuada apenas com base na curva de distribuição de valor dos artigos. Os gestores podem mudar alguns SKUs entre as categorias por várias razões. Por exemplo,

alguns SKUs de baixo custo podem ser classificados como artigos da classe A, simplesmente porque eles são fundamentais para o funcionamento da empresa (Silver *et al.*, 1998).

Segundo Carvalho (2010), para os artigos da classe A devem ser estabelecidos níveis de serviços elevados e adotar-se o modelo de revisão contínua, pois este modelo permite uma monitorização contínua dos stocks. Estes artigos devem ser alvo de atenção especial por parte do gestor do stock. Relativamente aos artigos pertencentes à classe C, em termos financeiros, são pouco relevantes e como tal, devem ser adotados procedimentos simples, sendo o modelo de revisão periódica, com uma periodicidade alargada, o mais adequado. Para os artigos da classe B, como são de importância intermédia, tanto pode ser utilizado o modelo de revisão contínua como o modelo de revisão periódica, com períodos entre encomendas mais curtos.

2.3.2 Previsão da Procura

A previsão da procura desempenha um papel crucial para a gestão da cadeia de abastecimento. A procura futura de um determinado produto é a base para os respetivos sistemas de reabastecimento. Para modelar um sistema de gestão de inventário, é necessário conhecer os valores da procura futura, mesmo quando esta não é conhecida com total certeza. Nos casos em que a procura varia com o tempo e é desconhecida, esta é estimada a partir de previsões (Aburto e Weber, 2007) .

Para Carvalho (2010), a incerteza sobre os níveis futuros da procura dos produtos resulta de deficiências de informação e conhecimento sobre os sistemas de informação, pelo que a partilha e disseminação de informação entre os vários atores envolvidos numa cadeia de abastecimento pode reduzir drasticamente os níveis de incerteza que afetam a sua gestão e elevar os níveis de eficiência e eficácia. Yue e Liu (2006) afirmam ainda que o compartilhamento de informações ajuda a cadeia de abastecimento de duas maneiras fundamentais. Em primeiro lugar, permite que o retalhista consiga responder à procura dos consumidores o mais rápido possível e de forma adequada com a programação da produção e a reposição dos materiais. Em segundo lugar, a partilha de informação melhora a precisão das previsões da procura. Uma melhor previsão pode contribuir para uma melhor estrutura dos preços e uma melhor gestão de stocks. Recentemente, esquemas como o *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR) facilitam a partilha das previsões da procura entre os intervenientes da cadeia de abastecimento. A sabedoria convencional sugere que a partilha das previsões, dentro de uma cadeia de abastecimento, melhora a precisão das previsões e leva a uma maior rentabilidade da empresa. Para Fildes *et al.* (2003) a previsão do consumo é uma atividade comum em grande parte das empresas e está diretamente relacionada com as operações e o planeamento das atividades da empresa. Os autores

afirmam que a previsão das vendas não deve basear-se apenas na escolha do método de previsão mais adequado, mas também no tipo de relacionamento estipulado entre as previsões, o sistema de informação e os diferentes intervenientes.

De acordo com Kahn e Mentzer (1995), a prática da previsão difere do tipo de mercado da empresa. Estes autores consideram que as empresas retalhistas são caracterizadas por um grande número de consumidores e devido a uma relação não muito estreita com estes, as empresas recorrem a uma previsão mais constante, utilizando-a de forma a melhorar a sua capacidade de vendas. No entanto, a utilização inadequada dos métodos de previsão pode proporcionar um enviesamento dos resultados obtidos e prejudicar de forma significativa a análise efetuada.

Segundo Carvalho (2010), as previsões podem ser obtidas através de dois tipos de metodologias: métodos qualitativos e métodos quantitativos. Os métodos qualitativos baseiam-se em juízos e especulações baseados na intuição ou experiência de especialistas e no estabelecimento de analogias com situações similares passadas. Enquanto os métodos quantitativos tiram partido sobre dados históricos sobre a variável a prever e, eventualmente, sobre outras relacionadas com esta. Os métodos quantitativos são agrupados em dois modelos: causais e não causais. Os modelos causais estabelecem relações entre a variável a prever e outras variáveis que determinam ou influenciam a primeira variável. Para o estabelecimento destas relações recorre-se tipicamente a técnicas estatísticas de correlação e regressão. Os modelos não causais baseiam-se apenas na série histórica de valores observados, procurando diferentes padrões de comportamento, como a tendência e a sazonalidade, que serão projetados para o futuro. Dentro destes modelos estão incluídos os modelos de médias móveis e os modelos de amortecimento exponencial.

A procura real num determinado período é observada e então comparada com a previsão obtida, de maneira a medir o erro associado da previsão. Segundo Silver *et al.* (1998) é de extrema importância controlar os erros provenientes das previsões. Em primeiro lugar, porque a quantidade de stock de segurança necessária para prestar um serviço adequado ao cliente dependerá dos tamanhos dos erros de previsão. Em segundo lugar, como a previsão estatística é baseada num modelo matemático assumindo determinados valores para os seus parâmetros, os erros de previsão podem sugerir possíveis mudanças para esses valores, ou mesmo a escolha de outro modelo. Finalmente, os erros podem fornecer um *feedback* sobre o desempenho dos componentes de entrada das previsões. Para Tratar (2010), a principal abordagem para a seleção e otimização de métodos de previsão consiste na minimização de medidas de erro de previsão, tal como o erro médio absoluto (EMA) e o erro quadrático médio (EQM).

2.3.3 Sistemas de informação e ferramentas (*software*)

Nos mercados atuais, a competitividade está a aumentar e os esforços individuais de uma empresa, por si só, não são suficientes para responder às mudanças do mercado, de forma atempada e eficaz. Em vez disso, a empresa deve contar com os seus intermediários e agregar os respetivos recursos para criar capacidade de resposta e valor agregado aos clientes. A importância estratégica de parceiros na cadeia de abastecimento motiva a integração entre empresas, ou seja, a colaboração e o alinhamento estratégico de tecnologia da informação, possibilita uma maior capacidade de resposta, e, posteriormente, um aumento da criação de valor para o cliente (Kim *et al.*, 2013). A troca de informação pode ser facilitada por sistemas e tecnologias que visam garantir a informação necessária para a coordenação dos diferentes membros, conferindo visibilidade à cadeia e conduzindo à melhoria do serviço prestado ao cliente.

A integração da informação diz respeito à partilha de informações ao longo de toda a cadeia de abastecimento que é possibilitada através de tecnologia da informação (TI). Uma das principais finalidades da integração da informação passa por conseguir a transmissão em tempo real e o processamento das informações necessárias para todas as atividades inerentes à cadeia de abastecimento. Um maior desempenho da empresa e um maior desempenho competitivo pode ser alcançado quando as infraestruturas de TI são utilizadas para atender às necessidades organizacionais definidas pelo cliente (Prajogo e Olhager, 2012). Estas infraestruturas criam um forte impacto positivo na eficácia da cadeia de abastecimento quando se permite a capacidade de compartilhamento de informações. Estes recursos de compartilhamento ajudam a empresa a criar capacidades únicas, difíceis de imitar e não substituíveis.

De acordo com Jin *et al.* (2014), a capacidade de partilha de informação engloba dois aspetos: (1) a capacidade da empresa lidar com informação intangível existente em todos os elementos pertinentes da própria empresa, também como, entre fornecedores, clientes e redes de distribuição, e (2) a capacidade da empresa se comunicar internamente, entre todas as áreas da empresa, como externamente, com os membros da cadeia de abastecimento. Carvalho (2010) acrescenta que as TI podem contribuir para a estratégia competitiva a três níveis: ao nível do setor económico, as TI podem alterar produtos e serviços, a economia de produção e os mercados; ao nível da empresa, podem afetar as principais forças competitivas de clientes, fornecedores, produtos substitutos, novos concorrentes e rivais; ao nível estratégico, as TI podem suportar a estratégia da empresa na liderança por baixo-custo, diferenciação de produtos ou especialização de mercado.

Sistemas de gestão de stocks são capazes de gerir e controlar detalhadamente os stocks dentro de uma empresa. Segundo Rushton *et al.* (2000), estes sistemas são absolutamente essenciais para a localização e determinação das quantidades em stock, se utilizados de forma eficaz, e para controlar os níveis de stock dentro da empresa. Este tipo de sistemas permite que as organizações reduzam o seu inventário, aumentando o retorno sobre o capital investido. O serviço ao cliente também é mantido através da utilização destes sistemas, reduzindo a ocorrência de ruturas de stock. Em relação à previsão da procura futura, estes autores afirmam que estes sistemas possuem pacotes contendo diferentes algoritmos, permitindo ao responsável pelas previsões usar várias técnicas, tais como análises de regressão, amortecimento exponencial e médias móveis. Estes sistemas podem ser alimentados com informações proveniente dos sistemas de gestão de stocks e do processamento de vendas, que permitem avaliar muito rapidamente como a procura do cliente está a decorrer ao longo do tempo.

Como os mercados se tornaram cada vez mais competitivos, as organizações procuram novas oportunidades de negócios para melhorar a sua competitividade. Muitas vezes, as organizações concentram-se em melhorar a sua agilidade, ou seja, a rapidez com que elas respondem aos consumidores, como também na melhoria do serviço, no aumento da qualidade do produto e na melhoria da eficiência da produção. Portanto, muitas organizações procuram melhorar a sua competitividade através da utilização de tecnologia de informação avançada, tais como sistemas de *Enterprise Resource Planning* (ERP) (Grabski e Leech, 2007). Estes sistemas caracterizam-se por um pacote de *software* com o objetivo de auxiliar a gestão integrada de todos os processos internos da empresa, assim como, todos os processos envolventes com os seus parceiros de negócios (Ranganathan e Brown, 2006). Segundo Carvalho (2010), os principais objetivos destes *softwares* aplicativos consistem na eliminação da redundância de operações, de cargas administrativas e burocráticas, mediante a automatização de processos, permitindo maior consistência da informação, e possibilitando, em tempo-real, desenvolver e gerir o negócio de forma integrada. (Park *et al.*, 2007) salienta que, os utilizadores muitas vezes têm dificuldades na implementação de sistemas ERP, uma vez que é difícil compreender a lógica operacional dos módulos desconhecidos. Esta é a principal razão pela qual as organizações precisam fazer um esforço substancial em convencer os seus funcionários sobre o valor prático de sistemas ERP e educá-los com o seu uso adequado. Robert Jacobs e ‘Ted’ Weston (2007) afirmam que estes sistemas irão tornar-se muito mais inteligentes. Com o apoio das técnicas de *data mining* e ferramentas de inteligência, incluindo sistemas especialistas e sistemas de planeamento avançados com otimização, estes sistemas serão cada vez mais utilizados para realizarem ou sugerirem decisões de negócio. Estes autores afirmam ainda que a simulação tornar-se-á um elemento cada vez mais importante de um sistema de

planeamento e execução da gestão integrada de uma empresa. Esta técnica trará benefícios a áreas como a previsão, planeamento de capacidade de resposta, taxa de encomendas e planeamento da rede de abastecimento.

Muitas organizações têm procurado melhorar a sua competitividade, investindo em tecnologia de informação avançada. Competitividade organizacional depende da eficácia do fluxo de informação e, conseqüentemente, do fluxo de material. Um sistema ERP pode ajudar a melhorar a comunicação dentro de uma organização. Segundo Klaus (2004), o SAP IM é uma solução poderosa e eficaz no que toca a gestão de stocks. Este módulo pertence ao módulo de gestão de materiais do SAP (SAP MM) e está totalmente integrado com todo o sistema logístico. Segundo estes autores, o SAP IM funciona melhor em pequenas instalações com baixos níveis de inventário, processos de movimentação de materiais simples e atividades de baixo volume. Este módulo fornece um amplo controlo de stock com base em informações das várias fases da movimentação dos materiais. Estes autores ainda afirmam que, para algumas empresas, especialmente, para aquelas com redes complexas de distribuição de grande volume, será mais adequado a utilização do SAP WM (*Warehouse Management*). Este módulo é destinado para operações mais complexas, mais rápidas e com maior volume de dados. Suporta as operações mais complexas com *cross-docking* e *picking* e proporciona o controlo dos processos envolvidos na movimentação dos materiais dentro de uma instalação de armazenagem. Uma outra solução de gestão de stocks pertence à IBM. O produto fornecido por esta empresa ajuda os gestores de stock a oferecer o produto certo, no lugar certo, na hora certa. Com a capacidade de antecipar os níveis de stock ideais da cadeia de abastecimento para armazenar as prateleiras, as soluções de gestão de inventário da IBM podem ajudar na redução de necessidades de capital, na determinação dos níveis de compra ideais e na previsão da procura do cliente.

2.4 Síntese e principais conclusões

A gestão de stocks é uma das áreas da logística mais abordada por investigadores dessa área e encontra-se em constante inovação.

A revisão da literatura permitiu sistematizar os principais aspetos e métodos que devem ser considerados na construção de uma ferramenta de apoio à gestão de stocks, nomeadamente, a importância na adoção de determinadas políticas de gestão de stocks, em função das características dos artigos e respetiva procura, a importância de classificar os artigos segundo o seu valor, de forma a satisfazer as necessidades da empresa e, conseqüentemente, aumentar o nível de serviço prestado ao cliente, e a importância da gestão da informação na gestão de stocks. A troca de informação entre todas as entidades presentes na cadeia de abastecimento é uma mais-valia para um retalhista possuir uma boa gestão de stocks. Para isso, muitos autores referem o quão é importante recorrer ao uso de tecnologias e sistemas informáticos para uma gestão mais eficiente e eficaz. O uso de tecnologias, como os sistemas ERP, tornou-se muito popular entre as empresas. Contudo, alguns autores afirmam que estes sistemas, com a ajuda de ferramentas de inteligência e o uso de técnicas de simulação, serão cada vez mais utilizados no auxílio das decisões da gestão de stocks e serão alvo de mais desenvolvimento e incorporação de melhorias significativas.

No caso específico do sistema ERP comercializado pela Itim-Profimetrics, objeto de estudo desta dissertação, pode evidenciar-se, a partir da revisão da literatura e da descrição que se irá fazer no capítulo seguinte, que a atual versão do *software* não incorpora muitas das metodologias que permitem implementar políticas alternativas de gestão de stocks, bem como alguns indicadores de desempenho e certas análises estatísticas. Neste contexto, os desenvolvimentos computacionais propostos para esta dissertação são claramente pertinentes, prevendo-se que a nova ferramenta contribua para obter uma melhoria significativa no desempenho na gestão de stocks das empresas-cliente.

3. DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO E IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL

3.1 Introdução

Na presente dissertação serão analisados alguns dos processos inerentes e tecnologias de apoio à gestão de stocks da empresa onde o estudo está a ser desenvolvido, *que* serão depois alvo de análise mais aprofundada, desenvolvimento e implementação de ações de melhoria. Todos estes processos relativos à gestão de stocks estão integrados no *software* desenvolvido e comercializado pela empresa – o *Stock Optimisation*. Este *software* é destinado a retalhistas e grossistas e é aplicado ao longo de toda a cadeia logística, desde o fornecedor até ao cliente final.

O *Stock Optimisation* é uma ferramenta de gestão de todo o processo de abastecimento que suporta os seguintes processos: previsão da procura, recomendações de compra e reabastecimento, colocação de pedidos ao fornecedor, alocação do stock e transferências de material. Trata-se de uma ferramenta orientada para a gestão de stocks, através da emissão de ordens de compra e transferência de produtos, com base num conjunto de metodologias científicas, incluindo métodos heurísticos baseados em regras e critérios racionais. A disponibilização de um conjunto de métodos de reaprovisionamento possibilita uma gestão de stock fundamentada em diferentes visões e critérios de negócio. Contudo, a empresa pretende alargar e melhorar o leque de metodologias de apoio à gestão de stocks e reaprovisionamento para satisfazer os objetivos de eficiência cada vez mais elevados das empresas-cliente. Neste sentido, e no âmbito desta dissertação, foi desenvolvida uma nova ferramenta, de forma a contribuir para um melhor desempenho, através da implementação de um novo conjunto de modelos de políticas de gestão de stocks, métodos de análise de desempenho, e outros recursos funcionais apreciados pelos utilizadores (ex., novas formas personalizáveis de visualização de indicadores, flexibilização na agregação/desagregação dos indicadores por produto, família, etc., produção automática de relatórios).

A nova ferramenta desenvolvida é uma parte integrante do *software* da empresa (*Stock Optimisation*). Apesar de ter sido desenvolvida numa aplicação independente, a nova ferramenta complementa o sistema atual de apoio à gestão de stocks, onde as novas funcionalidades podem ser facilmente incluídas numa nova versão do *software*. Atualmente, a ferramenta funciona em Excel, com

extração e transferência de dados (com tecnologia SQL), a partir das bases de dados das empresas-cliente. Os dados transferidos são guardados em ficheiros *Excel* e sempre que a ferramenta necessitar desses dados irá fazê-lo através da consulta desses ficheiros.

O modelo conceitual da ferramenta, incluindo o *software* preexistente, será reportado na Seção 3.2. Contudo, para uma melhor compreensão do sistema atual de gestão de stocks das empresas-clientes, serão reportados na Seção 3.3, alguns dos principais processos relativos ao cálculo das necessidades de cada artigo-loja bem como à agregação das várias encomendas e à geração de pedidos aos fornecedores. Ainda é apresentada uma pequena descrição dos modelos de previsão da procura disponibilizados pela ferramenta da empresa, necessários para o cálculo das necessidades.

Após a apresentação do modelo conceitual da nova ferramenta e a sua finalidade, na Seção 3.4, serão reportados, de forma mais detalhada, todos os módulos e novas funcionalidades desenvolvidas.

3.2 Modelo conceptual do sistema de apoio à decisão

Com o objetivo de melhorar o controlo e a gestão dos stocks por parte das empresas-cliente, foi desenvolvida uma ferramenta que permite analisar e simular o funcionamento de um sistema real de gestão de stocks. A gestão de stocks envolve a determinação de três parâmetros fundamentais: quando encomendar, quanto encomendar e qual a quantidade de stock de segurança deve ser mantido de forma a assegurar um determinado nível de serviço ao cliente. A ferramenta desenvolvida auxilia o utilizador na tomada destas decisões.

A ferramenta inclui um módulo de simulação com o qual o utilizador poderá estimar o desempenho de políticas de gestão alternativas ou de parâmetros alternativos, e assim decidir qual a política mais adequada (e respetiva parametrização) a adotar para a gestão do stock de um determinado produto ou conjunto de produtos.

A ferramenta incorpora um módulo de análise estatística dos dados reais e dos resultados das simulações. O utilizador poderá observar o comportamento dos vários indicadores de desempenho durante o período passado, segundo vários níveis de desagregação. Isto é possível através da recolha dos dados relativos a esse período de tempo passado, a partir da base de dados da empresa.

A ferramenta foi desenvolvida para poder ser utilizada por diferentes (perfis de) utilizadores. Estes diferentes perfis requerem funcionalidades diferentes. Por exemplo, a nível operacional, a ferramenta poderá ser utilizada pelo responsável dos stocks de uma empresa, que tem o poder de decidir quando um artigo deve ser encomendado e em que quantidades. Ao nível da decisão tática

(médio prazo), a mesma ferramenta poderá ser utilizada por um analista, responsável por avaliar determinados indicadores de desempenho atingidos no passado, reavaliando possíveis alterações nas políticas de gestão para em períodos futuros.

O modelo concetual do sistema de apoio à decisão, incluindo o *software* preexistente e o novo *software*, é apresentado na Figura 4.

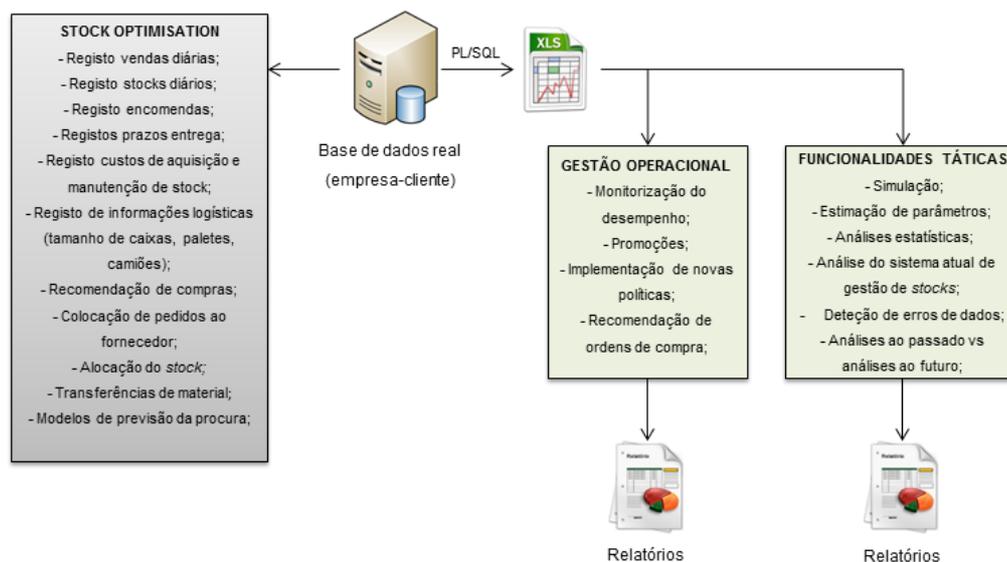


Figura 4 - Proposta da arquitetura do sistema de apoio à decisão

Tal como a maioria dos sistemas de gestão de stocks, o *Stock Optimisation* permite o registo das vendas diárias, dos *stocks* diários e das encomendas realizadas aos fornecedores. Além disso, também regista os prazos de entrega de cada fornecedor. Como principais funcionalidades, o *software* da empresa emite recomendações de compra e reabastecimento, colocações de pedidos aos fornecedores e transferências de material. O *software* inclui também modelos de previsão da procura. Na seção 3.3 serão descritas, de forma detalhada, as suas funcionalidades com maior interesse para a presente dissertação.

Em termos de gestão de stocks, as necessidades da empresa focam-se na melhoria ou desenvolvimento de novos modelos de recomendação de ordens de encomendas aos fornecedores, de maneira a auxiliar as empresas-clientes a decidir quando devem encomendar determinado produto e em que quantidades. Desta forma, a nova ferramenta incluirá um novo conjunto de métodos de solução e políticas de gestão de stocks. Além disso, incorporará também um amplo conjunto de indicadores de desempenho capaz de monitorizar e controlar os stocks de forma mais eficaz. Possuirá também diversas

funcionalidades de interesse prático tais como a geração e exportação automática de relatórios predefinidos (personalizáveis) das análises e estudos exploratórios realizados. Na seção 3.4 serão reportados, detalhadamente, todos os módulos desenvolvidos e todas as funcionalidades presentes na nova ferramenta.

3.3 O software atual da empresa – *Stock Optimisation*

3.3.1 Cálculo das necessidades

O *Stock Optimisation* disponibiliza cinco algoritmos que realizam o cálculo das necessidades dos diferentes artigos para todas as lojas. Este cálculo é baseado nos níveis de stock dos artigos e pode ocorrer em dias distintos para cada artigo-loja, uma vez que é possível definir em que dia determinado artigo deve ser encomendado. Os parâmetros necessários para o cálculo das necessidades, que servem como *input* dos algoritmos, são disponibilizados pela empresa-cliente. Assim sendo, parâmetros como a regularidade da emissão de pedidos de reabastecimento podem variar para cada artigo, mediante aquilo que a empresa-cliente tem agendado com os seus fornecedores.

O cálculo das quantidades a encomendar, em cada momento de revisão, para determinado artigo, depende de vários parâmetros, segundo o algoritmo que lhe está atribuído. No caso do *Immediate*, um novo pedido de reabastecimento é emitido sempre que o nível do stock fica aquém de uma quantidade pré-definida, de forma a repor o nível de stock na referida quantidade. Esta quantidade pré-definida pode ser tratada como o nível máximo de stock do artigo na loja. Deste modo, a quantidade pedida em cada reabastecimento será equivalente ao stock consumido entre a data da última emissão de pedido e o momento atual de revisão, sendo a reposição realizado em função do consumo passado, não utilizando qualquer previsão das necessidades futuras.

No caso do *Min-Max* já existem dois parâmetros quantitativos, um mínimo e um máximo, tal como o nome indica. Segundo este modelo, quando o nível de stock é inferior à quantidade mínima pré-estabelecida é realizado um novo pedido de reabastecimento de unidades suficiente para repor o nível de stock ao seu nível máximo. É um método que requer um controlo implícito de algumas restrições logísticas e de negócio pelos retalhistas aquando da definição dos parâmetros quantitativos. O nível de serviço oferecido ao cliente está implicitamente definido pela quantidade mínima adotada.

Ao contrário dos dois modelos anteriores, o *Time-Coverage* faz uso de previsões para estimar a procura futura. Este modelo utiliza também um nível máximo e um nível mínimo, embora seja sob um

ponto de vista temporal através de uma especificação em dias de cobertura. As previsões utilizadas são obtidas através de métodos de previsão fornecidos pelo *Stock Optimisation*. Em cada momento de revisão, o nível de stock é verificado e comparado com as necessidades previstas para o horizonte temporal mínimo pré-estabelecido. Caso o nível de stock seja inferior é desencadeado um novo pedido, de forma a garantir uma cobertura para o horizonte temporal máximo pré-estabelecido, que resulta da diferença das necessidades para esse período e o nível de stock atual.

O método *Dynamic* é um método vocacionado para gerir o reaprovisionamento com o propósito de garantir um determinado nível de serviço. O algoritmo recorre ao processo de previsão do *Stock Optimisation* para cálculo de necessidades futuras, estando este cálculo associado a um intervalo de confiança proporcional ao nível de serviço parametrizado em sistema. O método baseia-se no compromisso entre encomendar hoje ou manter o nível de stock até à chegada de uma encomenda colocada no próximo momento de revisão. O algoritmo desencadeia um novo pedido de reabastecimento, caso o nível de stock seja inferior às necessidades previstas para o período de tempo entre o momento atual de revisão e o momento da chegada de uma eventual encomenda, colocada no próximo momento de revisão. Neste método são utilizadas variáveis como o prazo de entrega praticado pelo fornecedor e o nível de serviço para o cálculo de parâmetros que resultam no desencadeamento de novas encomendas. Em comparação com os anteriores, o *Dynamic* é um método mais sofisticado, com um maior grau de automatismo, que dispensa a arbitrariedade presente na estimativa de quantidades e coberturas necessárias para os outros métodos.

Por último, o método *Self-Adaptive* diferencia-se dos outros métodos pelo facto de apresentar um elevado grau de automatismo mesmo não recorrendo a nenhum dos métodos de previsão integrados no *Stock Optimisation*. O seu automatismo deve-se ao facto de ser um método cujo mecanismo requer a explicitação de parâmetros de reaprovisionamento como nível de serviço, tempo entre momentos de revisão e prazos de entrega em detrimento de parâmetros quantitativos. Este método utiliza o histórico de vendas para estimar o nível de vendas expectável para um dado horizonte temporal futuro. Com base na variabilidade das vendas históricas e com base num *input* de nível de serviço, é calculado um stock de segurança. Tal como nos outros métodos são definidos níveis máximo e mínimo de stock. O nível mínimo é calculado com base no ritmo de vendas estimado, para um período de tempo igual à soma do tempo de revisão e prazo de entrega do fornecedor, acrescido do respetivo stock de segurança. O nível máximo de stock é calculado em função de um fator de redução de ordens de encomendas que é obtido com base numa regressão estimada.

Através das políticas de reabastecimento e da configuração de diferentes métricas estabelecidas pela empresa, todos os artigos-loja têm associado a si um dos cinco algoritmos mencionados anteriormente. Contudo, atualmente, apenas estão a ser utilizados o *Immediate*, o *Min-Max* e o *Time-Coverage*. Além disso, também têm pré-estabelecido, para cada artigo-loja, o período de tempo entre cada momento de revisão. Através de uma interface, a empresa-cliente envia as próximas datas de compra que já estão estabelecidas com os seus fornecedores, e a partir daí a empresa consegue saber qual o próximo momento de revisão, de modo a correr o algoritmo respetivo e enviar para o cliente as quantidades a encomendar desse artigo-loja. Embora o valor da quantidade a encomendar seja resultante do algoritmo de recomendação associado a esse artigo, a empresa-cliente tem a decisão final, podendo aumentar ou diminuir o valor da quantidade a encomendar.

Um próximo momento de revisão pode ser o momento de revisão de vários artigos para diferentes lojas e, nesse caso, existe uma agregação das quantidades a encomendar de todos os artigos, em vários pedidos, segundo vários critérios. A agregação das quantidades a encomendar e a geração dos pedidos de encomenda vai depender do fornecedor, da filial do fornecedor, tipos de entrega, entre outros. Esta agregação depende dos critérios definidos inicialmente pela empresa-cliente.

Existem cinco tipos de entregas. Caso a entrega seja do tipo "*Direct to Store*", as quantidades são agregadas por loja/armazém e é gerado um pedido do fornecedor para a loja; o tipo "*Cross Link*", agrega as quantidades de várias lojas num único pedido e gera transferências do armazém para as lojas; o tipo "*Cross Dock*", agrega apenas as quantidades da loja em questão e gera um pedido de necessidade para essa loja; "*Warehouse*", agrega as quantidades de uma loja que é reabastecida diretamente de um armazém; e "*Production*", agrega as quantidades dos artigos cujo local de emissão e receção do pedido é o mesmo, consistindo numa operação de entrada de artigos ingredientes e de saída de artigos resultante do processo de produção.

Apesar do *Stock Optimisation* oferecer um conjunto de diferentes métodos de reaprovisionamento, estes possuem algumas limitações. Todos os métodos implementados atualmente são comuns aos métodos encontrados na generalidade dos ERPs comerciais, baseados em regras empíricas, definição de máximos e mínimos, onde está bastante presente a arbitrariedade por parte dos retalhistas na estimativa de quantidades e coberturas necessárias para os diferentes métodos. Em contrapartida, de acordo com o que foi reportado na revisão da literatura, antes de construir uma política de gestão de stocks deve ser realizada uma análise aprofundada da natureza da procura e dos prazos de entrega dos fornecedores e dos objetivos da empresa que possam condicionar tal política. Cada modelo de gestão de stocks responde de forma diferente a estes diversos fatores. Neste sentido, é

aconselhada a implementação de políticas e respetivos modelos (automatizados) que tenham explicitamente variáveis representativas da incerteza ao funcionamento do sistema, ou seja, políticas pertencentes aos modelos probabilísticos ou estocásticos. Neste tipo de modelos a procura e/ou prazos de entrega são tratados como variáveis aleatórias e é introduzido um stock de segurança de modo a absorver variações superiores aos valores médios registados.

3.3.2 Métodos de previsão da procura

A implementação de métodos de previsão da procura permite antecipar com maior exatidão a devida reposição de produtos nas lojas, otimizando desta forma os níveis de stock, a fim de evitar ou limitar as ruturas de stock como também situações de excesso de stock. Tal como mencionado na revisão da literatura, para modelar um sistema de gestão de inventário, é necessário conhecer os valores da procura futura. Quando esta é desconhecida, deverá ser estimada a partir de previsões. Os diferentes métodos de previsão de procura existentes contêm diferentes componentes capazes de modelar diferentes características das séries temporais, tais como a sazonalidade e a tendência. Desta forma, diferentes padrões das séries temporais podem exigir a aplicação de diferentes métodos de previsão para que se consiga obter os melhores resultados possíveis (em termos teóricos).

O módulo de previsão do *Stock Optimisation* inclui um elevado grau de sofisticação nas previsões, fazendo uso de um conjunto de modelos teóricos alternativos e complementares que têm em conta os diferentes padrões de comportamento das séries temporais da procura. Antes do processo de previsão é elaborado um processo de tomada de decisão que contempla as decisões estratégicas que sustentam as rotinas de previsão. Dentro destas estratégias destacam-se:

- Definição da estratégia de *clustering*: consiste no agrupamento de lojas e artigos, segundo determinados critérios relevantes para o comportamento das vendas. Como critério de *clustering* é diferenciado o volume de vendas, a variabilidade das vendas, a existência de vendas promocionais, preço dos produtos, entre outros;
- Definição do nível de agregação de dados históricos: o nível de agregação utilizado pela ferramenta é sempre determinado pela minimização do erro. Proceder-se-á à agregação de observações sempre que a previsão a este nível, seguida de desagregação, apresenta maior exatidão em relação à previsão com observações no seu estado mais granular;
- Limpeza das vendas: remoção de *outliers*, tratamento da sazonalidade, eventos promocionais e quebras de stock.

Após todos estes procedimentos, dá-se o processo de previsão, através da extrapolação de padrões de vendas passadas. O processo de previsão do *Stock Optimisation* tem duas vertentes: previsão das vendas regulares e previsão das vendas promocionais. No cálculo da previsão promocional são identificados padrões de vendas através de alguns critérios: desconto da promoção, tipo de publicidade, vendas regulares e motivação da promoção. Os métodos de previsão integrados na ferramenta classificam-se em três domínios essenciais: decomposição clássica, amortecimento exponencial e redes neuronais. Para a previsão regular são utilizados métodos de decomposição clássica e amortecimento exponencial e para a previsão promocional são utilizadas redes neuronais.

O método de decomposição clássica aplica-se a produtos cujas séries temporais sejam não estacionárias, ou seja, que revelem tendência ou sazonalidade na variação do nível da série, a longo prazo. O método tem uma versão aditiva, que assume a independência entre a amplitude da variabilidade sazonal e o nível da série, bem como uma versão multiplicativa que assume a proporcionalidade da variabilidade sazonal e o nível da série. Como principal limitação destaca-se a exigência de um vasto histórico em caso de períodos de sazonalidade prolongados (i.e. sazonalidade anual) para que possa ser modelada a tendência. Adicionalmente, outra limitação, é o facto de ser atribuída a mesma relevância a valores recentes e passados, como também o facto de terem que permanecer em histórico todos os registos do último período sazonal da série.

O conceito de amortecimento exponencial advém do facto deste tipo de métodos utilizar médias ponderadas dos dados do histórico, cujos pesos decrescem de forma exponencial. Como consequência imediata resulta a atribuição de uma maior relevância às observações recentes em detrimento das observações passadas. Fazem parte deste tipo de método:

- Modelo de *Holt*, vocacionado para produtos que revelam séries estacionárias, com flutuações aleatórias em torno de um nível médio;
- Modelo de *Trigg and Leach*: utilizado para produtos cujo nível de vendas seja frequentemente variável, sem padrão aparente;
- Modelo Linear de *Holt*, diferenciando-se pela inclusão de um componente que visa modelar séries de produtos que revelem tendência, ou seja, qualquer evolução consistente de longo prazo;
- Modelo de *Holt-Winters*: indicado para séries de produtos que, para além de contemplarem componentes de nível e tendência, também apresentem sazonalidade;

- Modelo de *Holt-Winters* (Múltipla Sazonalidade): vocacionado para produtos que apresentem múltiplos comportamentos cíclicos, designadamente um ciclo anual, mensal, semanal e eventualmente diário.

Uma vez realizadas as previsões, torna-se necessário recorrer à desagregação dos dados, visto que o resultado final tem que ser gerado ao nível artigo-loja-dia. Para isso, a ferramenta contempla um conjunto de heurísticas, tendo como critérios o volume relativo de vendas, em períodos homólogos ao que se pretende prever. Todas as desagregações são realizadas com fatores de ponderação otimizados, de forma a garantir o maior relevo de dados recentes, sem que seja corrido o risco de valorizar em excesso observações excecionais.

A ferramenta de previsão do *Stock Optimisation* disponibiliza ainda uma monitorização dos erros de previsão, avaliando a viabilidade das previsões obtidas, bem como a adequabilidade dos métodos a determinados produtos. A ferramenta disponibiliza diferentes indicadores de avaliação de erro que são adotados em função da natureza dos produtos.

3.4 Módulos e funcionalidades desenvolvidas e implementadas

Enquanto na Seção 3.2 foi apresentado o modelo concetual da nova ferramenta e uma caracterização mais genérica dos vários módulos, nesta seção serão reportados, detalhadamente, todos os módulos desenvolvidos e todas as funcionalidades presentes na nova ferramenta.

3.4.1 Análise estatística

No módulo de análise estatística foram desenvolvidos alguns testes estatísticos. Um destes testes diz respeito à Análise de Pareto ou Análise ABC. Esta análise agrupa os diferentes artigos em diferentes classes segundo a sua importância. A partir daqui o utilizador consegue verificar quais os produtos mais relevantes para o seu negócio, segundo um determinado critério, e, conseqüentemente, quais os artigos que precisam de mais cuidado na sua gestão de stocks.

Na análise de stocks, o uso de distribuições estatísticas teóricas para representar a procura dos artigos pode simplificar significativamente a análise e reduzir o esforço computacional. Tal como mencionado na revisão da literatura, antes de empregar qualquer distribuição é necessário realizar testes estatísticos para determinar se existe alguma diferença significativa entre a distribuição empírica (atual) e a distribuição teórica escolhida para a representar. Quando a procura de determinado artigo exige

aleatoriedade, é provavelmente mais adequado ou estritamente necessário utilizar modelos estocásticos para estimar os parâmetros das políticas de gestão de stocks. E, para isso, será necessário proceder-se a uma análise estatística da série de valores da procura.

A média aritmética e o desvio-padrão são duas das estatísticas mais conhecidas e mais utilizadas para descrever as distribuições. Segundo Tersine (1993), distribuições como a Normal e Poisson, são distribuições muito utilizadas para descrever funções de procura. Contudo, estas distribuições não podem ser automaticamente aplicadas a qualquer situação de procura. Os testes estatísticos devem estabelecer a base para qualquer suposição de distribuição padrão, relativa a uma função da procura. Antes de qualquer tipo de distribuição ser empregue, deve ser verificado por meio de um teste estatístico se essa distribuição é uma representação razoável para a procura observada.

De maneira a estimar qual a distribuição que melhor representa o andamento dos valores da procura de cada artigo (em cada loja), foi implementado, em PL/SQL, o teste de Kolmogorov-Smirnov e o teste do Qui-Quadrado, para avaliar se as distribuições Normal e Poisson, respetivamente, seriam adequadas para caracterizar a procura dos artigos. Caso nenhuma das distribuições fosse aceite, o artigo em análise seria caracterizado pela sua própria distribuição, a distribuição empírica. Em ambos os testes, a procura observada de cada artigo, durante o ano de 2014, foi observada e comparada com a distribuição teórica. A procura observada pode ser dividida em três tipos de procura: procura regular, procura promocional e procura *clearance*. A procura promocional acontece quando o artigo está em promoção e a procura *clearance* diz respeito às vendas “forçadas”, ou seja, quando há uma redução de preço para acabar com o stock da loja. Contudo, na aplicação dos testes estatísticos foi observada apenas a procura regular. Isto porque as situações de procura promocional são, normalmente, picos de procura excecionais que ocorrem durante um certo período de tempo e iriam causar uma grande divergência se fossem contabilizados para os testes estatísticos. Por outro lado, estes picos de procura serão contabilizados nas políticas de gestão de stocks.

A partir do teste do Qui-Quadrado é possível afirmar se dois grupos se comportam de forma semelhante caso as diferenças entre as frequências observadas e as frequências esperadas sejam bastante reduzidas. Neste contexto, a hipótese a ser estudada foi se as frequências observadas da procura não diferiam das frequências esperadas em relação à distribuição teórica admitida (como hipótese de teste), ou seja, se a procura de determinado artigo poderia ser representada pela distribuição teórica (ex., Poisson). Do mesmo modo, o teste de Kolmogorov-Smirnov é utilizado para avaliar se os dados observados seguem ou não uma determinada distribuição. Contudo, este teste é particularmente indicado para distribuições contínuas, como é o caso da distribuição Normal. Este teste observa a

máxima diferença absoluta entre a função de distribuição acumulada assumida para os dados (ex. Normal), e a função de distribuição empírica dos dados. Como critério, é feita uma comparação entre o resultado desta diferença com um valor crítico, para um dado nível de significância.

3.4.2 Políticas de gestão de stocks – estimação e gestão operacional

O principal foco da ferramenta centra-se na estratégia utilizada no controlo e gestão dos stocks, ou seja, na política utilizada que, de certo modo, reduza ao máximo todos os custos logísticos ou, em contrapartida, mantenha um determinado nível de serviço mínimo. Deste modo, foram implementadas diferentes políticas de gestão de stocks: a política (s, Q) , a política (s, S) , a política (R, S) , a política (R, s, S) e a política *NewsBoy* para produtos perecíveis. Neste tipo de modelos, a procura e o prazo de entrega são tratados como variáveis aleatórias. Além destas políticas, também foram implementadas as políticas utilizadas atualmente pela empresa, nomeadamente, a política *Immediate*, a política *Min-Max* e a política *Time-Coverage*.

Todas as políticas anteriormente citadas possuem as suas próprias regras e parâmetros. Os detalhes relativos a estes aspetos foram revistos nas Secções 2.2.4 e 3.3.2. A partir da ferramenta desenvolvida é possível estimar os parâmetros das diferentes políticas. O cálculo destes parâmetros depende do tipo de distribuição característica da procura, resultado dos testes estatísticos, assim como, de alguns dados referentes de cada artigo. O Anexo II reporta todas as fórmulas utilizadas para o cálculo dos vários parâmetros de cada uma das políticas implementadas.

Como se referiu anteriormente, a estimação dos parâmetros irá depender do tipo de distribuição probabilística da procura de cada produto. Além disso, a estimação dos parâmetros depende também do tipo de objetivo definido pelo utilizador. Se a minimização dos custos totais for o objetivo pretendido, será necessário definir qual será o custo incorrido por rutura de stock. Pelo contrário, se o gestor de stocks pretender manter um determinado nível de serviço mínimo, será então necessário definir esse nível de serviço. O cálculo dos parâmetros das diversas políticas varia em função do tipo de objetivo definido.

Políticas de gestão coordenada

As políticas e modelos descritos anteriormente são adequados para a gestão de stocks individualizada de cada um dos produtos. No entanto, é muito comum, na prática, recorrer-se a uma gestão integrada e coordenada de determinados conjuntos de produtos. Para isso, foi implementada na nova ferramenta, uma política de gestão coordenada de stocks. Esta política designa-se por política (s, c, S) . Todos os produtos incorporados nesta política de gestão coordenada têm que ter a si associados três parâmetros: o ponto de encomenda (s), o ponto intermédio (c), e o nível máximo de stock (S). De acordo com esta política, sempre que um dos produtos atingir o seu ponto de encomenda, é lançado um novo pedido de reabastecimento dos diversos produtos. Se neste mesmo instante de tempo, o stock em mão de um outro produto se encontrar abaixo do seu nível intermédio, esse produto será também incluído no mesmo pedido de reabastecimento; caso contrário, se o stock em mão se encontrar acima, o produto não será incluído na encomenda. A quantidade a encomendar, para cada produto a incluir na encomenda, será igual à diferença entre o seu nível máximo de stock e o nível do stock em mão.

De acordo com todas políticas e modelos anteriormente referidos, uma ordem de encomenda será lançada sempre que o nível de stock atingir determinado ponto de encomenda predeterminado, ou então quando o próximo momento de revisão do stock for alcançado. No entanto, na presença de promoções, de acordo com todas as políticas, será sempre lançada uma ordem de encomenda extraordinária cuja quantidade será baseada no histórico de promoções desse artigo, segundo determinado desconto. O cálculo da quantidade a encomendar em cada promoção, assim como o aumento percentual de vendas, será descrito na Secção seguinte.

A ferramenta também alerta ao utilizador se determinada política de gestão de stocks é adequada para tal artigo. Um exemplo acontece quando o utilizador tenta simular uma política para produtos perecíveis quando o artigo em análise não se trata de um produto perecível.

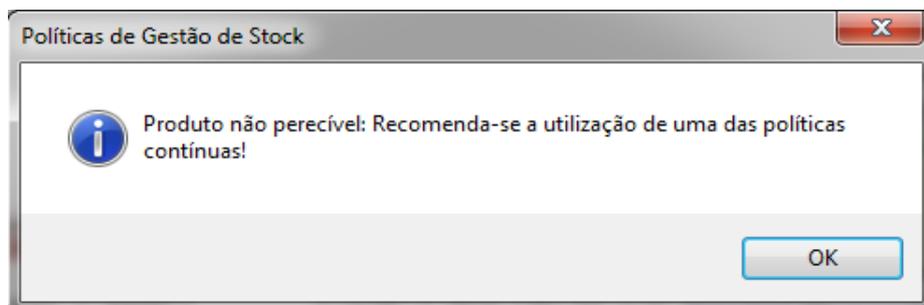


Figura 5 - Mensagem informativa sobre políticas de gestão de stocks

Outro exemplo, quando o produto é perecível, mas cuja gestão se adequa melhor à implementação de uma política contínua ou periódica (ex., produtos frescos com data de validade associada, mas com revisões semanais).

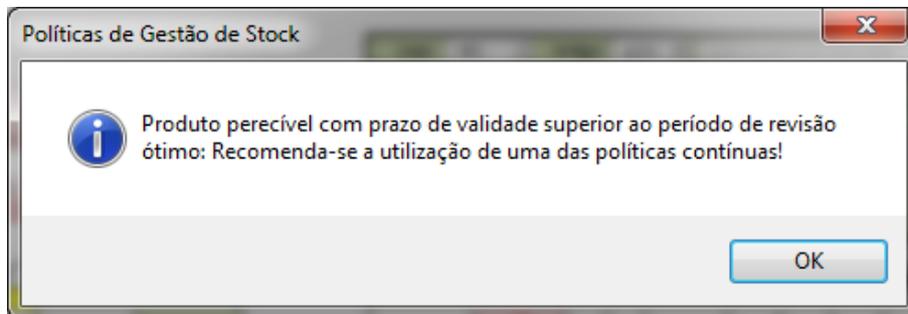


Figura 6 - Mensagem informativa sobre políticas de gestão de stocks

3.4.3 Simulação de políticas

A determinação da melhor política a aplicar em cada caso, bem como a estimação ou refinamento dos melhores valores para os respetivos parâmetros, também pode ser feita pela aplicação da técnica da simulação.

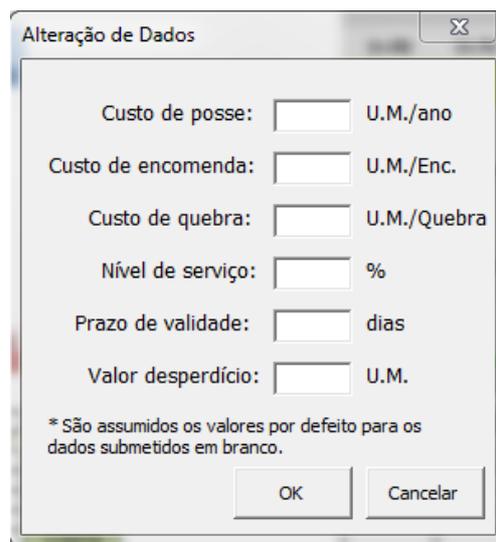
A ferramenta desenvolvida inclui simuladores do funcionamento do sistema de acordo com as regras das diversas políticas de gestão de stocks, referidas na Secção anterior. O menu principal da ferramenta permite ao utilizar definir todos os campos necessários para a respetiva simulação. Permite, por exemplo, definir livremente todos os valores dos parâmetros das políticas, possibilitando assim estimar o desempenho de políticas e parâmetros alternativos. O menu da simulação é apresentado na Figura 7.



Figura 7- Menu principal da ferramenta

Numa fase inicial, a ferramenta permite analisar qualquer artigo pertencente ao conjunto de artigos da amostra previamente selecionada. Cada loja possui um diferente conjunto de artigos. Aquando da escolha do artigo para análise, são carregadas todas as informações relativas a esse artigo, a partir da consulta dos ficheiros *Exce*/criados após a recolha dos dados a partir da base de dados da empresa.

Para iniciar uma simulação, é necessário preencher todos os campos presentes no menu principal. No caso dos valores dos parâmetros das políticas, é conveniente proceder-se previamente à sua estimação analítica, pela aplicação dos modelos reportados anteriormente. Recorde-se que a estimação dos valores desses parâmetros vai depender, não só (mas também) do tipo de objetivo que o utilizador pretenda atingir. Existem dois tipos de objetivos: minimizar os custos totais ou manter um determinado nível de serviço mínimo. O tipo de objetivo é selecionado pelo utilizador a partir do menu principal da ferramenta. Além do tipo de objetivo, a estimação dos parâmetros depende também de diversos custos, níveis de serviço, entre outros. Caso o utilizador pretenda alterar esses valores, é possível fazê-lo através do menu de alteração de dados, presente na Figura 8.



Alteração de Dados

Custo de posse: U.M./ano

Custo de encomenda: U.M./Enc.

Custo de quebra: U.M./Quebra

Nível de serviço: %

Prazo de validade: dias

Valor desperdício: U.M.

* São assumidos os valores por defeito para os dados submetidos em branco.

OK Cancelar

Figura 8 – Menu de alteração de dados

Além da alteração destes dados, após a estimação dos parâmetros, é possível também alterar os valores dos parâmetros estimados. Caso o utilizador pretenda simular, por exemplo, uma política (s, Q) com um aumento de 10% no nível de encomenda estimado, pode fazê-lo a partir do menu de alteração de parâmetros, visível a partir da Figura 9.

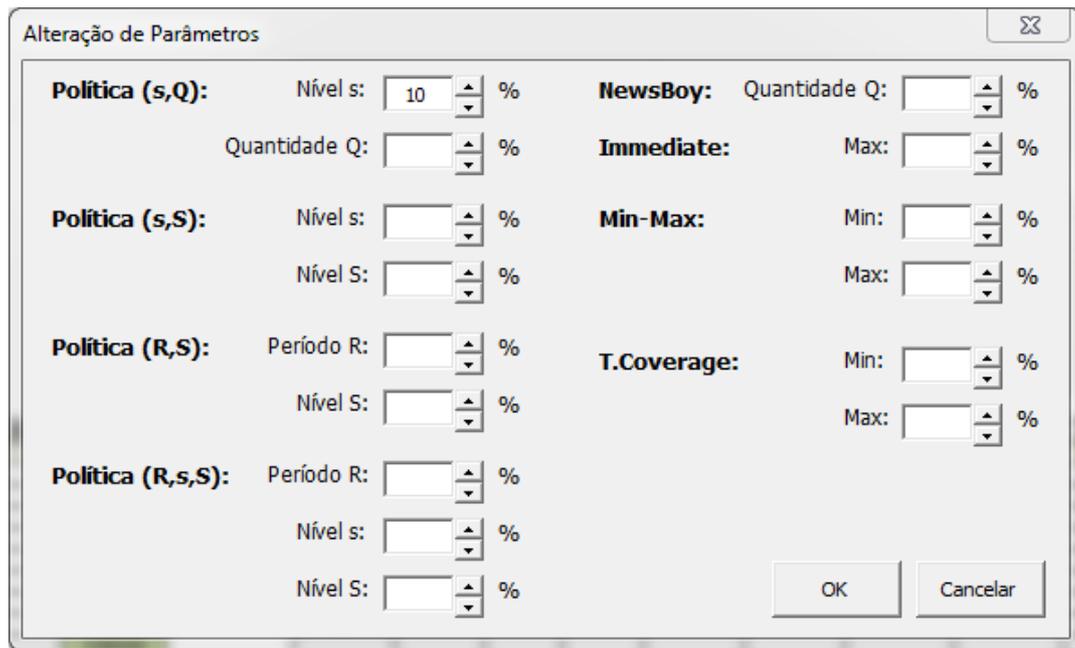


Figura 9 – Menu de alteração de parâmetros

A ferramenta permite analisar períodos passados como também analisar períodos futuros e utiliza a técnica de simulação para analisar e imitar o funcionamento de um sistema real de gestão de stocks. A sua principal função consiste em variar os parâmetros de entrada e analisar o seu impacto nas medidas de desempenho relevantes. Numa análise ao passado, o parâmetro de entrada que sofre variação é o prazo de entrega praticado pelo fornecedor. A partir do histórico de cada artigo, são recolhidos todos os prazos de entrega ocorridos no passado e agrupados segundo o número de ocorrências, como mostra as Figuras 10 e 11.

		Prazo de entrega						
Dias		0	1	2	3	4	5	13
Nº ocorr.		1	11	2	1	5	1	1
Prob.		0,045454545	0,5	0,090909091	0,045454545	0,227273	0,0454545	0,0454545
Ac. Ocorr.		1	12	14	15	20	21	22
Ac. Prob.		0,045454545	0,5454545	0,636363636	0,681818182	0,909091	0,9545455	1
	Total		1	22				

Figura 10 - Histograma representativo do prazo de entrega (tabela)

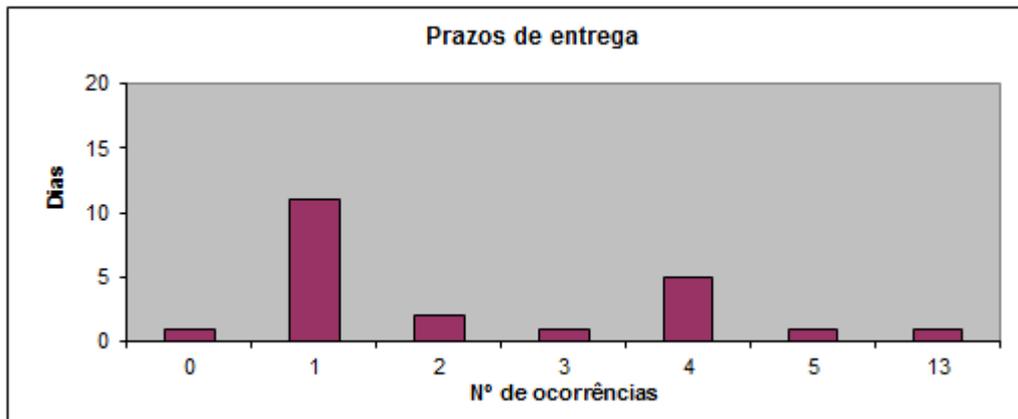


Figura 11 - Histograma representativo do prazo de entrega (gráfico)

A partir do histograma representativo do prazo de entrega é possível utilizar um método experimental para a convolação da procura durante o prazo de entrega, necessário para a estimação dos parâmetros das diversas políticas. Sendo assim, uma vez que serão gerados prazos de entrega aleatórios segundo o histograma dos prazos de entrega, será necessário realizar mais do que uma simulação para que os resultados dos vários indicadores de desempenho se tornem mais consistentes. O utilizador poderá indicar qual o número de simulações (*runs*) que deseja efetuar a partir do menu principal.

A ferramenta permite ao utilizador recolher os dados necessários e calcular as medidas de desempenho atingidas durante períodos do passado (ex., último ano). Esta análise histórica é fundamental para uma posterior comparação com (os valores) das mesmas medidas de desempenho, estimados através de simulação, que seriam atingidos caso a política (e/ou seus parâmetros) de gestão de stocks tivesse sido diferente (pertencente ao conjunto das políticas disponíveis na ferramenta).

Além de uma análise de períodos passados, a ferramenta permite prever o comportamento dos stocks para um período futuro, com base nas previsões da procura obtidas pelo *software* Stock Optimization (Secção 3.3.2), e na simulação do funcionamento do sistema de acordo com as políticas que se pretendem analisar.

No caso de um estudo de período futuro, além da variação do prazo de entrega, existe outro parâmetro de entrada que irá sofrer variações. Este parâmetro diz respeito à procura diária que irá ocorrer durante o período de tempo em análise. A procura irá variar dentro de um intervalo, segundo a média e o desvio-padrão das respetivas previsões diárias. Deste modo, no final de cada simulação o utilizador poderá observar as medidas de desempenho alcançadas, segundo determinada política, para o período futuro estipulado. Além disso, a ferramenta permite ao utilizador simular a política atual do artigo (*Immediate, Min-Max ou Time-Coverage*), para o mesmo período futuro, e então comparar os resultados obtidos com os resultados das novas políticas implementadas.

Antes de iniciar qualquer simulação, o utilizador tem a oportunidade de optar por visualizar o comportamento dos stocks ao longo do período em análise. Assim, o utilizador poderá visualizar todos os momentos de rutura de stock, assim como os dias de lançamento e receção de encomendas.

Caso o utilizador pretenda guardar os resultados obtidos, a ferramenta gera um relatório contendo todos os dados e resultados da simulação. Por sua vez, o utilizador pode escolher qual o nome que quer dar ao relatório assim como o local onde o pretende guardar. O relatório é composto por três partes. Numa primeira parte são apresentados todos os dados submetidos e utilizados na simulação. Destes dados fazem parte os dados importados, ou seja, os dados característicos de cada artigo, resultado da consulta dos ficheiros *Excel*. Também são apresentados os dados estimados, ou seja, os dados necessários para a estimação dos parâmetros das políticas de gestão de stocks, como é o caso do custo de encomenda, o custo de posse, o custo de rutura e o nível de serviço mínimo. Para completar, também são apresentados todos os detalhes da simulação, nomeadamente, a data de simulação, o período da simulação, o objetivo da simulação (minimizar custos totais ou manter um nível de serviço mínimo) e o número de simulações efetuadas por cada modelo. Numa segunda parte são apresentadas as medidas de desempenho atingidas, na realidade, durante o período de funcionamento anterior (ex., último ano), do artigo em análise. Também são apresentadas as medidas de desempenho resultantes da política selecionada para a simulação, para o mesmo período de tempo. Numa parte final do relatório, através de uma comparação entre as políticas, o utilizador consegue visualizar qual das políticas apresenta melhores resultados, em termos de custos, níveis de serviço, entre outros. Esta comparação é feita através de tabelas e gráficos ilustrativos.

3.4.3.1 Promoções

Uma outra funcionalidade da ferramenta é a possibilidade de adicionar promoções futuras. Novas promoções podem ser adicionadas através do menu “Adicionar Promoção”. Contudo, uma nova promoção só pode ser adicionada apenas quando o utilizador pretende analisar períodos futuros. Quando a análise se refere ao passado, novas promoções não podem ser adicionadas. Contudo, promoções passadas são contabilizadas no funcionamento das várias políticas de gestão de stocks.

Quando o utilizador pretende adicionar uma nova promoção, é-lhe apresentado o formulário ilustrado na Figura 12.

The image shows two overlapping windows from a software application. The primary window, titled 'Adicionar Promoção', is a form for creating a new promotion. It includes several input fields: 'De:' (From) set to 09/08/15, 'Até:' (Until) set to 13/08/15, 'Lançamento da encomenda:' (Order launch) set to 06/08/15, 'Preço Regular:' (Regular Price) at 5,45 €, 'Novo Preço:' (New Price) at 4,99 €, 'Desconto:' (Discount) at 8,44 %, and 'Aumento previsto de vendas:' (Expected sales increase) at 100 %. There are also two buttons at the bottom: 'Adicionar Promoção' and 'Concluir'. A secondary window, titled 'Calendário', displays a calendar for July 2015. The date 06/07/2015 is highlighted in red and labeled 'Hoje: 06/07/2015'.

Figura 12 - Formulário de novas promoções

A partir do formulário anterior, o utilizador poderá informar o sistema sobre as datas da promoção, o novo preço promocional e também o aumento previsto das vendas durante esse período. É a partir deste aumento que é calculada a quantidade da encomenda extraordinária referente à promoção (i.e. a encomenda adicional em relação às encomendas normais decorrentes da aplicação das regras da política de gestão em vigor para o artigo em análise). A encomenda extraordinária é determinada pelo adicional de vendas diárias previsto, em relação à procura média regular do artigo, multiplicado pelo número de dias da promoção.

No caso das promoções realizadas no passado, é possível saber através do histórico de dados, qual foi o desconto efetuado em cada promoção e o acréscimo de vendas atingido em relação ao montante de vendas normais. A recolha e análise destes dados, servirá para estimar (prever) o aumento de vendas em futuras promoções, e estimar, em conformidade, a quantidade da encomenda extraordinária a sugerir ao decisor.

Para isso, através dos dados disponíveis pela empresa, todas as promoções de cada loja foram agregadas por artigo e por intervalos de desconto. Assim, foi calculada a média das vendas promocionais de todas as promoções pertencentes a cada intervalo de desconto. Esta média promocional foi comparada com a média regular das vendas do artigo e, a partir daí, foi possível chegar ao valor do aumento previsto de vendas de cada promoção passada. Para lidar com artigos que nunca sofreram qualquer tipo de promoção, todas as promoções de cada loja foram agregadas também por família de produtos e por intervalos de desconto. Assim, para esse tipo de artigos, o aumento previsto das vendas

promocionais será obtido através do aumento das vendas das promoções passadas de artigos pertencentes à mesma família de produtos, dentro do mesmo intervalo de desconto.

A ferramenta desenvolvida também auxilia o gestor na tomada de decisões. No caso das promoções, quando o gestor insere uma nova promoção, a ferramenta estima um possível aumento de vendas para essa mesma promoção. A partir da agregação das promoções passadas, a ferramenta procura o intervalo de desconto na qual a nova promoção se insere e verifica qual o possível aumento de vendas promocional. Após encontrado esse valor, uma mensagem como a da Figura 13 é apresentada ao utilizador.

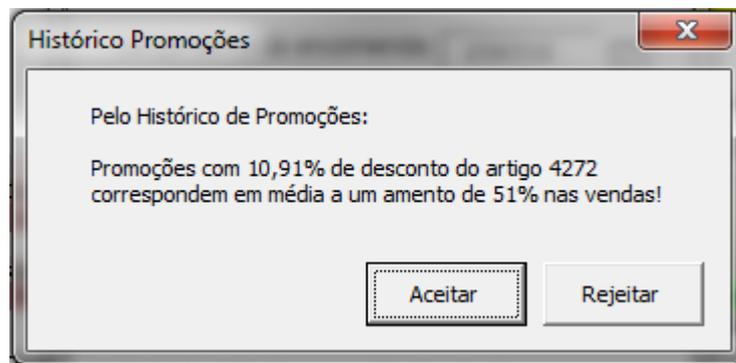


Figura 13 - Mensagem Informativa sobre histórico de promoções

Caso não exista histórico de promoções semelhantes à nova promoção do mesmo artigo, a ferramenta irá procurar nas promoções agregadas por família de produtos e uma mensagem como a anterior é apresentada ao utilizador, informando qual o respetivo aumento de vendas. O utilizador poderá aceitar a sugestão ou então estimar ele próprio um possível aumento de vendas durante o período promocional.

3.4.3.2 Indicadores de desempenho e relatórios

A eficiência da gestão de stocks pode ser avaliada através da análise conjunta de alguns indicadores de desempenho, como é o caso do stock médio, taxa de rotação, taxa de cobertura, a taxa de rutura de stock, nível de serviço, e obviamente também pela análise da evolução das diferentes parcelas do custo de gestão (posse, quebra e passagem de encomenda) e custo global.

Um dos objetivos principais da presente dissertação incide na análise e comparação dos resultados obtidos entre todos os modelos e métodos de solução implementados, de maneira a identificar aqueles que trazem melhores resultados. Esta análise e comparação são realizadas segundo vários indicadores de desempenho. Um desses indicadores de desempenho diz respeito ao stock médio.

O stock médio não é mais que uma média dos valores do stock ao longo de todo o período de tempo observado (ex. último ano). Este indicador é calculado através da Equação 1.

$$\text{Stock Médio (SKUs)} = \frac{\text{Soma dos valores do stock no final de cada dia}}{\text{Número de dias no período}} \quad (1)$$

A taxa de rotação traduz o número de vezes que o stock é renovado ao longo do tempo, através da relação entre o consumo e o stock médio, durante o mesmo período de tempo (normalmente considera-se um ano, ou, se for diferente, procede-se à anualização do valor do indicador). O cálculo da taxa de rotação (anual) é feito através da Equação 2.

$$\text{Taxa de rotação} = \frac{\text{Consumo médio anual}}{\text{Stock Médio durante o ano}} \quad (2)$$

Os valores do consumo médio e do stock médio podem ser expressos em unidades físicas ou em unidades monetárias. Contudo, quando se trata de taxas de rotação agregadas (i.e. referentes a conjuntos de produtos), estes valores devem apresentar-se em unidades monetárias, porque normalmente as unidades físicas (ou SKUs) dos diversos produtos são diferentes.

A medida inversa da taxa de rotação, a taxa de cobertura, representa o tempo que a empresa consegue abastecer a procura sem ter de recorrer a uma nova encomenda. A taxa de cobertura é obtida através da Equação 3.

$$\text{Taxa de cobertura (dias)} = \frac{\text{Stock médio durante o ano}}{\text{Consumo médio anual}} \times 365 \quad (3)$$

A taxa de rutura representa a fração de incumprimentos ou incapacidade de satisfazer a procura por falta de stock disponível no momento. Este indicador pode ser calculado pela fração do número de encomendas não satisfeitas em relação ao número total de encomendas.

$$\text{Taxa de rutura (1)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ encomendas não satisfeitas}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de encomenda}} \times 100 \quad (4)$$

Por outro lado, a nova ferramenta também calcula a taxa de rutura segundo a quantidade total de quebra em stock. Este indicador é calculado através da Equação 5.

$$\text{Taxa de rutura (2)} = \frac{\text{Número total de unidades em quebra}}{\text{Número total de unidades encomendadas}} \times 100 \quad (5)$$

O nível de serviço prestado ao cliente é um indicador crucial para uma boa gestão de stocks. O nível de serviço pode ser calculado de diferentes modos. O nível de serviço baseado na frequência de serviço por ciclo de encomenda corresponde à probabilidade do stock disponível ser suficiente para satisfazer a procura durante o tempo de reposição e é calculado pela Equação 6.

$$\text{Nível de serviço} = 1 - \frac{\text{Nº encomendas não satisfeitas}}{\text{Nº total de encomendas}} \quad (6)$$

Enquanto o nível de serviço, baseado na quantidade total de rutura de stock, indica a percentagem da procura satisfeita a partir do stock disponível. Este indicador é calculado pela Equação 7.

$$\text{Nível de serviço} = 1 - \frac{\text{Número total de unidades em rutura}}{\text{Número total de unidades procuradas}} \quad (7)$$

Ao contrário do nível serviço, as probabilidades de quebra de stock indicam a probabilidade do stock disponível ser insuficiente para satisfazer a procura, mediante determinado critério. A probabilidade de quebra também foi calculada segundo dois critérios. A probabilidade de quebra, segundo a percentagem de encomendas realizadas, é o oposto do nível de serviço dado pela Equação 6. Por isso, quanto maior for este nível de serviço menor será a probabilidade de quebra. Por outro lado, a probabilidade de quebra, calculada através da Equação 8, indica a percentagem do número total de dias de quebra em relação ao número total de dias observados.

$$\text{Probabilidade de Quebra} = \frac{\text{Número dias com quebra stock}}{\text{Número total dias}} \quad (8)$$

Todos os indicadores referidos (e implementados na ferramenta) estão disponíveis para realizar as análises do desempenho do sistema, quer a situação real observada (ex., evolução anual, mensal, diária), quer qualquer cenário, passado ou futuro, simulado com a ferramenta.

Após cada simulação de cenário (por exemplo), todos estes indicadores são calculados e retornados ao utilizador. A ferramenta também permite gerar relatórios customizados com a informação dos valores dos indicadores.

Também se procedeu à implementação do conjunto de indicadores de desempenho segundo diferentes níveis de desagregação. Assim, a ferramenta permite visualizar um conjunto de indicadores de desempenho, atingidos no passado, para cada produto(s)/família(s) de produtos. Um relatório é gerado sempre que o utilizador faça uso desta funcionalidade. A partir deste relatório, o utilizador consegue visualizar os valores do stock médio, da taxa de rotação, da taxa de cobertura, dos níveis de serviço, das probabilidades de quebra e dos custos logísticos do produto(s)/família(s) de produtos selecionado(s). Além disso, é possível visualizar também o comportamento de determinados indicadores segundo uma desagregação temporal. O utilizador terá a oportunidade de analisar a evolução das vendas, do stock médio, das ruturas de stock e dos custos ao longo dos vários meses. Na seleção de mais que um produto(s)/família(s) de produtos, o relatório ainda contém, numa parte final, uma comparação entre os vários produtos(s)/família(s) de produtos, segundo os vários indicadores de desempenho.

3.4.3.3. Outras funcionalidades

A ferramenta desenvolvida para a presente dissertação caracteriza-se por ser uma ferramenta dinâmica e transversal. A ferramenta foi implementada em *Microsoft Excel* e *VBA*, enquanto o *PL/SQL Developer* foi o *software* de gestão de base de dados utilizados para aceder à informação da empresa. Uma vez que não existe uma ligação direta entre estas duas ferramentas, foi necessário aceder à base de dados da empresa e guardar em ficheiros *Excel* todos os dados necessários para o bom funcionamento da ferramenta desenvolvida. Sendo assim, sempre que a ferramenta necessitar desses dados irá fazê-lo através da consulta desses ficheiros *Excel*. Contudo, estes ficheiros foram estruturados com determinadas regras, de forma a facilitar a recolha e tratamento de novos dados. Assim, caso o utilizador pretenda analisar determinado artigo que não conste na lista de artigos selecionados para a análise, é possível fazê-lo de forma fácil e eficaz. Para isso, basta aceder ao *PL/SQL Developer* e correr uma *query*, já implementada, de forma a guardar grande parte dos dados necessários para a análise. O resultado da *query* terá de ser guardado numa pasta já destinada para esses ficheiros com o nome

IDloja_IDArtigo. Posto isto, o utilizador já poderá usufruir de todas as funcionalidades da ferramenta para o novo artigo selecionado. Da mesma forma, também seria possível tornar a ferramenta funcional noutra unidade empresarial. Uma vez mais, isto só seria possível se fossem cumpridas todas as regras de estrutura dos vários ficheiros *Excel* assim como os nomes dos ficheiros e os locais de destino onde seriam guardados.

A nova aplicação foi desenvolvida e estruturada para situações ideais, ou seja, durante todo o desenvolvimento foi assumido que todos os dados importados da base de dados da empresa seriam de extrema viabilidade. Assumiu-se que todos esses dados estariam corretos e desconsiderou-se qualquer falta de informação desconhecida. Após a observação de grande parte desses dados, verificou-se que a situação não era de todo uma situação ideal. Más contagens de stock, vendas com stock negativo, promoções com desconto negativo e o não registo de encomendas foram alguns dos problemas encontrados. Além das más contagens de stock, verificou-se também que as contagens de stock, que deveriam ser diárias, saltavam alguns dias para alguns produtos. Este problema causava alguns transtornos para o bom funcionamento das novas políticas implementadas. Deste modo, o problema foi ultrapassado através da inserção dos dias em falta e, conseqüentemente, da atribuição de valores dos stocks diários (final do dia) iguais aos dos dias anteriores. Contudo, sempre que esta situação se verifica uma mensagem é transmitida ao utilizador.

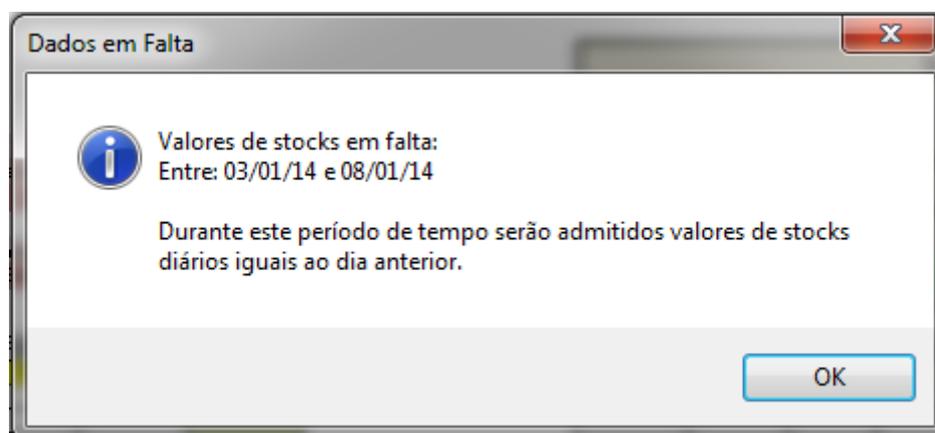


Figura 14 - Mensagem informativa sobre dados em falta

Além deste último tipo de erros, a ferramenta também controla erros operacionais. Este tipo de erros pode acontecer quando o utilizador digita dados inválidos num formulário ou até quando alguns desses dados são obrigatórios e não estão preenchidos. Sempre que este tipo de erros acontece uma mensagem de informação é transmitida ao utilizador. Quando o utilizador tenta aceder a um artigo de uma loja que não existe ou quando tenta aceder a informação que, supostamente, foi importada da base

de dados, mas que, para esse artigo, não existe, uma mensagem é transmitida ao utilizador informando-o de que para esse artigo, determinada informação não foi importada, como mostra o exemplo presente na Figura 15.

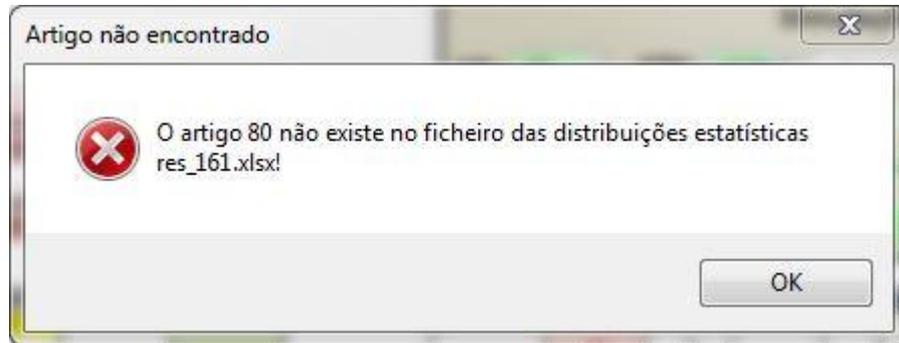


Figura 15 - Mensagem informativa sobre dados não encontrados

3.5 Síntese e principais conclusões

Neste capítulo foi apresentado, de forma abreviada, o funcionamento do sistema atual de gestão de stocks das empresas-clientes que fazem uso da atual ferramenta da empresa, o *Stock Optimisation*, o qual foi alvo de análise e desenvolvimento e implementação de incremento de novas funcionalidades, através da inserção de novas metodologias para análise retrospectiva e prospetiva, bem como para estimação das políticas de gestão mais adequadas a diferentes casos. Para isso, foi desenvolvida uma nova ferramenta, funcionalmente independente do *Stock Optimization*. Contudo, as funcionalidades agora implementadas poderão ser facilmente incorporadas no próprio *software* comercializado pela empresa, traduzindo-se assim numa nova aplicação informática de apoio à gestão de stocks com um conjunto muito significativo de novas funcionalidades.

Este capítulo mostra, de uma forma geral, o modelo e o tipo de ferramenta desenvolvida para o estudo, assim como todos os módulos e funcionalidades que a integram.

Nos capítulos seguintes, reporta-se a aplicação desta ferramenta a um estudo de caso real. Pretende-se analisar o desempenho real do sistema de gestão de stocks no ano de 2014, e proceder a um estudo prospetivo de estimação de políticas mais adequadas para eventual implementação futura. Grande parte das análises do estudo de caso foram realizadas em paralelo com o desenvolvimento da ferramenta (e repetidas no final), possibilitando-se assim proceder à comparação de resultados obtidos com a ferramenta e com o cálculo manual, e, desta forma, proceder à validação do software produzido.

Adicionalmente, algumas das funcionalidades desenvolvidas (e metodologias incluídas) foram suscitadas por algumas das especificidades do sistema em estudo (ex., promoções, gestão dos produtos com data de validade associada, flexibilização na escolha do grau de agregação dos indicadores de desempenho).

4. ESTUDO DE CASO: CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO

Neste capítulo é realizada uma aplicação do *software* desenvolvido a um estudo de caso que consiste numa empresa-cliente, retalhista alimentar e não-alimentar. Numa primeira fase são apresentados os critérios utilizados para a seleção da amostra de produtos, e realizada uma breve caracterização e análise geral da gestão de stocks da empresa-cliente, segundo diversos indicadores de desempenho. São também reportados e discutidos os resultados sugeridos pelos principais indicadores de desempenho.

4.1 Contextualização do estudo de caso

O *software* desenvolvido caracteriza-se por ser suficientemente abrangente e flexível, capaz de ser aplicado em diferentes contextos de negócio das empresas-cliente. A empresa onde o estudo foi desenvolvido, trabalha com diversos retalhistas e grossistas, localizados principalmente na Europa e América do Sul. Para o estudo de caso foi selecionado apenas um desses clientes. A empresa-cliente selecionada é uma empresa que trabalha na área do retalho alimentar e não-alimentar e é considerada um dos maiores retalhistas do Brasil. Todas as funcionalidades presentes na ferramenta são desenvolvidas sobre dados reais fornecidos pela empresa. Tudo o que envolve a estrutura e bom funcionamento da base de dados não foi aqui retratado. Assume-se que a base de dados é coerente e que todos os dados extraídos estão corretos e isentos de erros.

O estudo de caso deste trabalho iniciou-se com a seleção de três lojas da empresa-cliente. O critério de seleção das lojas incidiu sobre o volume de vendas obtido durante o ano de 2014. Deste modo, foi selecionada uma loja com um grande volume de vendas (Loja 1), uma loja com um volume intermédio de vendas (Loja 2), e uma loja com um baixo volume de vendas (Loja 3). Após a seleção das três lojas, procedeu-se à recolha e tratamento de dados ao nível artigo-loja. Os dados foram recolhidos através da base de dados da empresa, com a ajuda do *PL/SQL Developer*.

Após a seleção das lojas para a análise, procedeu-se à recolha e análise de uma primeira amostra de artigos passíveis de serem analisados e interpretados. Devido ao elevado número de elementos da primeira amostra, foi elaborada uma segunda amostra, mais reduzida, representativa da primeira amostra. A recolha desta amostra seguiu determinados critérios. Foram selecionados produtos de todas as famílias de produtos pertencendo a classes diferentes da análise ABC. A partir do Anexo III é possível verificar que foram recolhidas para análise cerca de 33 famílias de produtos da Loja 1, 30 famílias de

produtos da Loja 2, e 29 famílias de produtos da Loja 3. Algumas famílias de produtos apresentam um défice de número de artigos em relação a outras famílias de produtos devido à inexistência de mais artigos dessa família na primeira amostra.

A partir da nova ferramenta é possível analisar o sistema atual de gestão de stocks da empresa-cliente segundo diversos indicadores de desempenho. Esta análise é referente aos acontecimentos ocorridos durante o ano de 2014. Esta análise ao passado permite analisar, segundo uma desagregação temporal, o comportamento de produtos/famílias de produtos através de vários indicadores de desempenho. Assim, o utilizador (da ferramenta desenvolvida) poderá observar como certos produtos/famílias de produtos estão a comportar-se, ao longo dos vários meses do ano, mediante certos indicadores. Contudo, devido à falta de dados, alguns produtos só possuem a informação necessária a partir de meados de 2014 e, deste modo, serão analisados apenas a partir desse momento.

4.2 Inconsistências na base de dados da empresa

A ferramenta desenvolvida não tem uma ligação direta à base de dados da empresa. Os dados necessários são recolhidos da base de dados da empresa e guardados em ficheiros *Excel*. Sempre que alguma funcionalidade da ferramenta necessitar de algum desses dados, irá efetuar uma consulta ao ficheiro correspondente. Contudo, após uma análise de grande parte dos dados, verificou-se a existência de alguma incoerência de alguns deles. O registo incorreto dos stocks ao longo do tempo é um dos grandes problemas encontrados. Grande parte das análises baseia-se nos valores dos stocks diários (final do dia), e a verdade é que a base de dados apresenta registos de stocks negativos, e registos de vendas quando o stock é nulo. Adicionalmente, foram encontrados outras incoerências e faltas de informação. Por exemplo, grande parte dos produtos analisados não têm registos do lançamento de encomendas. Estas incorreções e faltas representam um constrangimento à realização de algumas análises.

É evidente que a nova ferramenta só poderá produzir análises e estimações corretas se os dados constantes na base de dados fonte (da empresa-cliente) são corretos e isentos de falta de informação. Contudo, atualmente, todas as funcionalidades, análises e resultados reportados são baseados segundo os dados recolhidos da base de dados da empresa. Os valores negativos encontrados, em relação aos valores dos stocks diários (final do dia), foram desconsiderados para análise, assumindo-se valores nulos para esses casos, independentemente de existir registo de vendas para os dias em causa. Devido a estas evidências de incorreções na informação, as análises e resultados produzidos pela ferramenta poderão não corresponder ao verdadeiro “estado” do sistema. Note-se, porém, que o principal propósito deste

estudo incide na validação da ferramenta desenvolvida, testando a sua capacidade para estimar indicadores de desempenho e realizar análises que auxiliem o gestor na tomada de decisões, e não propriamente em apresentar um estudo rigoroso do sistema da empresa-cliente (o qual exigiria também maior rigor nos respetivos dados).

4.3 Análises ABC

De forma a caracterizar os diferentes produtos, foi elaborada uma análise ABC para as três lojas selecionadas, segundo a faturação total ocorrida durante o ano de 2014. A faturação total foi determinada através de dois atributos específicos de cada artigo: o preço de venda praticado ao público e o valor total de vendas do ano de 2014. Como o preço de venda de um artigo varia ao longo do tempo, foi utilizado o valor médio dos preços praticados ao longo do ano de 2014. As Figuras 16-18 mostram o resultado da análise ABC, para cada uma das lojas.

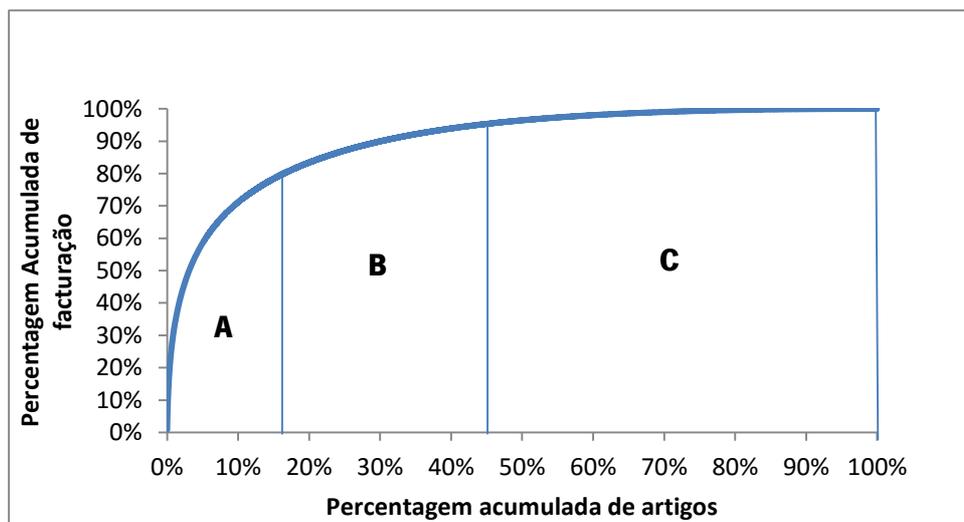


Figura 16 - Curva ABC da Loja 1

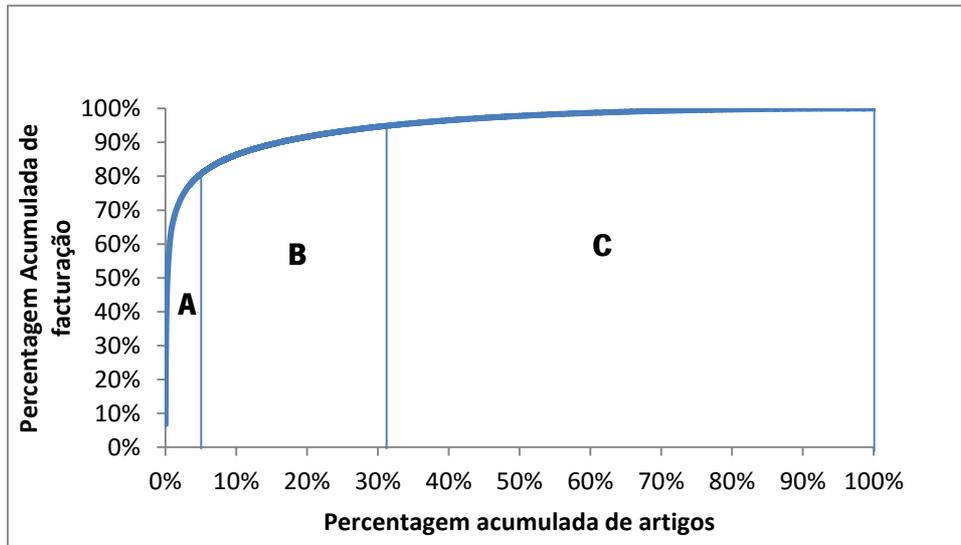


Figura 17 - Curva ABC da Loja 2

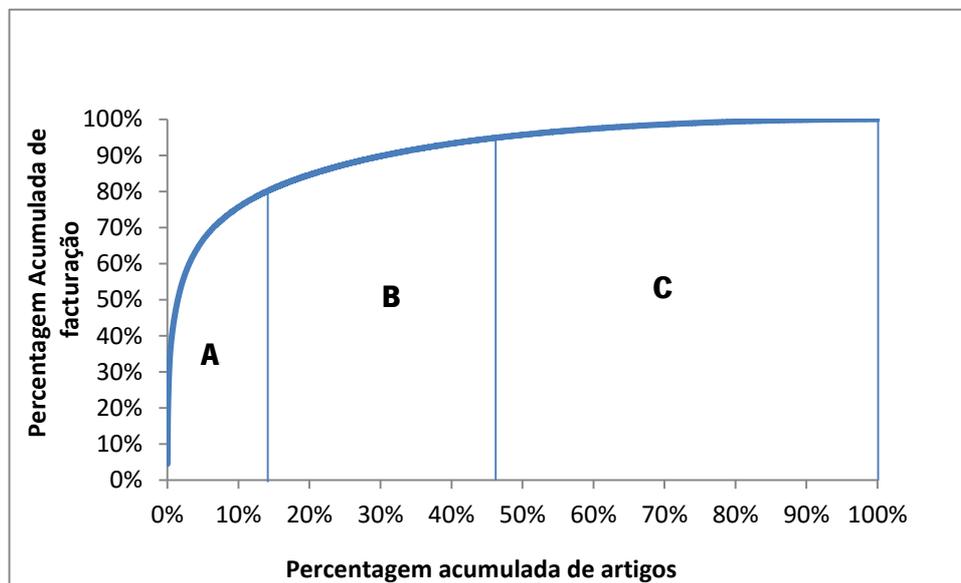


Figura 18 - Curva ABC da Loja 3

Como regra principal nesta análise, foram escolhidos para a classe A, os artigos que representam cerca de 80% da facturação total, que correspondem, aproximadamente, a 15% do total de produtos para a Loja 1 e 3 e a cerca de 5% para a Loja 2. Os artigos da classe B correspondem aos próximos 15% do acumulado da facturação total e os últimos 5% dizem respeito aos artigos da classe C.

A partir desta análise foi possível determinar a importância relativa dos produtos comercializados pela empresa, ao nível de cada loja, por exemplo os produtos que geram um maior lucro e, conseqüentemente, os produtos que merecem um maior grau de atenção ao nível da sua gestão stocks. Por outro lado, através dos resultados da análise ABC, também foi possível conhecer os produtos que são insignificantes para a empresa, que geram pouco lucro, e onde a sua gestão de stocks não é tão preocupante. Esta análise é fundamental para decidir que tipo de política de gestão de stocks cada

produto deve adquirir. Isto porque, um produto importante, pertencente à classe A, deverá possuir uma política de revisão contínua, onde os stocks são constantemente monitorizados. Por outro lado, um artigo da classe C, menos importante, poderá ser revisto periodicamente, eventualmente com relativa menor frequência.

4.4 Taxas de rotação e níveis de serviço

Numa fase inicial, e para analisar o comportamento geral de cada uma das lojas, foi realizada uma análise agregada dos principais indicadores de desempenho de todos os produtos de cada uma das lojas. Cada loja é representada por uma amostra com aproximadamente 200 produtos. Na Figura 19 estão presentes os valores da taxa de rotação agregada obtidos através desta análise.

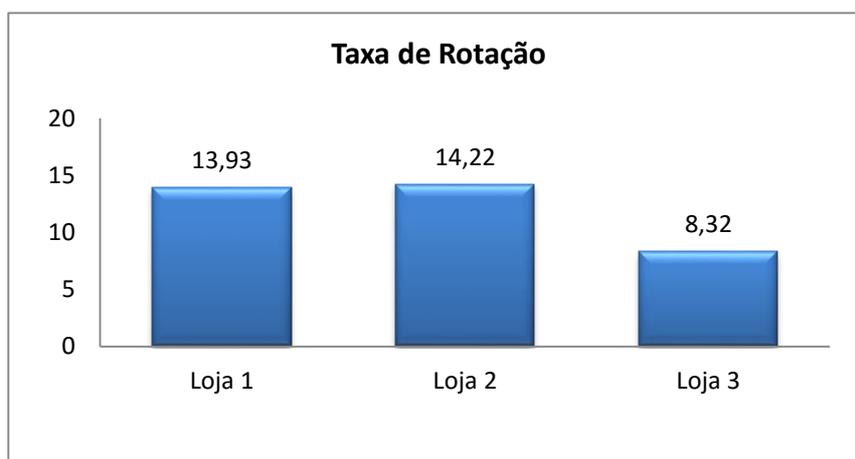


Figura 19 - Taxas de rotação agregadas durante ano 2014 por loja

A taxa de rotação indica o número de vezes que os stocks são renovados ao longo do ano. No geral, valores razoáveis para este indicador encontram-se acima de 10 rotações por ano. Assim, verifica-se que a taxa de rotação agregada, para a loja 3, apresenta um valor significativamente baixo. Isto poderá indicar um elevado montante imobilizado em stocks, e, aparentemente, indica que a gestão de stocks é significativamente menos eficiente do que nas restantes lojas.

Para além da taxa de rotação, a eficiência da gestão de stocks pode ser medida através da taxa de cobertura. A taxa de cobertura ou tempo médio de permanência do stock indica o tempo médio que o stock poderá abastecer a procura sem ter de recorrer a uma nova encomenda. A Figura 20 mostra a taxa de cobertura agregada para cada uma das lojas.

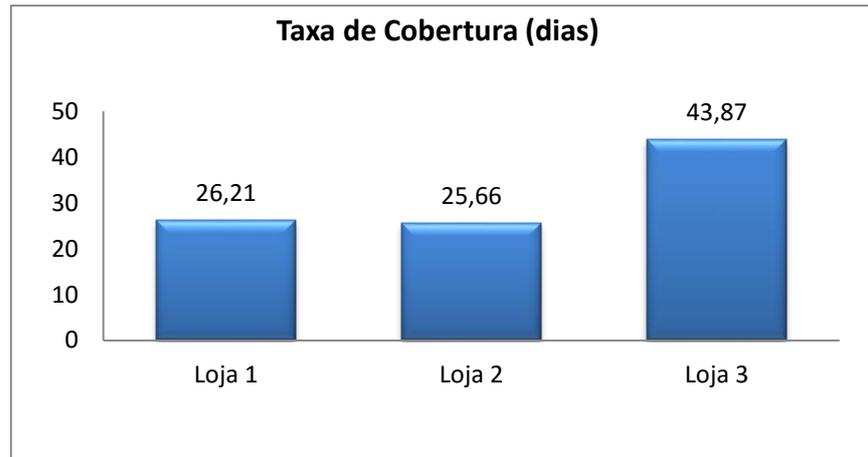


Figura 20 - Taxas de cobertura agregadas durante ano 2014 por loja

Quanto a taxa de cobertura for muita baixa poderá indicar o risco de falta de mercadoria para atender às necessidades do cliente. Contudo, pelo contrário, um índice de cobertura muito alto poderá indicar o risco de possuir stocks obsoletos face à perda de qualidade ou por saírem de moda, por exemplo. Em relação a este indicador, a Loja 3 parece apresentar um desempenho substancialmente inferior às duas outras lojas.

A taxa de rutura representa a incapacidade de satisfazer a procura através do stock disponível. As taxas de ruturas agregadas durante o ano de 2014, para cada uma das lojas, são apresentadas na Figura 21.

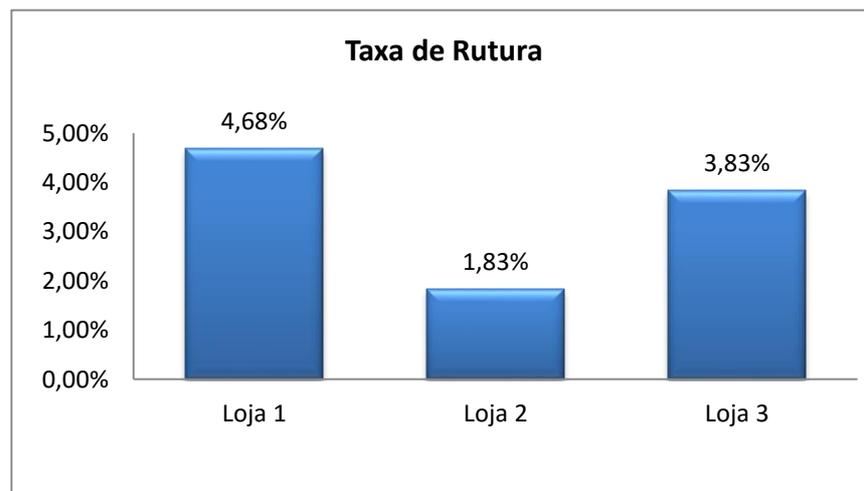


Figura 21 - Taxas de rutura agregadas durante ano 2014 por loja

É uma tarefa difícil atribuir valores ótimos para esta taxa. Contudo, são considerados valores razoáveis, valores compreendidos entre os 2% e os 4%. Sendo assim, verifica-se que, as três lojas, durante o período de tempo observado, apresentam uma boa taxa de rutura agregada, para a amostra selecionada.

Um dos principais objetivos estratégicos de uma empresa é manter um determinado nível de serviço para com os seus clientes. Desta forma, também foi incluída nesta análise o cálculo do nível de serviço agregado, prestado durante o ano de 2014. O nível de serviço foi calculado em termos de situações de quebra e de quantidades em quebra de stock e os resultados podem ser observados pela Figura 22.

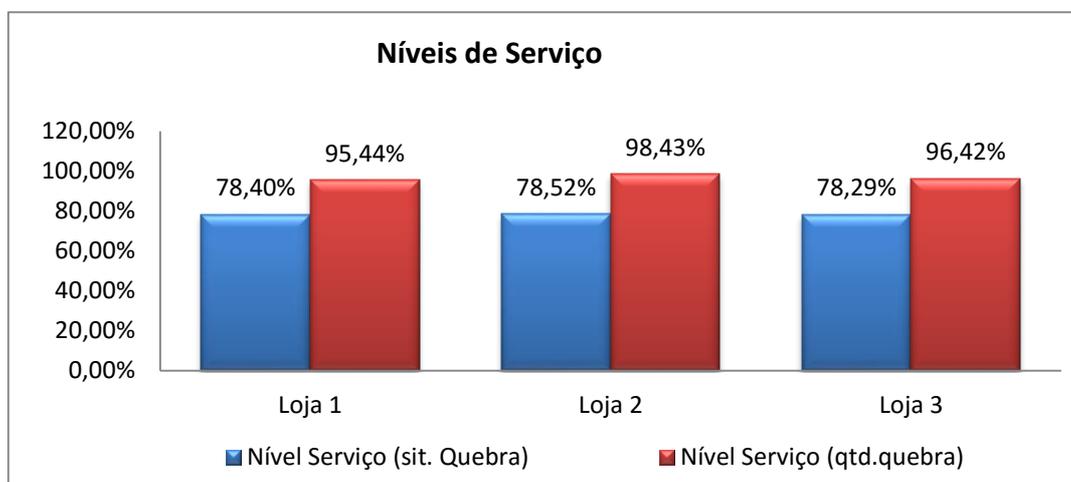


Figura 22 - Níveis de serviço agregados durante ano 2014 por loja

Para ambos os níveis de serviço, as três lojas apresentam valores semelhantes. O nível de serviço em termos de quantidade de quebra apresenta, para as três lojas, valores acima dos 95%, sendo sempre superior ao nível de serviço em termos de situações de quebra. Isto quer dizer que o número de ruturas de stock foi significativo em relação ao número de encomendas realizadas, para todos os produtos, não conseguindo atingir, para as três lojas, níveis de serviço acima dos 80%.

Além dos indicadores anteriores, o utilizador da ferramenta poderá também visualizar o número de encomendas realizadas ao longo de todo o ano, assim como o número de situações de rutura de stock e a quantidade de rutura respetiva. Num nível de desagregação temporal, o utilizador poderá analisar o comportamento dos vários indicadores ao longo dos vários meses do ano, como é o caso do stock médio (Figura 23).

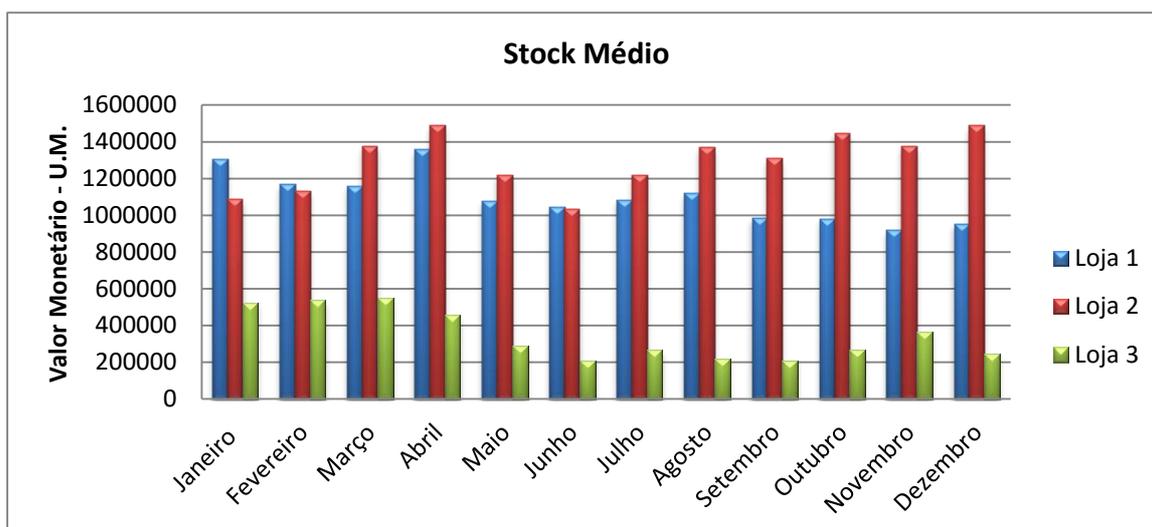


Figura 23 - Valores do stock médio mensal de 2014 por loja

O stock médio agregado de cada loja, durante todos os meses, é apresentado em unidades monetárias e, verifica-se que este indicador apresenta maiores valores para as lojas com maior volume de vendas, nomeadamente a Loja 1 e a Loja 2.

Além de uma análise agregada de todos os produtos de cada loja, a ferramenta também permite analisar cada família de produtos individualmente. Assim, o utilizador poderá observar o comportamento das várias medidas de desempenho de cada família de produtos, durante o ano de 2014, para cada uma das lojas. Após uma recolha aleatória de algumas categorias, de cada uma das lojas, procedeu-se a esta análise e apuraram-se os resultados constantes no gráfico das Figuras 24 (stock médio), 25 (taxa de rotação) e 26 (taxa de cobertura).

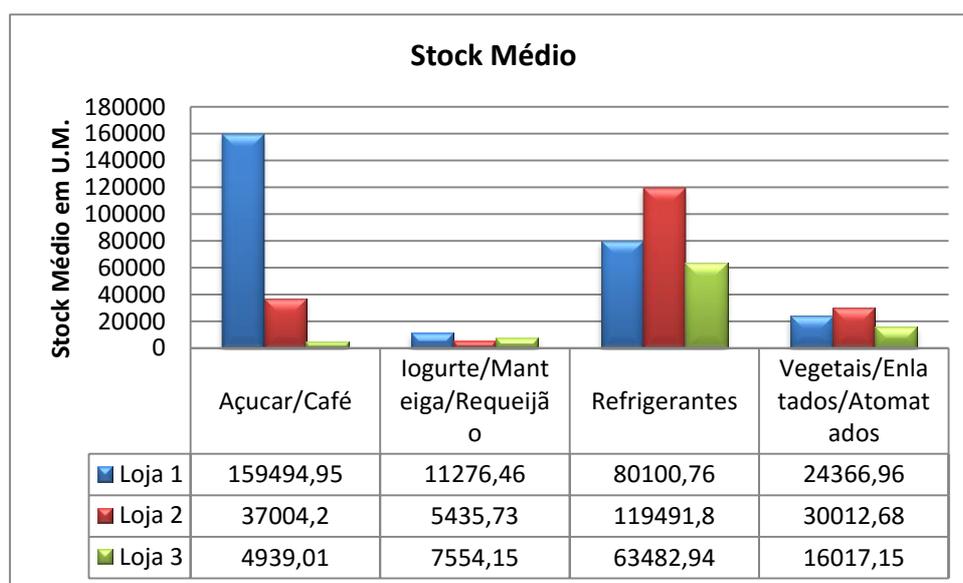


Figura 24 - Stock Médio agregado de cada categoria durante ano 2014 por loja

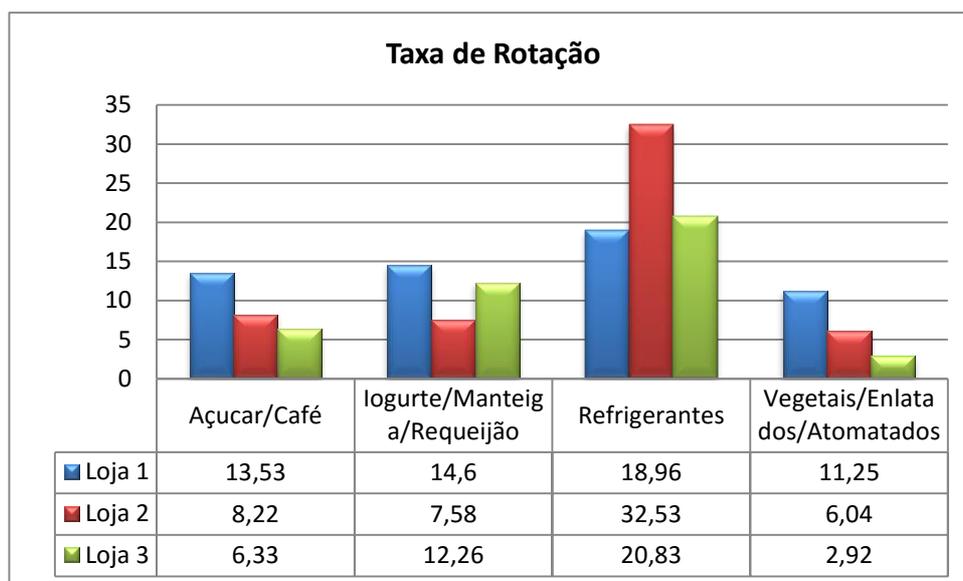


Figura 25 - Taxa de rotação agregada de cada categoria durante ano 2014 por loja

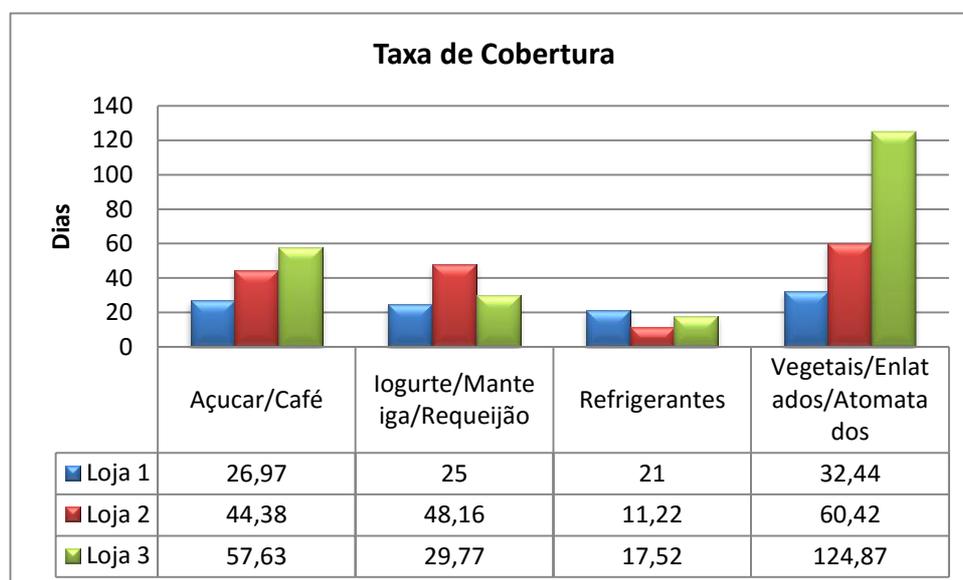


Figura 26 - Taxa de Cobertura agregada de cada categoria durante ano 2014 por loja

Através da análise dos resultados dos indicadores de desempenho anteriores, conclui-se que existem diferenças entre os vários indicadores da mesma categoria para as diferentes lojas. O stock médio de cada família de produtos, medido em unidades monetárias, apresenta maiores valores para as lojas com maior volume de vendas, nomeadamente a Loja 1 e a Loja 2. Por sua vez, sabendo que valores razoáveis para a taxa de rotação se encontram, no geral, acima dos 10, verifica-se que as taxas de rotação agregadas das categorias Açúcar/Café e Vegetais/Enlatados/Atomatados, tanto para a Loja 2 como para a Loja 3, apresentam valores razoavelmente baixos, como também a categoria Iogurte/Manteiga/Requeijão no caso da Loja 2. A categoria Refrigerantes da Loja 2 é a que apresenta uma maior taxa de rotação, conseguindo renovar os seus stocks 32 vezes ao ano. Neste caso, existe

uma maior rentabilidade dos stocks, contudo, para elevadas taxas de rotação, poderá haver um maior risco de ruturas.

Em termos de níveis de serviço e probabilidades de quebra de stock foram obtidos os resultados presentes nas Figuras 27 a 30.

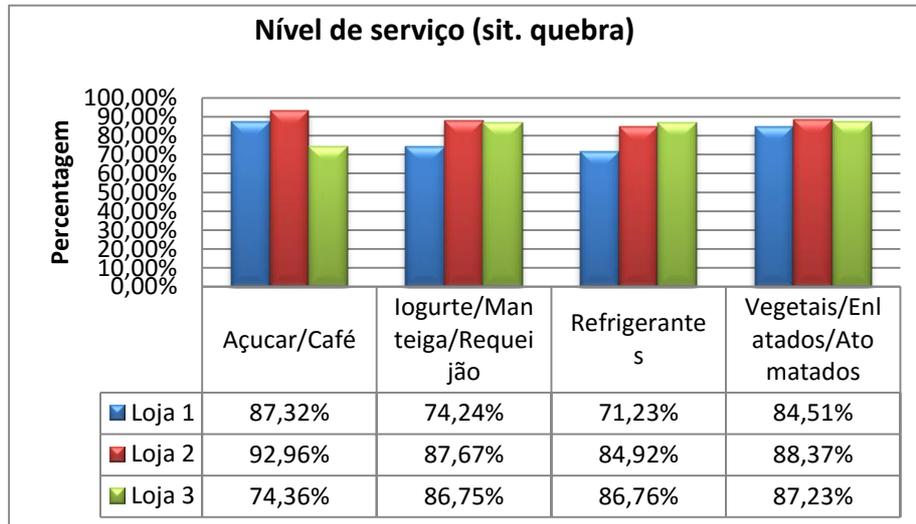


Figura 27 - Nível de serviço agregado, em termos de situações de quebra, de cada categoria durante o ano de 2014 por loja

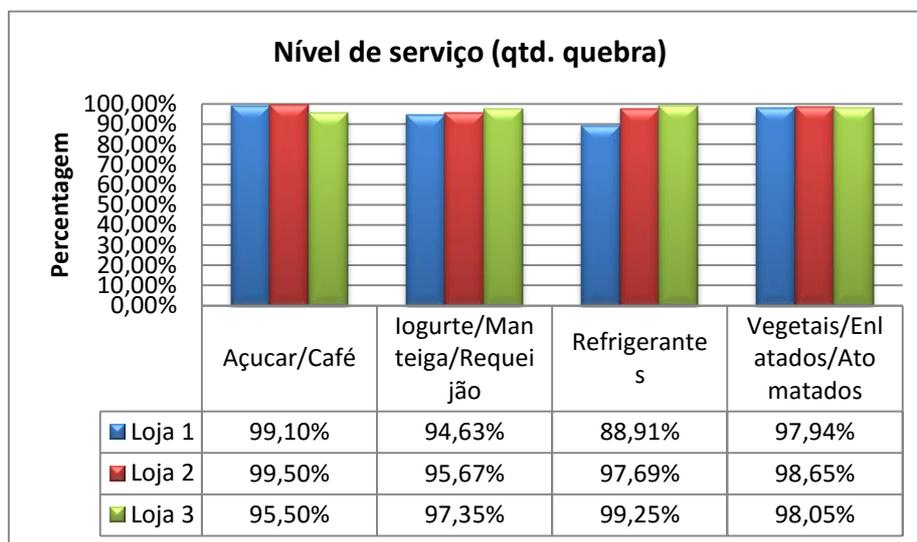


Figura 28 - Nível de serviço agregado, em termos de quantidade de quebra, de cada categoria durante o ano de 2014 por loja

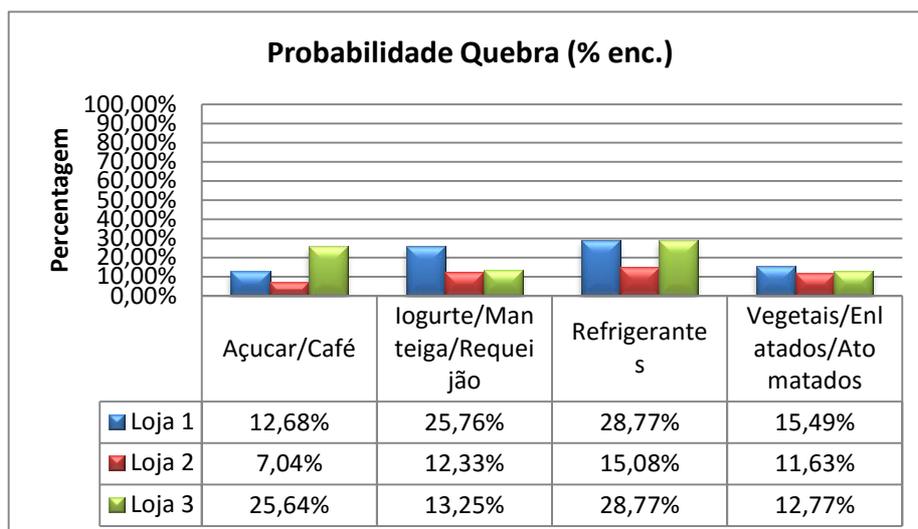


Figura 29 - Probabilidade de quebra agregada, em termos de percentagem de encomendas, de cada categoria durante o ano de 2014 por loja

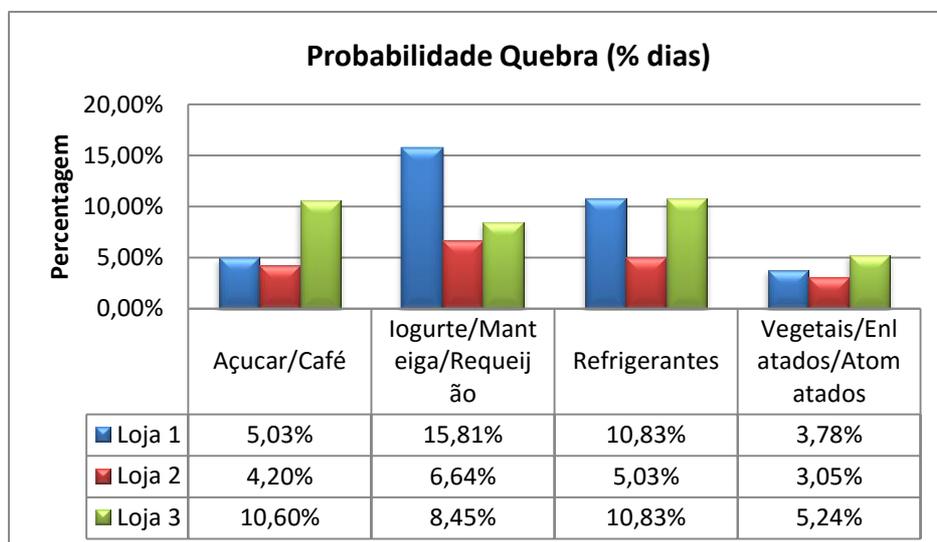


Figura 30 - Probabilidade de quebra agregada, em termos de percentagem de dias, de cada categoria durante o ano de 2014 por loja

Tal

como no caso da análise agregada a todos os produtos de cada loja, vista anteriormente, o nível de serviço, em termos de quantidade de quebra, apresenta, em geral, valores acima dos 95%, sendo sempre superior ao nível de serviço em termos de situações de quebra. Contudo, este último nível de serviço não ultrapassa os 90%. Isto quer dizer que o número de ruturas de stock foi significativo em relação ao número de encomendas realizadas. Por outro lado, as quantidades de rutura estimadas não apresentaram valores significativos, na medida em que todas as famílias de produtos, para todas as lojas em geral, apresentam bons níveis de serviço, em termos de quantidades em quebra.

A probabilidade de quebra, calculada segundo a percentagem de encomendas, é a medida inversa do nível de serviço em termos de situações de quebra. Por isso, quanto maior for este nível de serviço

menor será a probabilidade de quebra. Por outro lado, quanto maior for o número de dias em quebra em relação ao número total de dias analisados, maior será a probabilidade de quebra (% dias). Para a Loja 1 e 2, a família logurte/Manteiga/Requeijão foi a família de produtos que apresentou um maior número de dias com quebra de stock, com 15,81% e 6,64%, respetivamente. Com 10,83%, os refrigerantes foram os produtos com mais dias de quebra na Loja 3. No geral, a loja 2 é a loja que apresentou menos dias de quebra de stock no conjunto de todas as famílias de produtos.

Os mesmos tipos de análises das acima apresentadas foram também efetuados ao nível do produto, para alguns produtos. Adicionalmente, foram ainda estimados e analisados os custos da gestão de stock, diferenciando-se custos de posse, custos de encomenda e custos de quebra, por cada família de produtos. Contudo, os valores obtidos são meramente ilustrativos (das respetivas funcionalidades da ferramenta desenvolvida), visto que podem assumir valores bastante distintos dos valores reais, pelo facto de que a empresa-cliente em estudo não possui estimativas de nenhum destes custos (unitários). Os custos unitários utilizados nos cálculos foram arbitrados pelo analista.

Sempre que o utilizador faz uso destas funcionalidades, ou seja, quando o utilizador pretende analisar o comportamento do sistema atual de gestão de stocks de algum produto, família de produtos, ou outro conjunto de produtos (livremente selecionado pelo utilizador), é sempre gerado, no final, um relatório contendo os indicadores de desempenho e análises anteriormente descritas, para além de algumas outras não mencionadas. Um exemplo deste relatório está presente no Anexo V.

4.5 Estimação dos custos de gestão de stock

Tal como reportado na revisão da literatura (Secção 2.2.2), os custos de gestão de stock incluem os custos relacionados com a existência ou posse de stock, a quebra ou rutura de stock, e o processamento de encomendas pedidas aos fornecedores. É de extrema importância estimar estes custos com a maior exatidão possível. A partir dos valores destes custos será normalmente possível estimar os valores mais adequados (possivelmente ótimos ou próximos dos ótimos) para os parâmetros das políticas de gestão de stocks. Neste sentido, torna-se claro que o conhecimento dos valores (reais) dos custos de gestão de stocks pode ter uma grande influência positiva sobre o bom desempenho das políticas de gestão de stocks. No caso da empresa-cliente, alvo deste estudo, o problema é que esses custos não são conhecidos (alegadamente), e não foram, entretanto, fornecidos quaisquer dados ou informações que pudessem ser usados para a sua estimação.

Na tentativa de ultrapassar este problema, produziu-se um pequeno guia ilustrativo da estimação dos diversos custos, o qual foi enviado à empresa-cliente na expectativa de que esta possa futuramente proceder à respetiva estimação ou, pelo menos, à cedência dos dados necessários para esse efeito. O Anexo IV reporta um extrato do referido guia.

No âmbito deste estudo, para se proceder à aplicação dos modelos, os diferentes custos foram estimados de forma arbitrária e meramente ilustrativa, sem qualquer consentimento por parte dos gestores da empresa-cliente.

4.6 Síntese e principais conclusões

Neste capítulo reportou-se a aplicação da ferramenta desenvolvida ao caso de um sistema de gestão de stocks de uma empresa de retalho com várias lojas. A ferramenta permitiu estimar diversos indicadores e realizar algumas análises (de forma automatizada), as quais foram depois reportadas e discutidas ao longo do texto.

Esta caracterização, análise e diagnóstico do sistema atual de gestão de stocks, possível através da nova ferramenta, é uma das principais preocupações de um gestor de stocks, de forma a avaliar o comportamento de produto(s)/família(s) de produtos ao longo de períodos passados e detetar situações menos desejadas e proceder a um constante melhoramento. Além disso, o facto de esta funcionalidade ser parametrizável só traz vantagens para os gestores. Por exemplo, o gestor responsável pela loja poderá observar o comportamento global de todos os produtos disponíveis na loja, enquanto um gestor responsável por uma família de produtos poderá analisar o comportamento de todos os produtos da sua gama de produtos.

A geração automática de relatórios (predefinidos e/ou customizáveis) vem também ao encontro das necessidades dos gestores. Os relatórios gerados no final de cada análise são uma mais-valia, na medida em que o utilizador poderá consultar os resultados obtidos de uma forma prática e de fácil visualização, através de tabelas e gráficos ilustrativos. Estas novas funcionalidades vêm aumentar o leque de funcionalidades fornecidas pelo *Stock Optimisation*, oferecendo à empresa-cliente a oportunidade de ter um melhor rigor no controlo e gestão dos seus stocks.

5. ESTUDO DE CASO: ESTIMAÇÃO DE POLÍTICAS

5.1 Introdução

Tal como foi referido anteriormente, a ferramenta desenvolvida no âmbito da presente dissertação, permite reproduzir e analisar o funcionamento de um sistema real de gestão de stocks, recorrendo à técnica da simulação. Para além do método analítico, também implementado na ferramenta, esta técnica possibilitará estimar as políticas de gestão de stocks mais adequadas para determinada situação. A aplicação do método analítico poderá ser suficiente em muitos casos (ex., produtos com procuras estacionárias), mas, em outros casos, poderá apenas servir para estimar “grosseiramente” os valores pretendidos, devido a questões de falta de representatividade do modelo subjacente ao método face à realidade (tipicamente mais complexa). É nestes últimos casos referidos que a técnica da simulação é normalmente útil: para estimar o desempenho de conjuntos de valores alternativos (incluindo, por exemplos, os que são estimados pelo método analítico) dos parâmetros das políticas, ou considerar também políticas alternativas, e, por comparação, seleccionar a melhor opção de política a implementar.

A nova ferramenta permite analisar períodos passados como também analisar períodos futuros. A análise a períodos passados é referente ao ano de 2014, neste estudo de caso. A partir desta funcionalidade, a ferramenta permite estimar, para esse período, qual teria sido o desempenho da gestão de stocks, se outras políticas de gestão, mais adequadas, tivessem sido praticadas, em vez das que foram realmente praticadas. No final da simulação, são reportados os resultados obtidos dos vários indicadores de desempenho, segundo as novas políticas. Assim, será possível realizar uma comparação entre esses indicadores e os indicadores atingidos, nesse mesmo período passado, segundo a política atual da empresa. Por outro lado, a ferramenta também é capaz de analisar períodos futuros, segundo as previsões recolhidas da base de dados da empresa, estimando-se assim o desempenho do sistema para diversas opções possíveis ao nível da gestão de stocks.

Neste capítulo serão apresentados alguns exemplos de estudos de simulação realizados. Primeiramente, será apresentada e analisada a gestão integrada e coordenada de um determinado conjunto de produtos e, posteriormente, analisada a gestão de stocks individualizada de um determinado

produto. Com estes exemplos, pretende-se ilustrar algumas das funcionalidades da ferramenta desenvolvida, bem como reportar parte do processo de validação dessa ferramenta.

5.2 Gestão coordenada de produtos

Para a gestão coordenada e integrada de variados conjuntos de produtos, foi implementada a política (s, c, S) . Quando o utilizador pretende realizar uma simulação segundo esta política, é-lhe dada a oportunidade de escolher quais os produtos (da amostra selecionada) que pretende incluir na gestão coordenada. Após isso, a ferramenta inicia a simulação e, no final desta, reporta os resultados ao utilizador.

Para validar e demonstrar o funcionamento desta política, foram selecionados para simulação, aleatoriamente, quatro produtos da Loja 3 pertencentes à mesma família de produtos (ACUCAR/CAFE). Três destes produtos pertencem à classe A e o outro produto pertence à classe B, resultante da análise ABC. Este exemplo de simulação é referente ao passado (ano de 2014) e tem como finalidade demonstrar como se comportaria cada um dos produtos, se utilizados, conjuntamente, numa política de gestão coordenada (s, c, S) . Segundo esta política, se um determinado produto atingir o seu ponto de encomenda irá desencadear um novo pedido de reabastecimento e, por sua vez, se o nível de stock de outro produto, incluído no mesmo conjunto de produtos da gestão coordenada, atingir o seu ponto intermédio, será incluído também no mesmo pedido de reabastecimento.

Antes de dar início à simulação é conveniente obter-se uma estimativa para os valores dos parâmetros da política a simular, tal como se reporta seguidamente. Note-se que todas as estimações foram realizadas pela aplicação dos métodos (reportados no Capítulo 3 ou em anexos), através da utilização da ferramenta desenvolvida. A geração de gráficos e relatórios também foi realizada automaticamente pela ferramenta.

5.2.1 Estimação da distribuição da procura

Para usar o método analítico, é necessário estimar previamente a distribuição estatística da procura de cada um dos artigos. A funcionalidade de estimação das distribuições estatísticas das procuras está incluída num dos módulos da ferramenta desenvolvida. Para a estimação dos parâmetros ótimos, ou necessários para garantir um nível de serviço mínimo, das várias políticas, é necessário saber que tipo de distribuição tem a procura de cada artigo.

Como mencionado anteriormente, fazem parte da ferramenta dois testes estatísticos, utilizados para determinar qual a melhor distribuição representativa da procura de cada artigo. Todos os artigos foram sujeitos a estes testes. Primeiramente, cada artigo foi sujeito ao teste de Kolmogorov-Sminov para verificar se a distribuição Normal seria uma representação razoável para a procura observada. Caso essa hipótese fosse rejeitada, seria realizado o teste do Qui-Quadrado, verificando se as frequências observadas da procura não diferiam das frequências esperadas em relação à distribuição de Poisson.

Para três dos artigos selecionados para a gestão coordenada, a hipótese da Distribuição Normal não foi rejeitada (nível de significância de 5%), pelo que se considerou que esta distribuição representa adequadamente a distribuição da procura real. Para o outro artigo, essa hipótese foi rejeitada assim como a hipótese da frequência da procura do artigo ser caracterizada pela distribuição de Poisson. Desta forma, optou-se por modelar (no modelo de simulação) a procura pelo histograma da distribuição empírica.

5.2.2 Estimação dos parâmetros pelo método analítico

Após a estimação das distribuições estatísticas das procuras, já é possível estimar os parâmetros da política de gestão coordenada (s, c, S). Todos os parâmetros foram calculados pela via analítica, segundo as fórmulas presentes no Anexo II. Através da Tabela 1 é possível visualizar os valores dos parâmetros obtidos para cada um dos artigos.

Tabela 1 - Estimação analítica dos parâmetros da política de gestão coordenada (s, c, S) dos quatro produtos intervenientes

	Política (s, c, S)		
	s	c	S
Artigo 4700	150	270	390
Artigo 59539	64	122	179
Artigo 677	278	613	948
Artigo 2419	8	20	32

Apesar dos quatro artigos pertencerem à mesma loja e à mesma família de produtos, apresentam diferenças significativas em relação aos valores dos parâmetros da política, visto que apresentam características distintas ao nível da procura e custos. Por exemplo, o artigo 4700 despoleta uma nova ordem de encomenda quando o seu nível de stock atinge as 150 unidades, enquanto o artigo 2419 só o faz quando o seu nível de stock for igual ou menor a 8 unidades. O artigo 59539, quando incluído numa encomenda, será reabastecido com unidades suficientes até atingir as 179 unidades e, quando qualquer artigo despoletar uma nova ordem de encomenda, o artigo 677 só será incluído se o seu nível de stock for inferior ou igual a 613 unidades.

5.2.3 Estudos de simulação

A estimação analítica serviu para se ter uma ideia da ordem de grandeza dos valores dos parâmetros a simular. Contudo, pressupõe-se que o modelo analítico não traduz razoavelmente a realidade e, como tal, os valores estimados são provavelmente apenas estimativas grosseiras dos valores ótimos ou mais adequados. Os estudos de simulação deveriam servir para estimar e comparar o desempenho de conjuntos de valores alternativos para os parâmetros, e assim estimar com maior precisão os parâmetros ótimos. No entanto, no presente estudo apenas se reportará a simulação dos valores estimados pelo método analítico (sub-secção anterior). A simulação de valores alternativos seria feita da mesma forma.

Depois da estimação dos parâmetros da política, para dar início ao estudo de simulação (já com uma ideia da grandeza dos valores dos parâmetros a simular), é necessário definir mais alguns parâmetros obrigatórios, como o objetivo da simulação, o número de simulações e tipo de simulação. Por exemplo, a simulação reportada seguidamente teve como objetivo a minimização dos custos totais e foi realizada sobre o ano de 2014, segundo as vendas reais observadas dos quatro artigos.

Após o término da simulação, é reportada graficamente a evolução dos stocks dos quatro produtos, de forma a analisar o comportamento dos mesmos ao longo do tempo, identificar possíveis quebras de stock e as datas das encomendas coordenadas. Nas figuras seguintes (Figuras 31 a 34), é possível observar a evolução dos stocks dos vários artigos, selecionados para a referida simulação, segundo a política de gestão coordenada (s, c, S) .

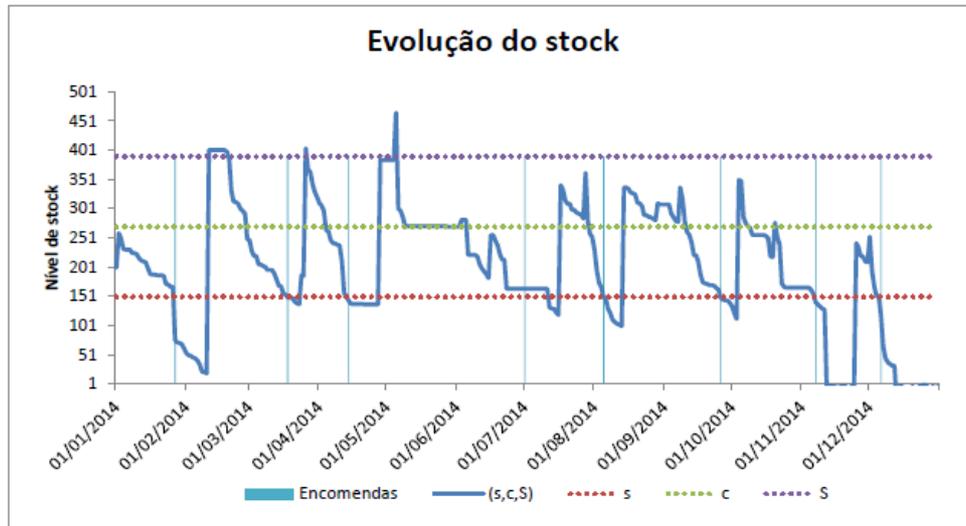


Figura 31 - Evolução do stock do artigo 4700 segundo uma política (s,c,S)

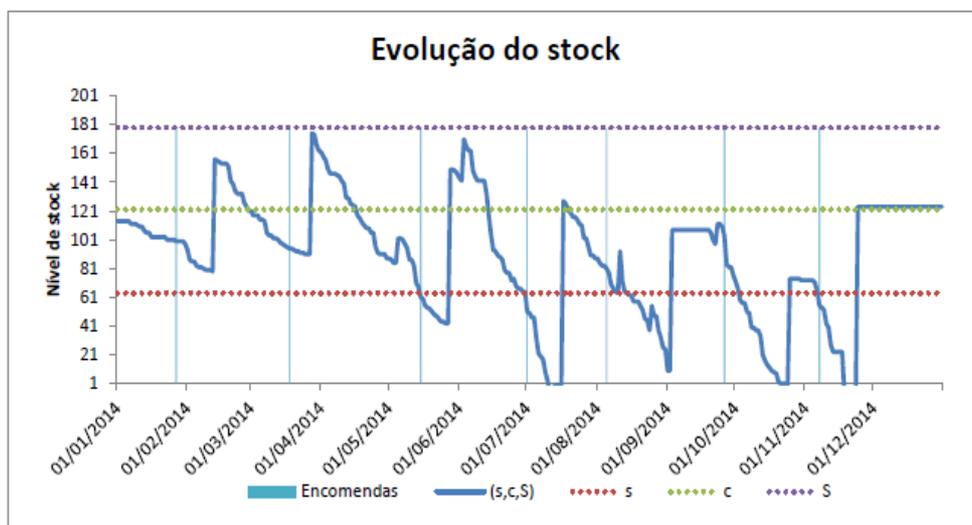


Figura 32 - Evolução do stock do artigo 59539 segundo uma política (s,c,S)

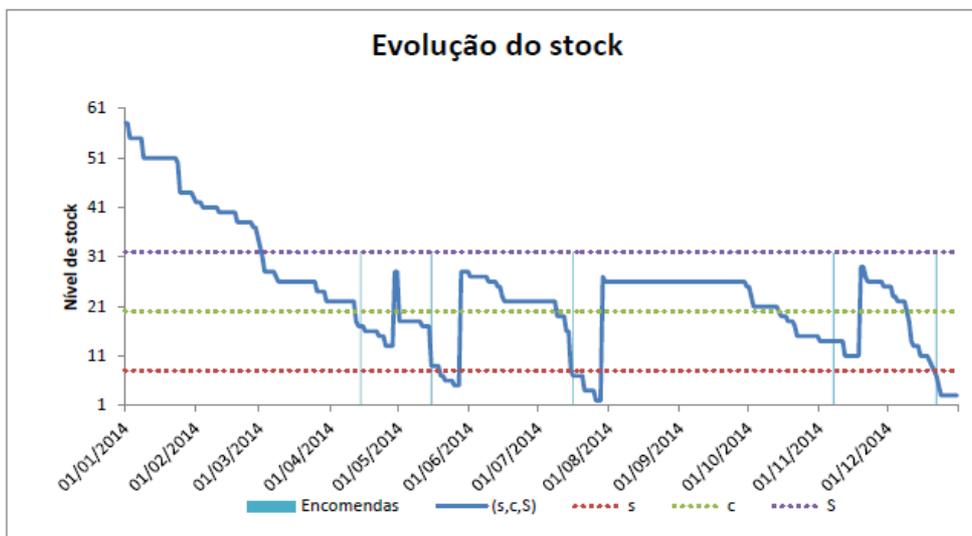


Figura 33 - Evolução do stock do artigo 677 segundo uma política (s,c,S)

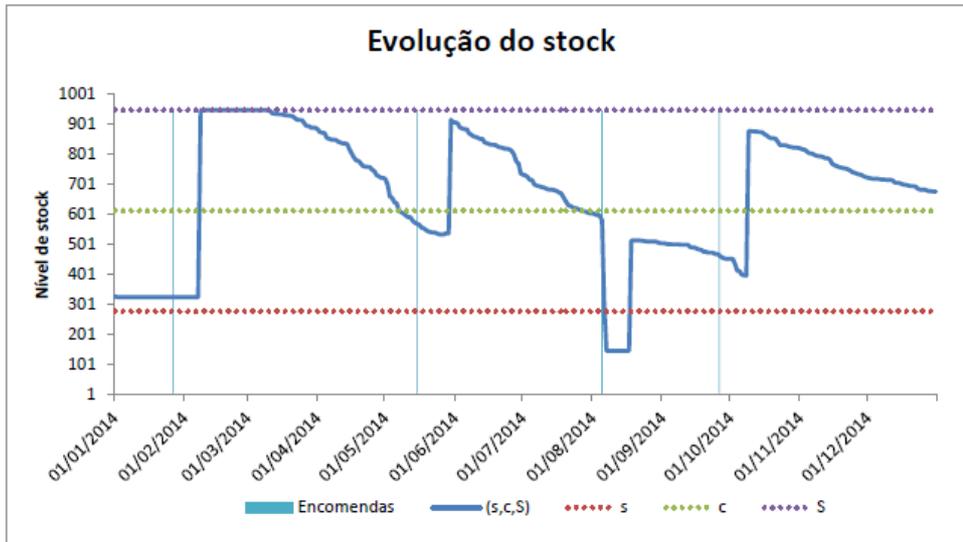


Figura 34 - Evolução do stock do artigo 2419 segundo uma política (s,c,S)

A partir dos gráficos das figuras anteriores é possível visualizar quais os parâmetros da política (s, c, S) de cada um dos produtos, assim como também é possível visualizar todos os momentos de lançamento de encomendas coordenadas. Estes momentos estão identificados pelas linhas verticais de cor azul. Tal como todas as políticas implementadas nesta política, uma promoção gera uma encomenda extraordinária do produto em causa, não entrando nas contas da política coordenada. Como tal, nos gráficos das figuras anteriores não estão retratados os momentos de lançamento de encomendas extraordinárias, apenas estão delimitados os momentos de lançamentos de encomendas coordenadas. Deste modo, se se verificar o aumento do nível de stock, de algum produto, sem antes haver um lançamento de encomenda, isso deve-se ao facto de ter existido o lançamento de uma encomenda extraordinária.

Após a análise dos resultados, verifica-se que o primeiro momento de encomenda coordenado ocorreu um pouco antes do início de fevereiro e foi desencadeado pelo produto 4700, que atingiu o seu ponto de encomenda. Nesse mesmo instante de tempo, o nível do stock dos produtos 59539 e 677 encontrava-se abaixo dos seus pontos intermédios e, por isso, foram também incluídos na encomenda. O segundo e terceiro momento de encomendas foram também desencadeados pelo produto 4700, onde os produtos 59539 e 2419 foram também incluídos, respetivamente, no segundo e terceiro momento. O quarto momento de encomenda foi desencadeado pelo produto 59539, pois atingiu o seu ponto de encomenda, e os produtos 677 e 2419 também foram incluídos uma vez que os seus níveis de stock se encontravam abaixo dos seus pontos intermédios. Todos os próximos momentos de encomenda foram desencadeados quando algum dos produtos atingiu o seu ponto de encomenda e foram incluídos nessa

mesma encomenda, todos os outros que apresentaram níveis de stock inferiores ao seu ponto intermédio.

Neste estudo de simulação começou-se por estimar o desempenho da política (s, c, S) com as estimativas iniciais (pelos métodos analíticos). Contudo, para se poder estimar com mais precisão os valores ótimos dos parâmetros da política, o estudo deveria continuar, simulando-se sucessivamente outros conjuntos de valores alternativos (ex., +5%, -5%, etc.) e comparando-se os desempenhos. O objetivo final seria encontrar o melhor conjunto de parâmetros (em termos de desempenho) para a situação em concreto.

No final da simulação, a ferramenta permite guardar os resultados num relatório PDF. Os relatórios são customizáveis (a partir de um relatório-modelo predefinido disponível) e, quando se trata de uma política de gestão coordenada, a ferramenta gera e guarda um relatório por cada produto incluído na gestão coordenada. Neste exemplo concreto, como a simulação se baseia numa análise ao passado, em cada relatório são apresentados os valores (reais) dos indicadores atingidos durante o período passado e, posteriormente, são apresentados os mesmos indicadores de desempenho (stock médio, taxa de rotação, taxa de rutura, etc) segundo a política selecionada, neste caso a política (s, c, S) . No final, tratando-se de uma política de gestão coordenada, ainda é apresentada a evolução dos stocks ao longo do tempo, dos vários produtos. Um exemplo deste relatório está presente no Anexo VI.

5.3 Gestão individualizada de produtos

5.3.1 Análise do desempenho observado

No estudo da gestão individualizada de produtos apenas um produto é selecionado de cada vez. Para validar e demonstrar esta funcionalidade, foi selecionado aleatoriamente um produto da Loja 3. Mais uma vez, antes de dar início aos estudos de simulação, é necessário definir alguns parâmetros necessários, como o objetivo da simulação, o número de simulações (runs), o período da simulação e a política de gestão de stocks a simular.

Para o presente estudo, foi selecionado o objetivo de garantir-se um nível de serviço mínimo (médio) de 95%, em termos de probabilidade de quebra (número de situações). Foram selecionadas, para o estudo de simulação, as quatro políticas contínuas. A ferramenta permite simular as quatro políticas em simultâneo (i.e. com um simples click, selecionando previamente as políticas), tornando a tarefa mais

fácil e ágil. A simulação diz respeito ao período passado (ano 2014) e foram realizados 25 runs para cada uma das políticas.

Para estimar a distribuição estatística da procura do produto em análise, aplicou-se o teste de Kolmogorov-Sminorv, pelo qual a hipótese da distribuição Normal não foi rejeitada para caracterizar a procura real.

Seguidamente, estimaram-se os parâmetros “ótimos” das quatro políticas, pelos métodos analíticos respetivos (ver Anexo II). Os resultados obtidos estão expostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Estimativas dos parâmetros ótimos das políticas (método analítico)

Política (s,Q)		Política (s,S)		Política (R,S)		Política (R,s,S)		
s	Q	s	S	R	S	R	s	S
31	119	31	210	31	179	31	31	179

Posto isto, deu-se início à simulação das quatro políticas com os respetivos parâmetros estimados e objetivos já mencionados. No final da simulação (25 runs para cada política), foram obtidos os resultados exibidos nos gráficos das Figuras 35 a 39, relativamente ao stock médio, taxa de rotação, nível de serviço, e custos, para cada política, para o ano de 2014.

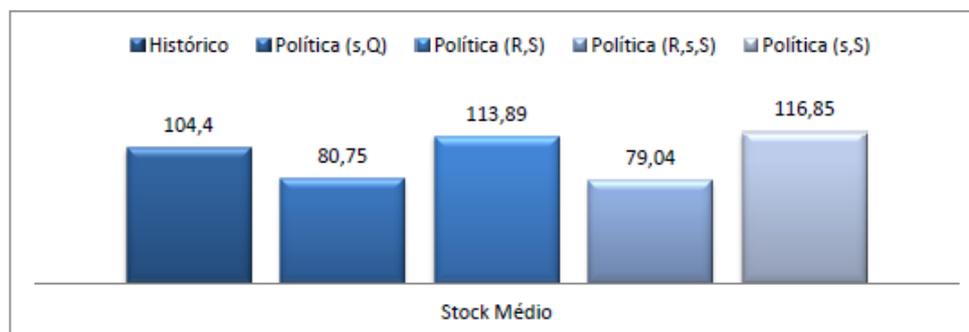


Figura 35 - Stock Médio atingido durante o ano 2014

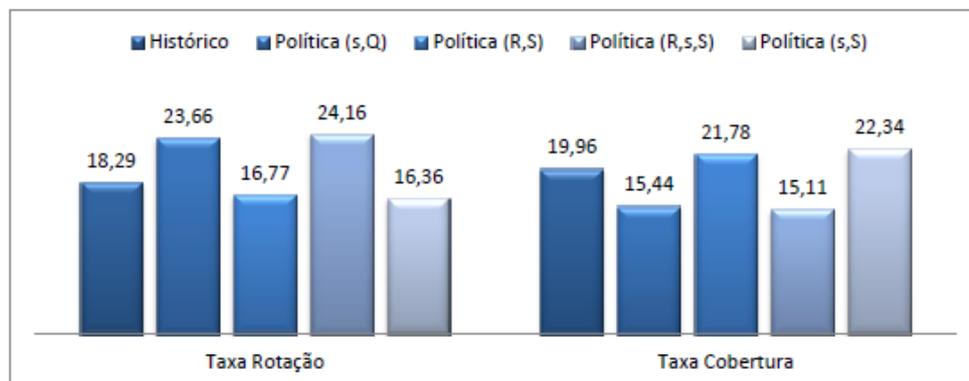


Figura 36 - Taxas de rotação e cobertura atingidas durante o ano de 2014

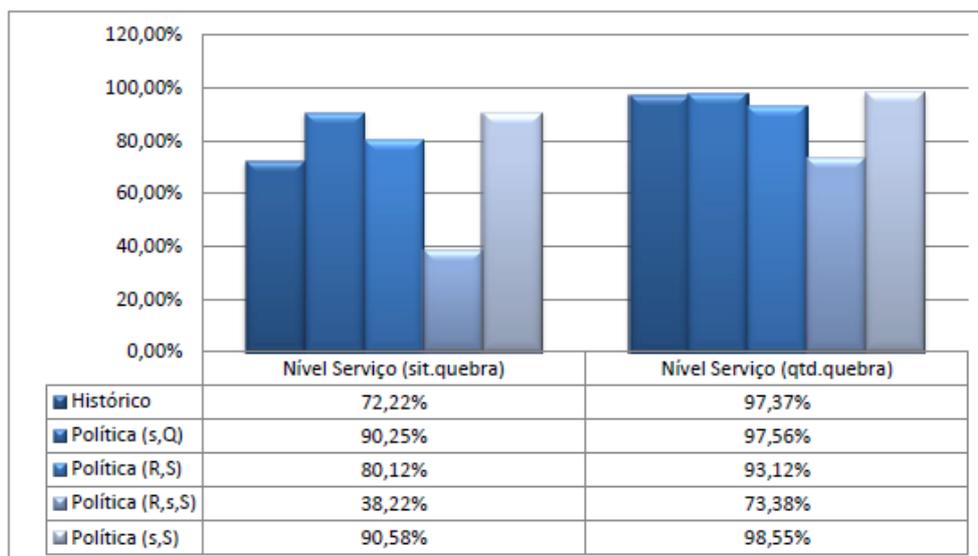


Figura 37 - Níveis de serviço atingidos durante o ano de 2014

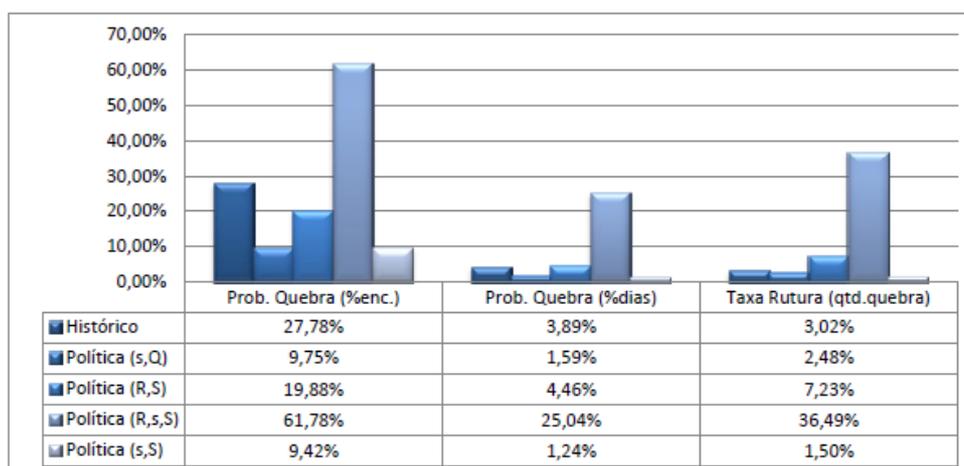


Figura 38 - Probabilidades de quebra e taxas de rutura atingidas durante o ano de 2014

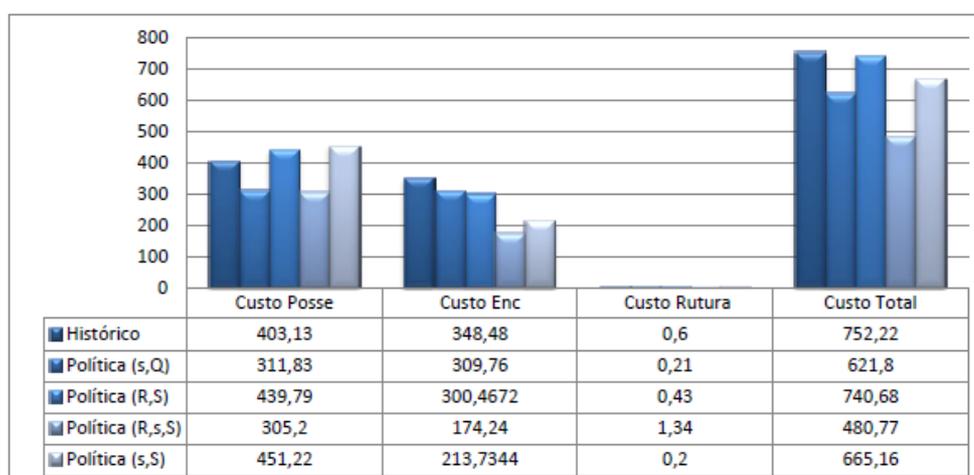


Figura 39- Custos logísticos atingidos durante o ano de 2014

A partir dos gráficos das figuras anteriores, torna-se fácil comparar os resultados obtidos entre todas as políticas. Todos os indicadores representam a média dos indicadores atingidos no total das 25 simulações. Em relação ao stock médio, todas as políticas apresentam valores próximos, embora, as políticas (R, S) , (s, S) e o “Histórico” se destaquem com valores um pouco mais elevados. Todas as políticas apresentam boas taxas de rotação e taxas de cobertura, rondando valores muito próximos. Em relação ao nível de serviço, em termos de situações de quebra, todas as novas políticas, à exceção da política (R, s, S) , apresentam valores superiores aos valores observados no passado (“Histórico”). Isto significa que estas políticas teriam provocado menos situações de quebra de stock do que aquelas que foram realmente observadas em 2014. Em termos de quantidade de quebra, verifica-se que a política utilizada atualmente pela empresa e as políticas (s, Q) e (s, S) , são as políticas que apresentam melhores valores e, conseqüentemente, maior nível de serviço, em termos de quantidade de quebra. Contudo, as quantidades de quebra diárias, segundo a política atual da empresa, são estimadas segundo a procura média diária do produto, enquanto, nas novas políticas, esta quantidade de quebra é baseada nas vendas reais do produto. Falando ainda em quebras de stock, as políticas (s, Q) e (s, S) apresentam menos dias com quebra de stock e, isto é possível observar, através da probabilidade de quebra (%dias), onde estas duas políticas apresentam valores inferiores aos valores observados no passado.

De uma forma geral, verifica-se que as políticas (s, S) e (s, Q) são as políticas que, no conjunto de todos os indicadores, apresentaram melhores resultados. Foram as políticas que melhor conseguiram equilibrar os vários custos logísticos e, em simultâneo, atingir melhores níveis de serviço e menos situações de quebra. Contudo, é importante referir que os custos utilizados para a estimação dos parâmetros das políticas são meramente ilustrativos.

No final da simulação é gerado um relatório PDF com todos os detalhes da simulação (características do artigo, parâmetros da simulação, parâmetros das políticas, etc). Numa fase posterior são apresentados os valores reais dos indicadores atingidos durante o período em análise (2014) e, posteriormente, são apresentados os mesmos indicadores de desempenho segundo cada uma das políticas simuladas. Ainda é possível encontrar uma página dedicada a promoções, onde é possível observar todas as promoções que decorreram durante o período em análise (2014), assim como o desconto imposto sobre o produto, o aumento percentual previsto de vendas e a quantidade de encomenda extraordinária de cada promoção (ver Anexo VII). Na parte final do relatório, é também apresentado o comportamento dos stocks ao longo de todo o ano, segundo cada uma das políticas. Como se trata de uma análise ao passado, o comportamento dos stocks é também comparado,

graficamente, com o registo dos stocks atingidos no passado. Esta comparação é possível ser visualizada através das Figuras 40 a 43.

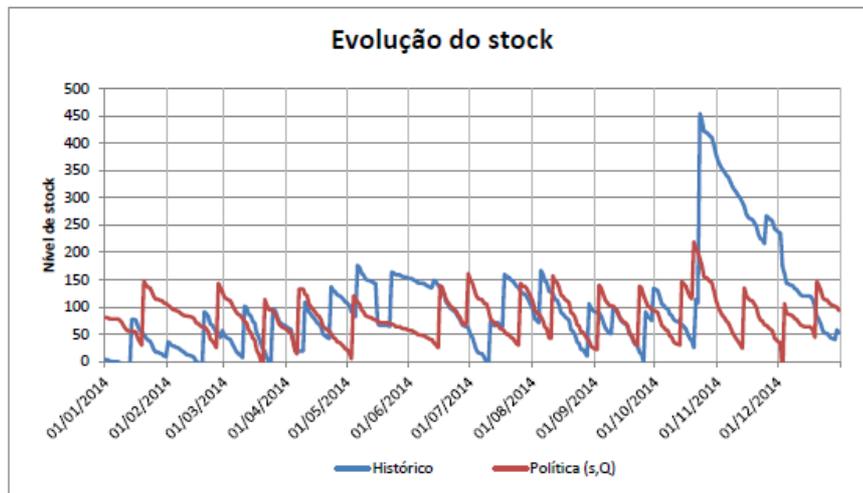


Figura 40 - Evolução do stock segundo uma política (s,Q)

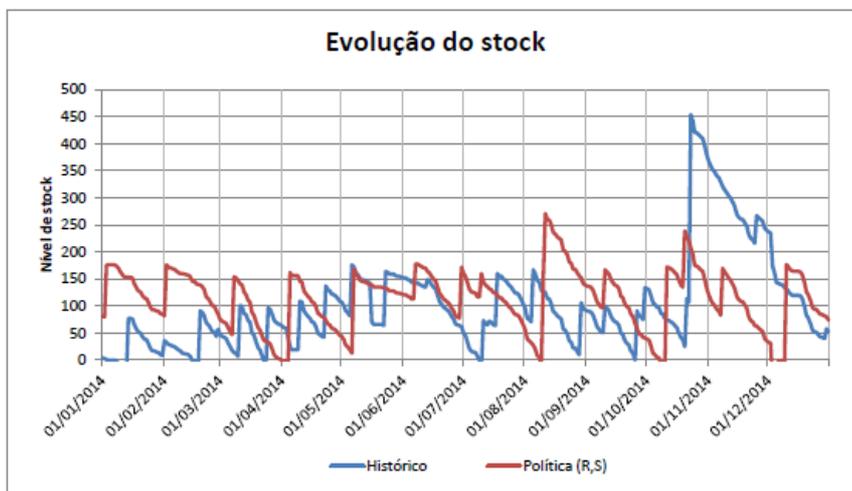


Figura 41 - Evolução do stock segundo uma política (R,S)

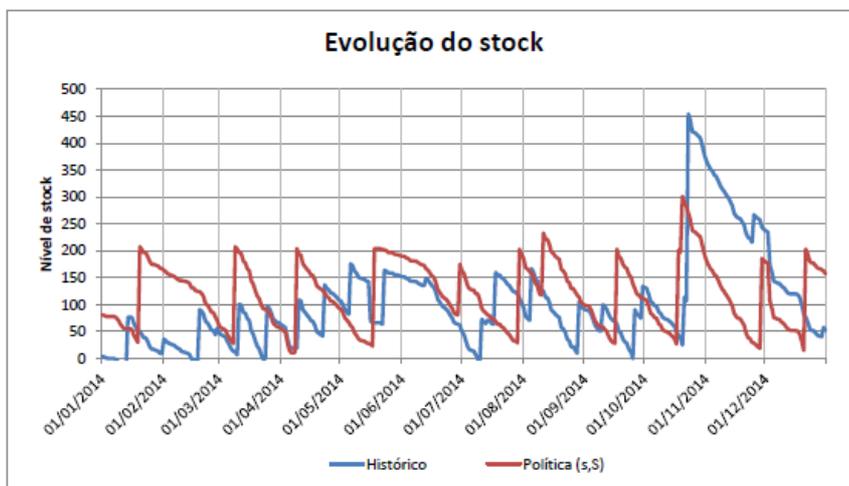


Figura 42 - Evolução do stock segundo uma política (s,S)

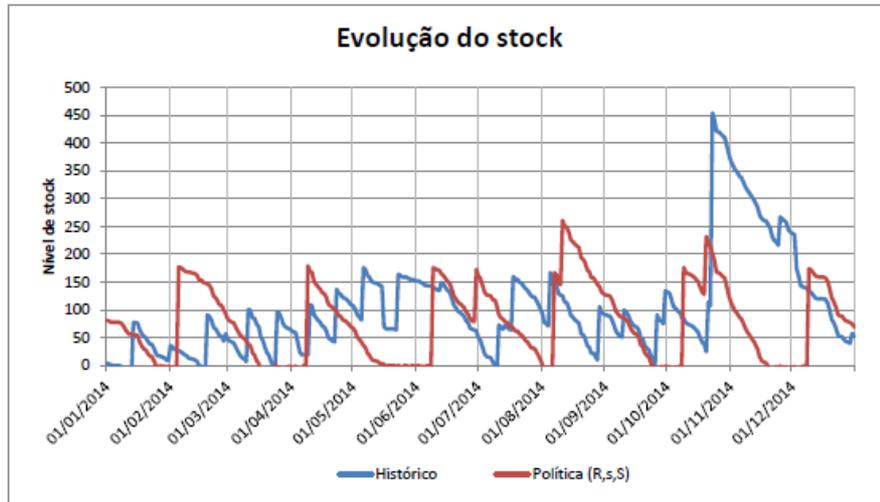


Figura 43 - Evolução do stock segundo uma política (R,s,S)

5.3.2 Análise prospetiva de políticas futuras

Quando a análise se refere a um período futuro, a média da procura é atualizada de acordo com as previsões mais recentes. O funcionamento das políticas é o mesmo, quando aplicado a períodos passados, a única diferença recai sobre a variação de mais um parâmetro de entrada, que irá variar de simulação para simulação. Desta forma, além da variação do prazo de entrega, em cada simulação, também irá variar a procura diária, segundo a previsão diária e o desvio-padrão dessa previsão.

Para validar e demonstrar esta funcionalidade foi selecionado o mesmo produto sujeito à análise ao passado, reportada na sub-secção anterior. O objetivo da simulação e o número de simulações mantiveram-se os mesmos, respetivamente, manter um nível de serviço de 95% e 25 simulações.

Uma análise a um período futuro faz uso de previsões da procura. Ao contrário do que acontece numa análise ao passado, onde são utilizadas as vendas reais durante o período de tempo respetivo, numa análise futura são utilizadas as previsões diárias da procura, resultantes dos modelos e algoritmos integrados na ferramenta da empresa, no módulo de previsão integrado no *Stock Optimisation*. No Anexo VIII é possível observar as previsões diárias da procura, para o artigo em causa, resultantes dos modelos da ferramenta, juntamente com o erro percentual da previsão. É a partir do valor total da previsão, “Forecast”, e do erro percentual associado à mesma, “Regular Forecast MAPE”, que o valor previsto da procura diária, irá variar de simulação para simulação. Ainda neste anexo é possível observar que apenas existe “Regular Forecast”, visto que não foi definida nenhuma promoção para o período estipulado, não apresentado qualquer valor para o “Promotional Forecast”.

Tal como numa análise ao passado, a ferramenta estima a média e o desvio-padrão da procura, neste caso, segundo as previsões diárias, assim como os parâmetros das várias políticas de gestão de stocks. Nas Tabelas 3 e 4 é possível observar as principais diferenças entre estes valores, segundo uma análise ao passado e uma análise ao futuro, para o artigo em causa. Contudo, a análise ao passado é referente ao ano de 2014 e a análise ao futuro inicia-se nos finais de Março de 2015 até aos finais de Dezembro de 2015.

Tabela 3 - Valores da procura semanal e mensal para os dois tipos de análise

	Média Procura		Desvio Procura	
	2014	2015	2014	2015
Semanal	27,29	25,19	17,29	13,02
Mensal	116,00	107,94	39,19	30,25

Tabela 4 - Parâmetros das várias políticas para os dois tipos de análise

	Política (s,Q)		Política (s,S)		Política (R,S)		Política (R,s,S)		
	s	Q	s	S	R	S	R	s	S
2014	31	119	31	210	31	179	31	31	179
2015	28	114	28	199	32	162	32	28	162

Pela análise dos valores das tabelas anteriores verifica-se que a procura média para o ano de 2015, não sofre grandes alterações, apresentando valores sensivelmente mais pequenos em comparação com os valores da procura real observada durante o ano de 2014. Sendo a procura média um dos principais fatores que influencia os parâmetros das políticas, torna-se claro que estes também não iriam apresentar diferenças significativas. É possível confirmar este facto através da Tabela 4, onde os valores dos diferentes parâmetros, para ambas as análises, apresentaram valores bastante semelhantes.

Tal como em qualquer outra simulação, no final de uma simulação de um período futuro também é gerado um relatório PDF com todos os detalhes e resultados da simulação. A estrutura do relatório é a mesma que o relatório presente no Anexo VII, referente a uma análise de um período passado.

Para esta referida simulação (período futuro de 2015) foram obtidos os resultados presentes nas Figuras 44 a 48.

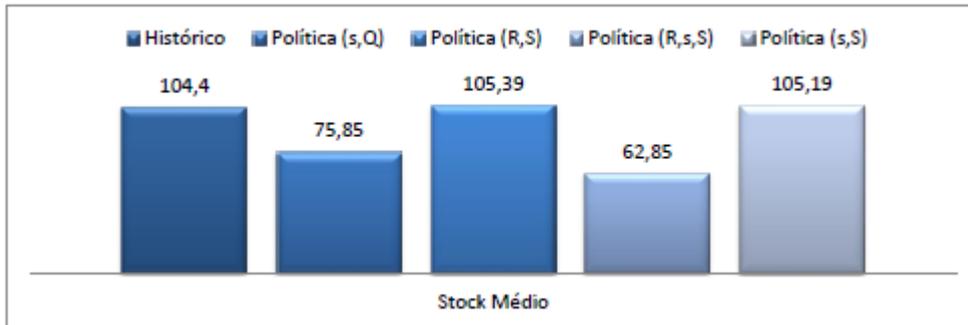


Figura 44 - Stock Médio atingido durante período futuro de 2015

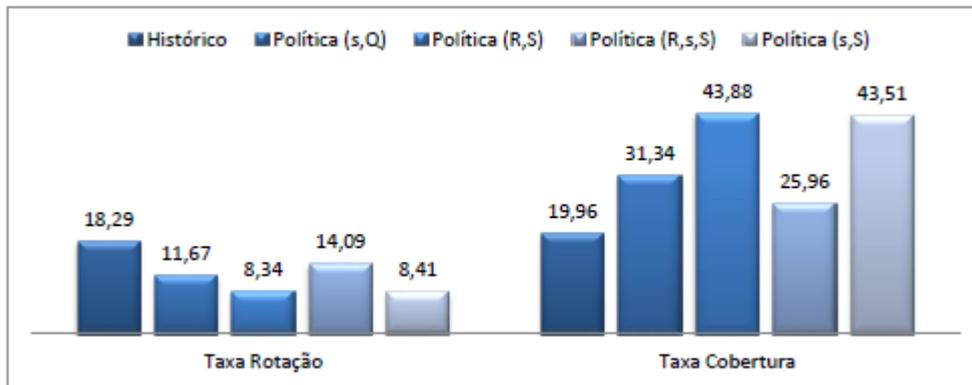


Figura 45 - Taxas de rotação e cobertura atingidas durante o período futuro de 2015

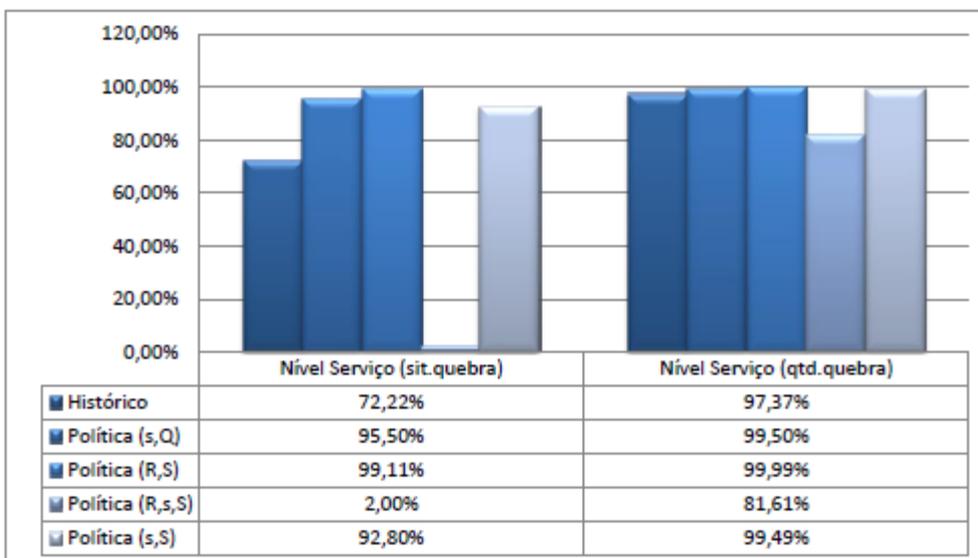


Figura 46 - Níveis de serviço atingidos durante o período futuro de 2015

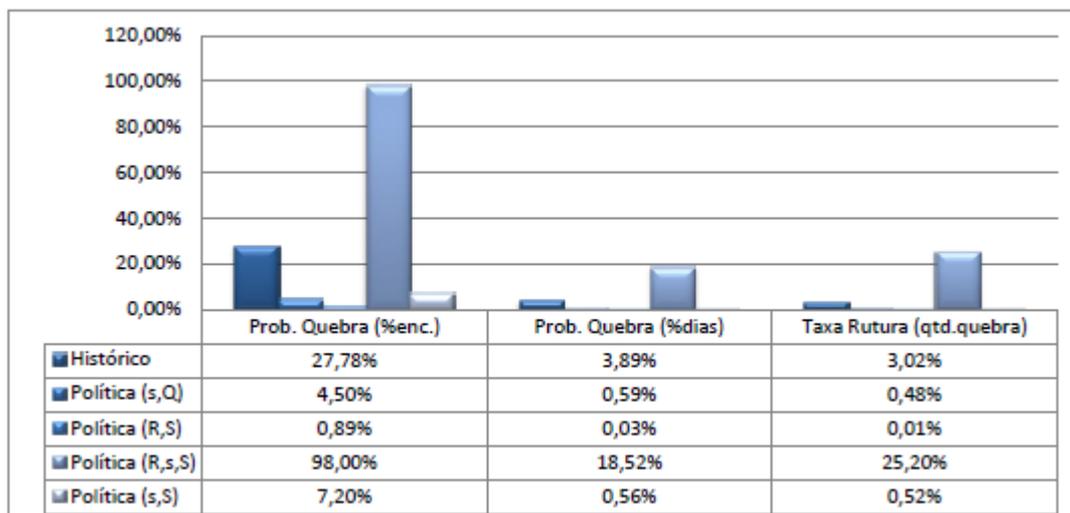


Figura 47 - Probabilidades de quebra atingidas durante o período futuro de 2015

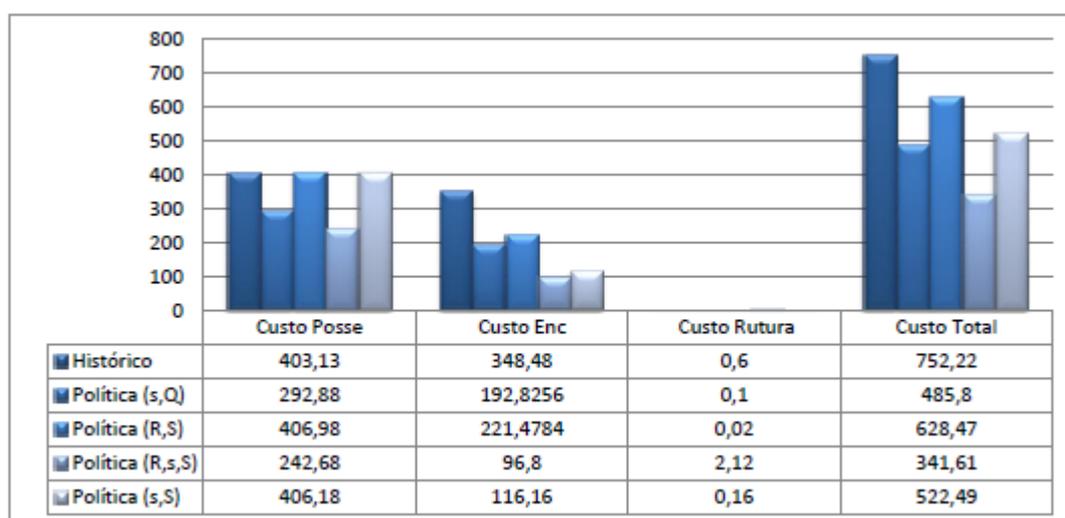


Figura 48 - Custos Logísticos atingidos durante o período futuro de 2015

Os resultados obtidos pela componente “Histórico” referem-se aos resultados de 2014, segundo a política atual da empresa. Pela análise das figuras anteriores, verifica-se que a política (s, Q) é a política que, no conjunto de todos os indicadores, apresenta melhores resultados. É a política que melhor consegue equilibrar os vários custos logísticos e, em simultâneo, atingir melhores níveis de serviço, menos situações de quebra e melhores taxas de rotação e cobertura. As políticas (s, S) e (R, S) também apresentam bons níveis de serviço e poucas situações de quebra, contudo apresentam baixas taxas de rotação e elevadas taxas de cobertura.

Em comparação com 2014, estima-se que os resultados para 2015 apresentem algumas diferenças. Em relação ao stock médio, os valores obtidos são bastante semelhantes nos dois casos, mas os stocks médios para 2015 serão mais reduzidos. Esta comparação pode ser comprovada através

das Figuras 35 e 44. Todas as políticas apresentam piores taxas de rotação em 2015, onde as políticas (s, S) e (R, S) não conseguem atingir uma taxa de rotação superior a dez. O mesmo se verifica em relação à taxa de cobertura, onde a análise relativa ao período futuro apresenta desempenhos substancialmente inferiores aos obtidos numa análise ao passado, para todas as políticas. Em relação ao nível de serviço, em termos de situações de quebra, todas as políticas, à exceção da política (R, s, S) , apresentam valores superiores aos valores observados numa análise ao passado. A política (R, s, S) apresenta um nível de serviço demasiado baixo visto ter verificado um número demasiado alto de situações de quebra de stock em relação ao número de encomendas realizadas. Em termos de quantidade de quebra, os valores obtidos são bastante semelhantes em ambas as análises, embora para o período de 2015 os resultados são ligeiramente superiores. Falando ainda em quebras de stock, para esse mesmo período, todas as políticas apresentam menos dias com quebra de stock e, isto é possível observar, através da probabilidade de quebra (%dias) presente na Figura 51, onde todas as políticas apresentam valores inferiores aos valores observados na análise ao período de 2014 (Figura 38).

De um modo geral, a política (s, Q) apresenta, no conjunto de todos os indicadores, os melhores resultados para ambas as análises. Importante referir que os custos utilizados para a estimação dos parâmetros foram os mesmos para ambas as análises e que são meramente ilustrativos, para aplicação das funcionalidades, não sendo representativos da realidade.

5.4 Síntese e principais conclusões

Uma das principais necessidades da empresa foca-se no desenvolvimento e implementação de novos modelos e métodos de solução computadorizados, de maneira a auxiliar as empresas-cliente a decidir quando devem encomendar determinado produto e em que quantidades. A partir da implementação de novos modelos e métodos de solução de gestão de stocks foi possível identificar melhorias no uso destas novas políticas comparativamente com o uso das políticas atuais da empresa.

Na gestão individualizada de produtos, no geral, algumas das novas políticas atingiram melhores indicadores de desempenho, nomeadamente, menos situações de quebra de stock, melhores níveis de serviço e probabilidades de rutura de stock mais reduzidas do que a política utilizada atualmente pela empresa. Contudo, devido a erros encontrados na base de dados da empresa, mencionados na secção 4.2, as análises históricas podem estar inviabilizadas e, desta forma, a comparação com as novas políticas pode ser baseada em indicadores de desempenho diferentes dos reais.

Este novo conjunto de políticas de gestão de stocks veio aumentar o leque de políticas oferecidas pelo *Stock Optimisation*. Contrariamente ao que acontece com as políticas atuais da empresa, as novas políticas não se baseiam em decisões empíricas por parte dos retalhistas, mas contemplam variados aspetos, tais como, a variação da procura, os prazos de entrega praticados pelo fornecedor, objetivos da empresa, entre outros. Além do mais, este novo conjunto inclui mais um tipo de políticas: políticas de gestão coordenada. Neste tipo de políticas, o conjunto de artigos que será gerido conjuntamente é parametrizável, ficando à escolha do utilizador.

A realização deste estudo de caso permitiu validar a ferramenta desenvolvida. Ao longo do processo de validação, os *outputs* da ferramenta foram sendo, sempre que possível, confirmados com cálculos realizados manualmente. Adicionalmente, a aplicação dos métodos foi testada com instâncias mais simples (ou de menor dimensão) dos problemas tratados, possibilitando verificar se os métodos implementados produziam os resultados esperados. Finalmente, a análise cuidadosa dos resultados obtidos, em geral, nas diferentes análises, permitiu concluir que esses resultados estariam em consonância com os resultados exetáveis e/ou coerentes com as diferentes *inputs* (ex., diferentes políticas, diferentes conjuntos de parâmetros, etc.).

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHO FUTURO

A problemática da gestão de stocks assenta em duas grandes questões: quando o reabastecimento deve ocorrer e qual a quantidade que deve ser reabastecida. De forma a proporcionar um melhor nível de serviço ao cliente e ganhar um maior controlo sobre custos logísticos, os retalhistas têm procurado cada vez mais ferramentas/*softwares* inteligentes capazes de tratar os dados em tempo real e auxiliar o utilizador na tomada de decisões.

Com o objetivo de responder a esta problemática, e assim melhorar o controlo e a gestão dos stocks por parte das empresas-cliente, foi desenvolvida uma ferramenta que permite analisar e imitar o funcionamento de um sistema real de gestão de stocks e auxiliar o utilizador na tomada de decisões. Através dos modelos e políticas de otimização dos stocks integrados na nova ferramenta é possível identificar qual o período ótimo de revisão e a partir de que nível de stock deve ser realizada uma nova encomenda e em que quantidade.

A simulação é uma ferramenta estatística cada vez mais utilizada na gestão de stocks. Esta técnica está designada para analisar sistemas reais, imitando, através de um modelo de computador, o funcionamento lógico do sistema ao longo de um determinado período de tempo. A nova ferramenta implementada faz uso desta técnica. A simulação não é uma técnica de otimização mas permite aos analistas testar as suas propostas de solução num modelo que represente satisfatoriamente o sistema real. Desta forma, a partir da nova ferramenta desenvolvida e das novas políticas implementadas, o utilizador poderá definir todos os parâmetros da simulação e, através da variação de determinados parâmetros de entrada, analisar o comportamento dos stocks através de medidas de desempenho mais relevantes. A aplicação do novo *software* desenvolvido foi reportada nos capítulos 4 e 5, onde foi possível observar ganhos obtidos através das novas políticas, comparativamente com a política utilizada atualmente pela empresa. Contudo, a fiabilidade dos resultados é tanto maior quanto maior for a viabilidade dos dados fornecidos pela empresa-cliente. Como reportado anteriormente, verificou-se anomalias e incoerências nos dados e, em alguns casos, até mesmo falta de informação. Além disso, verificou-se também que a empresa-cliente não possuía qualquer estimativa dos diferentes custos logísticos (custo de posse, encomenda e rutura de stock). Estes custos têm uma grande influência sobre o bom desempenho das políticas de gestão de stocks, uma vez que é a partir deles que são calculados os diferentes parâmetros. Para contornar este problema, estes custos foram estimados a partir da nova ferramenta, contudo não passam de custos meramente ilustrativos para aplicação do novo *software*,

podendo apresentar valores bastante distintos dos valores reais. Deste modo, a análise e discussão dos resultados podem apresentar significados diferentes conforme a veracidade desses custos estimados.

No futuro seria interessante otimizar a ferramenta desenvolvida com a adição de novos métodos e metodologias. Seria importante integrar um módulo com um sistema de previsões de vendas (procura), contendo diferentes algoritmos, permitindo ao utilizador usar várias técnicas, tais como análises de regressão, amortecimento exponencial, médias móveis, entre outros. Seria importante também integrar mais políticas de otimização com determinadas especificidades, como é o caso dos descontos de quantidade. Uma pequena redução no custo de compra, na aquisição de materiais e produtos, pode resultar num grande impacto sobre os lucros e, através destas políticas, a nova ferramenta poderia auxiliar o utilizador nas encomendas sob desconto, verificando se a oferta por parte do fornecedor é compensatória e/ou a partir de que desconto seria compensatório aceitar as propostas do fornecedor. Na prática, também é muito comum realizar uma gestão integrada e coordenada de conjuntos de produtos e, de forma a complementar a nova ferramenta, seria importante implementar mais políticas que envolvam esta temática, aumentando assim as escolhas por parte do utilizador. Sendo a política já implementada uma política de revisão contínua, seria interessante implementar uma política de gestão coordenada de revisão periódica, muito preferida por parte dos retalhistas.

No futuro também seria interessante estimar o nível de exatidão da informação sobre os stocks. Ter informação precisa sobre os stocks é muito importante para uma boa gestão. O nível de precisão quantifica a percentagem de artigos com informação exata sobre o stock corrente, a localização do stock no armazém, a unidade de medida ou transacção e o código do artigo. Deste modo, seria de extrema importância, como trabalho futuro, a realização de ações de melhoria que permitam estimar adequadamente este indicador e que, porventura, identifiquem as causas do problema, de forma a melhorar o desempenho do sistema de gestão da empresa-cliente.

BIBLIOGRAFIA

- Aburto, L., & Weber, R. (2007). Improved supply chain management based on hybrid demand forecasts. *Applied Soft Computing*, 7(1), 136–144.
- Agrawal, N., & Smith, S. A. (2013). Optimal inventory management for a retail chain with diverse store demands. *European Journal of Operational Research*, 225(3), 393–403.
- Amirjabbari, B., & Bhuiyan, N. (2014). Determining Supply Chain Safety Stock Level and Location. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 7(1), 42–71.
- Avinadav, T., Herbon, A., & Spiegel, U. (2013). Optimal inventory policy for a perishable item with demand function sensitive to price and time. *International Journal of Production Economics*, 144(2), 497–506.
- Bijvank, M., & Vis, I. F. A. (2012). Lost-sales inventory systems with a service level criterion. *European Journal of Operational Research*, 220(3), 610–618.
- Broekmeulen, R. A. C. M., & van Donselaar, K. H. (2009). A heuristic to manage perishable inventory with batch ordering, positive lead-times, and time-varying demand. *Computers & Operations Research*, 36(11), 3013–3018.
- Carvalho, J. C. (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Chen, Y., Li, K. W., & Liu, S. (2008). A Comparative Study on Multicriteria ABC Analysis in Inventory Management. *IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics*, 63(2), 530–537.
- Chikán, A. (2007). The new role of inventories in business: Real world changes and research consequences. *International Journal of Production Economics*, 108(1-2), 54–62.
- Costa, J. P., Dias, J. M., & Godinho, P. (2010). *Logística*. Coimbra: Imprensa da Universidade.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J. R. C., & Vieira, S. R. (2009). Investigação-acção : metodologia preferencial nas práticas educativas. *Psicologia, Educação E Cultura*, 13(2), 455–479.
- Ding, B., & Sun, L. (2011). An Inventory Classification Model for Multiple Criteria ABC Analysis. *University of Science and Technology of China*, 1–6.
- Ehrental, J. C. F., Honhon, D., & Van Woensel, T. (2014). Demand seasonality in retail inventory management. *European Journal of Operational Research*, 238(2), 527–539.
- Fildes, R., Bretschneider, S., Collopy, F., Lawrence, M., Stewart, D., Winklhofer, H. Moon, M. A. (2003). Researching Sales Forecasting Practice. *International Journal of Forecasting*, 19(1), 27–42.

- Fisher, M. L., Raman, A., & Mcclelland, A. S. (2000). Rocket Science Retailing Is Almost Here: Are You Ready? *Harvard Business Review*, 115–124.
- Grabski, S. V., & Leech, S. A. (2007). Complementary controls and ERP implementation success. *International Journal of Accounting Information Systems*, 8(1), 17–39.
- Haijema, R. (2014). Optimal ordering, issuance and disposal policies for inventory management of perishable products. *International Journal of Production Economics*, 157, 158–169.
- Jin, Y., Vonderembse, M., Ragu-Nathan, T. S., & Smith, J. T. (2014). Exploring relationships among IT-enabled sharing capability, supply chain flexibility, and competitive performance. *International Journal of Production Economics*, 153, 24–34.
- Kahn, K. B., & Mentzer, J. T. (1995). Forecasting in consumer and industrial markets. *Journal of Business Forecasting Methods & Systems*, 14(2), 21–28.
- Khouja, M. (1999). The single-period (news-vendor) problem: literature review and suggestions for future research. *Omega*, 27(5), 537–553.
- Kim, D., Cavusgil, S. T., & Cavusgil, E. (2013). Does IT alignment between supply chain partners enhance customer value creation? An empirical investigation. *Industrial Marketing Management*, 42(6), 880–889.
- Klaus, G. (2004). Managing Warehouse Inventory. *Operations & Fulfillment*, 12(10), 24–25.
- Manerba, D., & Mansini, R. (2012). An exact algorithm for the Capacitated Total Quantity Discount Problem. *European Journal of Operational Research*, 222(2), 287–300.
- Muckstadt, J. A., & Sapra, A. (2010). *Principles of Inventory Management - When You Are Down to Four, Order More*. New York: Springer.
- Park, J.-H., Suh, H.-J., & Yang, H.-D. (2007). Perceived absorptive capacity of individual users in performance of Enterprise Resource Planning (ERP) usage: The case for Korean firms. *Information & Management*, 44(3), 300–312.
- Prajogo, D., & Olhager, J. (2012). Supply chain integration and performance: The effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration. *International Journal of Production Economics*, 135(1), 514–522.
- Ranganathan, C., & Brown, C. V. (2006). ERP Investments and the Market Value of Firms: Toward an Understanding of Influential ERP Project Variables. *Information Systems Research*, 17(2), 145–161.
- Robert Jacobs, F., & “Ted” Weston, F. C. (2007). Enterprise resource planning (ERP)—A brief history. *Journal of Operations Management*, 25(2), 357–363.
- Rushton, A., Oxley, J., & Croucher, P. (2000). *The handbook of logistics and distribution management*

- (2nd ed.). London: Kogan Page.
- Samal, N. K., & Pratihari, D. K. (2014). Optimization of variable demand fuzzy economic order quantity inventory models without and with backordering. *Computers & Industrial Engineering*, 78, 148–162.
- Sanders, N. R. (2012). *Supply chain management: a global perspective*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Saracoglu, I., Topaloglu, S., & Keskinurk, T. (2014). A genetic algorithm approach for multi-product multi-period continuous review inventory models. *Expert Systems with Applications*, 41(18), 8189–8202.
- Sethi, S. P., & Cheng, F. (1997). Optimality of (s, S) Policies in Inventory Models with Markovian Demand. *Operations Research*, 45(6), 931–939.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). *Inventory management and production planning and scheduling* (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Sobel, M. J., & Zhang, R. Q. (2001). Inventory Policies for Systems with Stochastic and Deterministic Demand. *Operations Research*, 49(1), 157–162.
- Stock, J. R., & Lambert, D. M. (2001). *Strategic logistics management* (4th ed.). Boston: McGraw-Hill.
- Taleizadeh, A. A., Mohammadi, B., Cárdenas-Barrón, L. E., & Samimi, H. (2013). An EOQ model for perishable product with special sale and shortage. *International Journal of Production Economics*, 145(1), 318–338.
- Tersine, R. J. (1993). *Principles of inventory and materials management* (4th ed.). Englewood Cliffs: Prentice-Hall International.
- 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.
- Tratar, L. F. (2010). Joint optimisation of demand forecasting and stock control parameters. *International Journal of Production Economics*, 127(1), 173–179.
- Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso: planejamento e métodos* (2nd ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Yue, X., & Liu, J. (2006). Production, Manufacturing and Logistics: Demand forecast sharing in a dual-channel supply chain. *European Journal of Operational Research*, 174(1), 646–667.

ANEXOS

ANEXO I – TESTES ESTATÍSTICOS

QUI-QUADRADO

Para a realização do teste do Qui-Quadrado, os dados têm que estar agrupados em classes. Como a distribuição de Poisson é uma distribuição não contínua, cada classe corresponde à procura agregada durante o ano de 2014. Deste modo, são comparados dois valores: o número de valores observados de cada classe, ou seja, a respetiva frequência observada e o número de valores que essa classe teria caso a procura seguisse uma distribuição de Poisson. A estatística do Qui-Quadrado é obtida pela Equação 9.

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad (9)$$

Onde f_o corresponde aos valores das frequências observadas enquanto que f_e corresponde aos valores das frequências esperadas. As frequências observadas foram obtidas a partir dos dados da amostra e as frequências esperadas foram calculadas a partir destas. Primeiramente foi calculada a probabilidade, associada a cada classe. Esta probabilidade foi obtida através de uma função desenvolvida em PL/SQL equivalente à função POISSON.DIST do *Excel*. Posteriormente, as probabilidades das procuras esperadas foram transformadas em frequências, através da multiplicação das probabilidades pelo número total de observações.

Na aplicação deste teste deve-se ter particular atenção às frequências esperadas, f_e , pois se estas forem muito pequenas, a aproximação ao qui-quadrado não é a mais apropriada. Segundo Tersine (1993), se mais de 20% das classes possuírem uma frequência esperada inferior a 5 ou se existir mais de uma classe com frequência esperada inferior a 1, algumas classes contíguas devem ser agregadas e o teste deve ser iniciado novamente, agora com menos classes. Deste modo, o próximo passo consistiu na agregação das classes contíguas segundo os critérios mencionados anteriormente, originando as frequências esperadas agregadas, f_e . Assim, a estatística do teste do qui-quadrado foi calculada através dos valores observados e os valores esperados. Esta estatística do qui-quadrado calculada foi então comparada com um valor obtido a partir da tabela do qui-quadrado, presente no Anexo X. Este valor tabelado depende do nível de significância e o número de graus de liberdade. O nível de significância, α ,

representa a probabilidade de erro inerente à hipótese em estudo. O número de graus de liberdade é dado pela Equação 10.

$$GL = k - n - 1 \quad (10)$$

Onde k representa o número de classes em estudo e n diz respeito ao número de estatísticas utilizadas para representar a distribuição. Neste caso, como o estudo incide sobre a distribuição de Poisson, o número de graus de liberdade é dado pela Equação 11.

$$GL = k - 1 - 1 \quad (11)$$

Onde a única estatística representativa da distribuição de Poisson é a média aritmética. Posto isto, a distribuição teórica é aceite como um substituto adequado para a distribuição real, ou seja, a distribuição de Poisson pode ser adequada para representar a procura de um artigo, quando:

$$\chi_c^2 < \chi_t^2 \quad (12)$$

Ou seja, quando a estatística do qui-quadrado calculado, χ_c^2 , é menor do que o valor obtido a partir da tabela do qui-quadrado, χ_t^2 , a distribuição de Poisson é adequada para caracterizar a procura observada.

KOLMOGOROV-SMINORV

A estatística utilizada para o teste de Kolmogorov-Sminorv é dada pela Equação 13.

$$D_n = \sup_x |F(x) - F_n(x)| \quad (13)$$

Onde $F_n(x)$ representa a função de distribuição empírica acumulada da procura e $F(x)$ a função de distribuição assumida para a procura, que neste caso, trata-se da distribuição Normal. Posto isto, quer verificar-se se a procura deste artigo pode ser representada pela distribuição Normal. Primeiramente, ordenaram-se os valores da procura por ordem crescente com função de distribuição $F_n(x)$. A função de distribuição empírica é definida por $F_n(x_i)$ e calculada através da Equação 14.

$$F_n(x_i) = \frac{x_i}{n} \quad (14)$$

Onde n diz respeito ao número total de observações. A função de distribuição acumulada Normal é definida por $F_n(x_i)$ e foi obtida através de uma função desenvolvida em PL/SQL equivalente à função NORM.S.DIST do Excel, onde z é igual a:

$$z = \frac{x_i - \bar{x}}{d} \quad (15)$$

E \bar{x} corresponde à média aritmética e d ao desvio-padrão da procura. Para calcular a estatística de Kolmogorov-Sminorv foram utilizadas duas outras estatísticas, uma vez que a função de distribuição empírica é descontínua enquanto a distribuição Normal é contínua.

$$D^+ = \sup_{x_i} |F(x_i) - F_n(x_i)| \quad (16)$$

$$D^- = \sup_{x_i} |F(x_i) - F_n(x_{i-1})| \quad (17)$$

Deste modo, foi utilizada como estatística de teste, D_n :

$$D_n = \max(D^+, D^-) \quad (18)$$

Se D_n for superior ao valor crítico, a hipótese de normalidade dos dados é rejeitada, caso contrário, podemos assumir que a distribuição Normal é adequada para representar a distribuição da procura real.

ANEXO II – POLÍTICAS DE GESTÃO DE STOCKS E ESTIMAÇÃO DOS DEUS PARÂMETROS

SISTEMAS DE PROCURA CONTÍNUA

POLÍTICA (s,Q)

O stock de segurança, para sistemas de procura contínua, como é o caso da distribuição Normal, é calculado pela Equação 19.

$$SS = k \cdot \sigma_t \quad (19)$$

Onde σ_t corresponde ao desvio-padrão da procura e t ao período de tempo em análise. No caso de uma política de nível de encomenda, onde a atenção se foca no período de reposição, o valor t vai ser igual a esse mesmo período. No caso de políticas do tipo ciclo de encomenda, como é o caso das políticas (R, S) e (R, s, S) , onde as incertezas se focam no período de reposição mais o período de revisão, o valor t vai ser igual ao conjunto desses dois períodos. O cálculo do parâmetro k depende do nível de serviço utilizado pelo modelo ou do custo de rutura associado.

A partir daqui surge a fórmula do cálculo do ponto de encomenda (Equação 20).

$$s = x_L + SS \quad (20)$$

Onde x_L diz respeito à média da procura durante o prazo de entrega. A quantidade ótima de encomenda é dada pela Equação 21.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2d [c + a \cdot E(x_L > s)]}{h}} \quad (21)$$

Onde h representa o custo de posse por unidade de artigo e unidade de tempo, c diz respeito ao custo fixo de encomenda incorrido em cada reabastecimento, d é igual à taxa de procura, a corresponde ao custo de rutura por unidade em falta e $E(x_L > s)$ representa o número médio de unidades em quebra por unidade de tempo. Como a empresa-cliente em estudo é um retalhista, principalmente de supermercado, toda a procura que excede o nível de inventário num determinado

período, será considerada como procura ou venda perdida, não sendo essa procura nunca satisfeita. Daí, a probabilidade ótima de quebra será igual a:

$$P^*(x_L > s) = \frac{hQ}{ad + hQ} \quad (22)$$

A partir da probabilidade ótima de quebra, $P^*(x_L > s)$, é possível determinar qual o nível de serviço que minimiza o custo total de aprovisionamento, fazendo:

$$\text{Nível de serviço} = 1 - P(x_L > s) \quad (23)$$

Para determinar a quantidade ótima de encomenda e a probabilidade ótima de rutura é necessário recorrer a um procedimento iterativo, uma vez que as duas equações estão interligadas. No caso dos custos de rutura serem desconhecidos e o objetivo for manter um determinado nível de serviço mínimo, então a quantidade ótima de encomenda será calculada através da fórmula do modelo QEE (Equação 24).

$$Q^* = \sqrt{\frac{2cd}{h}} \quad (24)$$

POLÍTICA (s,S)

O cálculo do valor mínimo de stock, s , é equivalente ao cálculo do ponto de encomenda da política (s, Q) . O nível máximo de stock, S , é dado pela Equação 25.

$$S = QEE + s - \frac{rt}{2} \quad (25)$$

Onde o valor de t é fixo, permitindo que os parâmetros s e S fiquem diretamente relacionados.

POLÍTICA (R,S)

O nível máximo de stock, S , é determinada pela Equação 26.

$$S = x_{R+L} + SS \quad (26)$$

Onde x_{R+L} corresponde à procura durante o prazo de entrega, L , mais o período de revisão, R . A partir daqui torna-se fácil chegar à fórmula da quantidade de encomenda, que varia de encomenda para encomenda (Equação 27).

$$Q = S - \text{posição do stock} \quad (27)$$

Onde a posição do stock inclui o stock “em mão” mais a quantidade corrente a eventuais encomendas em trânsito (que já tenham sido pedidas anteriormente, mas que ainda não tenham sido fornecidas). No caso do período de revisão poder ser negociado com o fornecedor e não ao contrário, a periodicidade entre as encomendas deve ser o mais próximo possível do período económico entre encomendas.

NEWSBOY

A quantidade ótima de encomenda para um único período, segundo uma distribuição Normal, é dada pela Equação 28.

$$Q^* = x_{PV} + k \cdot \sigma_{PV} \quad (28)$$

Onde PV diz respeito ao período durante o qual o produto poderá ser vendido. O valor máximo de Q^* será o valor correspondente ao risco ótimo de quebra dado pela igualdade:

$$P^*[x_{PV} > Q] = \frac{b - u}{v - u + \pi} \quad (29)$$

Onde b diz respeito ao preço de compra do artigo, v ao preço de venda, u ao valor de desperdício e π representa a penalização em caso de rutura de stock.

POLÍTICA (s,c,S)

O cálculo do ponto de encomenda, s , é equivalente ao cálculo do ponto de encomenda da política (s, Q) e o cálculo do nível máximo de stock, S , é equivalente ao cálculo do nível máximo da política (R, S) . O ponto intermédio, c , como o nome indica, é o valor intermédio entre o ponto de encomenda e o nível máximo de stock.

SISTEMAS DE PROCURA DISCRETA

No ponto anterior foram apresentados todos os cálculos necessários para a estimação dos parâmetros das diferentes políticas. Contudo, estes cálculos apenas dizem respeito quando estamos perante um sistema de procura contínua, ou seja, quando a distribuição probabilística da procura é uma distribuição contínua, como é o caso da distribuição Normal. No caso de procuras discretas, representadas por histogramas de frequências, é necessário recorrer a um método alternativo para determinar a convolução da procura durante o prazo de entrega. Este método utiliza a técnica de simulação e é descrito pelos seguintes passos:

1. Gerar um número aleatório, ou seja, um número de dias, a partir do histograma representativo do prazo de entrega;
2. Para cada um desses dias, gerar um valor aleatório a partir do histograma que representa o volume da procura por dia;
3. Acumular o valor das procuras geradas. O valor total acumulado representará uma possível ocorrência de um volume de procura durante o prazo de entrega;
4. Repetir o processo anterior um número suficientemente elevado de vezes, e calcular a frequência relativa com que ocorreu cada um dos valores possíveis para a procura durante o prazo de entrega.

Após a conclusão do passo 4 e sabendo que, para um nível de encomenda s , a esperança do volume de quebra durante o prazo de entrega, $E(M > s)$, pode ser obtida pela Equação 30.

$$E^*(x_L > s) = P^*(x_L > s) + E^*(x_L > s + 1) \quad (30)$$

Onde $P^*(x_L > s)$ representa o histograma cumulativo da procura durante o prazo de entrega. Sabendo que o risco ótimo de quebra é dado pela Equação 31,

$$P^*(x_L > s) = \frac{hQ}{ad + hQ} \quad (31)$$

O ponto de encomenda e, conseqüentemente, o stock de segurança são obtidos pelo valor correspondente mais próximo inferior do histograma cumulativo da procura durante o prazo de entrega comparativamente com o valor do risco ótimo de quebra.

ANEXO III – AMOSTRA

LOJA 1

Tabela 5 - Amostra recolhida para análise (Loja 1)

Famílias de Produtos	Nº Produtos
ACUCAR/CAFE	7
AGUAS E SUCOS	7
ARROZ/FEIJÃO/CHAS	6
AVES	6
AZEITES/OLEOS SOJA	4
BALAS E CONFEITOS	7
BISCOITOS	6
BOMBONIERE	7
CARNES BOVINAS	6
CARNES DIVERSAS	7
CERVEJAS	4
CONDIMENTOS E ETNICOS	7
DESCARTAVEIS	6
DOCES	7
HAMBURGUER/VEG CONG/SORVETES	7
HIGIENE ADULTA E INFANTIL	6
HIGIENICOS DESCARTAVEIS	7
INFANTIS E MATINAIS	2
IOGURTE/MANTEIGA/REQUEIJAO	6
ISOTONICOS E ENERGETICOS	4
LEITES E ACHOCOLATADOS	4
LEITES E DERIVADOS	4
LINGUICA/DEFUMAD/SALSICHAS	7
MARGARINAS/ EMBUTIDOS	6
PAES/BOLOS/SALG CONG/MASSAS	7
PERFUMARIA E BELEZA	2
PERFUMARIA E HIGIENE	6
PIZZAS/EMPA/P PRONTOS	7
QUEIJOS	7
REFRIGERANTES	6
SUPRIMENTOS DE ESCRITORIO	3
TABACO	7
VEGETAIS/ENLATADOS/ATOMATADOS	7
Total	33
	192

LOJA 2

Tabela 6 - Amostra recolhida para análise (Loja 2)

Famílias de Produtos	Nº Produtos
ACUCAR/CAFE	7
AGUAS E SUCOS	9
AVES	8
AZEITES/OLEOS SOJA	3
BALAS E CONFEITOS	7
BISCOITOS	9
BOMBONIERE	11
CARNES BOVINAS	6
CARNES DIVERSAS	7
CERVEJAS	3
CONDIMENTOS E ETNICOS	7
DESCARTAVEIS	6
DOCES	4
HAMBURGUER/VEG CONG/SORVETES	8
HIGIENE ADULTA E INFANTIL	7
HIGIENICOS DESCARTAVEIS	5
INFANTIS E MATINAIS	1
IOGURTE/MANTEIGA/REQUEIJAO	7
ISOTONICOS E ENERGETICOS	5
LEITES E ACHOCOLATADOS	2
LEITES E DERIVADOS	3
LINGUICA/DEFUMAD/SALSICHAS	9
MARGARINAS/ EMBUTIDOS	8
PAES/BOLOS/SALG CONG/MASSAS	6
PIZZAS/EMPA/P PRONTOS	8
QUEIJOS	6
REFRIGERANTES	11
SUPRIMENTOS DE ESCRITORIO	1
TABACO	11
VEGETAIS/ENLATADOS/ATOMATADOS	9
Total	30
	194

LOJA3

Tabela 7 - Amostra recolhida para análise (Loja 3)

ACUCAR/CAFE	5
AGUAS E SUCOS	12
AVES	7
BALAS E CONFEITOS	9
BISCOITOS	7
BOMBONIERE	20
CARNES BOVINAS	2
CARNES DIVERSAS	8
CERVEJAS	1
CESTAS/FARINÁCEOS/ VINAGRE/SAL	3
CONDIMENTOS E ETNICOS	6
DESCARTAVEIS	3
DOCES	3
HAMBURGUER/VEG CONG/SORVETES	13
HIGIENE ADULTA E INFANTIL	3
HIGIENICOS DESCARTAVEIS	3
IOGURTE/MANTEIGA/REQUEIJAO	8
ISOTONICOS E ENERGETICOS	3
LEITES E ACHOCOLATADOS	1
LEITES E DERIVADOS	2
LINGUICA/DEFUMAD/SALSICHAS	12
MARGARINAS/ EMBUTIDOS	10
PAES/BOLOS/SALG CONG/MASSAS	6
PIZZAS/EMPA/P PRONTOS	14
QUEIJOS	4
REFRIGERANTES	10
SUPRIMENTOS DE ESCRITORIO	2
TABACO	12
VEGETAIS/ENLATADOS/ATOMATADOS	7
Total	29
	196

ANEXO IV – CÁLCULO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS

CUSTO DE POSSE

O custo de posse de stock corresponde ao custo que a empresa incorre por armazenar artigos durante um período de tempo. Este custo inclui o custo com a armazenagem e o custo de oportunidade de capital. É comum expressar o custo de armazenar os artigos como uma percentagem do seu valor de compra. Esta percentagem é designada por taxa de juro interna do armazém (ou empresa), e é obtida através do rácio entre o custo total de disponibilidade e funcionamento do armazém e o valor do stock médio dos artigos nele armazenados. Esta taxa é igual para todos os artigos. Vejamos o seguinte exemplo:

Tabela 8 - Custos relevantes para o cálculo do custo de posse de stock (adaptado de Carvalho, 2010)

Descrição	Valor
Custo com o edifício	2000000 €
Vida útil do edifício	20 anos
Custo com recursos humanos	200000 €/ano
Custo com aquisição de equipamentos	800000 €
Vida útil dos equipamentos	10 anos
Seguros	100000 €/ano
Impostos	30000 €/ano
Outros custos (água, eletricidade, entre outros)	50000 €/ano

Tabela 9 - Cálculo do custo de armazenagem (adaptado de Carvalho, 2010)

Descrição	Valor	Cálculo
Custo da amortização do edifício (*)	100000 €	2000000 € / 20 anos
Custo da amortização dos equipamentos	80000 €	800000 € / 10 anos
Custos com recursos humanos, seguros, impostos, outros custos	380000 €	200000 € + 100000 € + 30000 € + 50000 €
Custo total com o armazém	560000 €	
Valor do <i>stock</i> médio anual dos artigos	4000000 €	
Relação entre o custo de armazenagem e o valor do stock médio	14 %/ano	560000 € / 4000000 €
Custo de armazenagem do artigo X (com valor de compra = 5 € unidade)	0,70 €/u./ano	14% x 5 €

(*) Este custo deve ser substituído pela renda no caso do espaço utilizado ser arrendado.

A partir dos diferentes custos, para o artigo X, em análise, a armazenagem de uma unidade durante um ano tem um custo de 0,70 €, ou seja, 14% do respetivo valor de aquisição. A este custo ainda é preciso acrescentar o custo de oportunidade de capital que corresponde ao custo que a empresa incorre por investir o capital em stock em vez de o investir numa aplicação financeira ou negócio mais rentável a que possa ter acesso. No caso de a empresa ter de recorrer a um empréstimo bancário para realizar a operação de compra do artigo, deve acrescentar a taxa de juro desse empréstimo.

Tabela 10 - Taxa de juro de depósito a prazo (adaptado de Carvalho, 2010)

Descrição	Valor
Taxa de juro de depósito a prazo (por exemplo)	3 %/ano

Tabela 11 - Custo de oportunidade de capital (adaptado de Carvalho, 2010)

Descrição	Valor	Cálculo
Custo de oportunidade de capital para o <i>stock</i> do artigo X	0,15 €/u./ano	3% x 5 €

$$\begin{aligned}
 \text{Custo total de posse stock} &= (3\% + 14\%) * \text{valor aquisição artigo} \\
 &= 17\% * \text{valor aquisição artigo} \\
 &= 17\% * 5\text{€} = 0,85\text{€}
 \end{aligned}$$

Como referido anteriormente, o custo total de posse de stock, normalmente, é expresso como uma percentagem sobre o valor de aquisição do artigo. Assim, para o artigo X, o custo total de posse de stock corresponde a 17% sobre o seu valor de compra, correspondendo a um total de 0,85€.

CUSTO DE ENCOMENDA

O custo fixo de encomenda ou custo de passagem de encomenda deve incluir todos os custos diretamente atribuíveis ao ato de encomendar (e receber) uma encomenda, nomeadamente: lançamento do pedido, receção (ex., descarga, conferência e/ou inspeção e controlo de qualidade) e transporte interno para colocar o artigo nas prateleiras. Deve incluir também o custo do transporte externo (do fornecedor até ao armazém), sempre que este custo seja explicitamente faturado pelo serviço realizado ou, não o sendo, sempre que possa ser deduzido através da fatura global da compra do artigo.

É geralmente diferente de artigo para artigo. Para um mesmo artigo, pode ser diferente de encomenda para encomenda (ex., dependendo da quantidade encomendada, do transportador ou fornecedor, etc.), mas, tipicamente, essas diferenças não são significativas e podem ignorar-se através da estimação de um valor médio. Pode ser calculado de duas formas:

1. Rácio entre o somatório de todos os custos com a realização e receção de encomendas por ano e o número de encomendas realizadas por ano. Assim obtém-se um custo de encomenda médio, igual para todas as encomendas de todos os artigos.

Tabela 12 - Custos relevantes para o cálculo do custo de passagem de encomenda (adaptado de Carvalho, 2010)

Descrição	Valor
Custo com recursos humanos (receção e lançamento das encomenda) (*)	150000 €/ano
Custo com combustíveis e outros consumíveis (ex., impressão de documentos) (*)	300000 €/ano
Custo com comunicações e atualização de bases de dados (*)	7500 €/ano
Custo com amortizações em curso e manutenção de equipamentos (ex., porta-paletes) (*)	20000 €/ano
Outros custos (água, eletricidade, limpezas, entre outros) (*)	5000 €/ano
Custo com transportes de encomendas realizadas (*)	80000 €/ano

(*) Deve apenas considerar-se a fração do custo total diretamente relacionada com as encomendas realizadas. Por exemplo, no custo com recursos humanos só deverá ser contabilizada a parcela correspondente à fração de tempo que os mesmos gastam nas atividades relacionadas:

$$\text{Custo de receção (lançamento) encomenda} = \frac{\text{Ordenado}}{\text{Tempo de trabalho}} * \text{tempo gasto na receção (lançamento)}$$

Tabela 13 - Cálculo do custo de passagem de encomenda (adaptado de Carvalho, 2010)

Descrição	Valor	Cálculo
Custo total	292500 €/ano	
Nº encomendas por ano	18000 enc.	
Custo de encomenda	16,25 €/enc.	292500 €/ 18000 enc

2. Cálculo do custo unitário de cada encomenda. Custo de encomenda poderá ser diferente de artigo para artigo.

Tabela 14 - Custos relevantes para o cálculo do custo de passagem de encomenda (retirado de Carvalho, 2010)

Descrição	Valor
Recursos humanos (1 administrativo)	14600 €/ano
Recursos humanos (1 operador armazém)	10000 €/ano
Lançamento da encomenda (duração)	30 minutos
Receção e conferência da encomenda (dur.)	30 minutos
Consumíveis	0,1 €/enc.
Comunicações	0,3 €/enc.
Outros custos (amortizações, água, eletricidade, entre outros)	1,2 €/enc.
Custo com o transporte da encomenda	42 €/enc.

Tabela 15 - Cálculo do custo de passagem de encomenda (adaptado de Carvalho, 2010)

Descrição	Valor	Cálculo
Custo do administrativo por encomenda (lançamento da encomenda)	3,80 €/enc.	14600 €/ (40horas/semana x 48 semanas/ano) x 0,5 horas
Custo do operador de armazém por encomenda (receção e conferência de encomenda)	2,60 €/enc.	10000 €/ (40horas/semana x 48 semanas/ano) x 0,5 horas
Consumíveis	0,1 €/enc.	
Comunicações	0,3 €/enc.	
Outros custos	1,2 €/enc.	
Transporte	42 €/enc.	
Custo total com a encomenda	50 €/enc.	

Existe um grande número de parcelas de custos necessárias para o cálculo do custo de posse e do custo de encomenda. Alguns desses custos serão obtidas com relativa facilidade, enquanto outros podem ser muito difíceis e dispenderem um grande esforço de tempo. Contudo, o importante será identificar os custos que mais valor terão, previsivelmente, nas contas finais. A mensagem que foi transmitida à empresa-cliente é que, numa primeira fase, os restantes custos poderiam ser ignorados, ou estimados de forma mais expedita, por exemplo, pela perceção do gestor ou contabilista, e não por uma consulta e análise exaustiva às faturas da empresa. Geralmente é preferível começar a atuar tendo

apenas, numa fase inicial, uma estimativa grosseira dos custos, ao invés de nada fazer enquanto não se apuram os valores de custos de forma mais precisa.

ANEXO V – RELATÓRIO RESULTANTE DE UMA CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA ATUAL DE GESTÃO DE STOCKS DE UMA FAMÍLIA DE PRODUTOS

Relatório Indicadores de Desempenho

Loja: 82

Categorias: ACUCAR/CAFE

Categoria	Produtos
ACUCAR/CAFE	677;4272;20283;43073;4699;156 18;27640

Medidas de desempenho atingidas durante o ano de 2014

Categoria: ACUCAR/CAFE
Número de Artigos: 7

Stock Médio	Taxa Rotação	Taxa Cobertura	Nº Raturas	Ctd Raturas
159494,55	13,53	26,97	9	3568,23

Nível Serviço (st. quebra)	Nível Serviço (qtd. quebra)	Prob. Quebra (%enc.)	Prob. Quebra (%dias.)	Taxa Ratura (qtd. quebra)
87,32%	99,10%	12,68%	5,03%	0,91%

Custo Posse [€/ano]	Número Encomendas	Custo Encomenda [€/ano]	Custo ratura [€/ano]	Custo total [€/ano]
39673,74	71,00	28994,77	1348,60	70217,11

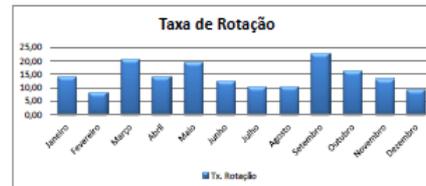
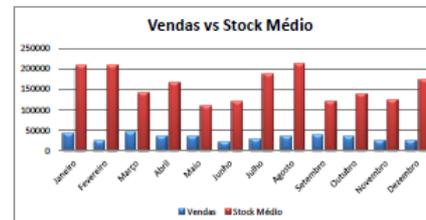
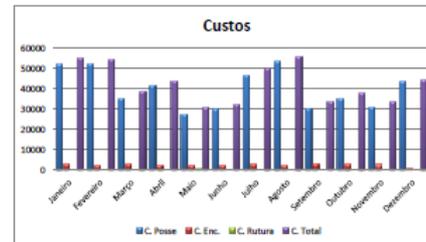
Medidas de desempenho atingidas durante o ano de 2014

Evolução das Vendas, Stocks e Raturas ao longo do ano de 2014

	Vendas	Stock Médio	Tx. Rotação	Nº Raturas	Ctd. Raturas
Janeiro	42090	207867,14	13,97	0	0
Fevereiro	25612	208457,13	8,17	0	0
Março	46796	140441,01	20,47	1	233,16
Abril	35536	166842,16	14,09	0	0
Mai	34894	109968,30	19,53	1	1787,62
Junho	22284	119904,93	12,62	2	1232,18
Julho	29950	196757,10	10,38	0	10,78
Agosto	35175	213322,78	10,52	1	246,25
Setembro	39671	121453,84	22,54	0	12,32
Outubro	35059	139934,18	16,16	1	13,39
Novembro	25717	123844,54	13,22	2	21,33
Dezembro	24396	174257,25	9,13	1	11,2

Evolução dos Custos ao longo do ano de 2014

	Nº Enc.	C. Posse	C. Enc.	C. Ratura	C. Total
Janeiro	7	51956,78	3111,28	0	55078,06
Fevereiro	5	52114,28	2443,75	0	54558,03
Março	8	35110,25	3170,84	132,9	38413,99
Abril	4	41710,54	1924,74	0	43635,28
Mai	4	27492,07	2432,67	692,04	30616,78
Junho	6	29976,23	2100,43	248,08	32324,74
Julho	7	46689,27	3114,71	18,89	49822,87
Agosto	3	53330,7	2031,05	155,84	55617,59
Setembro	8	30363,46	3073,24	21,59	33458,29
Outubro	7	34983,54	2615,69	23,18	37622,41
Novembro	6	30961,13	2554,4	36,86	33552,39
Dezembro	6	43564,31	421,97	19,23	44005,51



ANEXO VI – RELATÓRIO DE UM ARTIGO RESULTANTE DE UMA GESTÃO COORDENADA DE PRODUTOS

Relatório Indicadores de Desempenho						
Artigo: CAFE VP TRAD ARO 500G (56539)						
Loja: 161						
Dados Importados						
Custo de compra: 5 (valor médio)						
Preço de venda: 4,72 (valor médio)						
Prazo de validade: 540 dias						
Período entre encomendas: 7 dias						
Distribuição da procura: Normal						
Tipo: Alimentos						
Dados Simulação						
Data da simulação: 18/08/2015 14:19:25						
Tipo de simulação: Histórico(2014)						
Período de simulação: Ano 2014						
Objetivo: Min. Custos						
Número de simulações: 2						
Custo de posse: 1,25 U.M./ano						
Custo de encomenda: 8,48 U.M/enc.						
Custo de rotura: 2 U.M/quebra						
Medidas de desempenho atingidas durante o ano de 2014						
Política atual: M-54,64						
Stock Médio	Taxa Rotação	Taxa Cobertura	Nº Roturas	Qtd roturas		
135,5	6,56	55,63	2	63,69		
Nível Serviço (sit.quebra)	Nível Serviço (qtd.quebra)	Prob. Quebra (%enc.)	Prob. Quebra (%dias)	Taxa Rotura (qtd.quebra)		
77,78%	92,84%	22,22%	9,40%	7,24%		
Custo Posse [€/ano]	Número Enc.	Custo Encomenda [€/ano]	Custo rotura [€/ano]	Custo total [€/ano]		
171,10	9,00	123,30	0,45	294,85		

Medidas de desempenho atingidas durante o ano de 2014						
Política: Gestão Coordenada Coord. (s,c,S)						
Ponto de encomenda(s): 64 unidades						
Ponto Intermediário(c): 122 unidades						
Nível máximo stock(S): 179 unidades						
Promoções						
Número de Promoções: 7						
Número de Encomendas Extra: 7 encomendas						
Início Promoção	Fim Promoção	Preço Regular	Preço d/ desconto	Desconto	Aumento Vendas	Encomenda Extra
05/05/2014	11/05/2014	4,89	4,69	4,08%	24,3%	17
25/06/2014	25/06/2014	4,89	4,79	2,04%	24,3%	2
31/07/2014	31/07/2014	4,89	4,59	6,13%	16,58%	2
11/08/2014	25/08/2014	4,89	4,59	6,13%	16,58%	34
25/08/2014	31/08/2014	4,89	4,69	4,08%	24,3%	17
23/09/2014	29/09/2014	4,89	4,79	2,04%	24,3%	14
03/06/2014	15/06/2014	4,69	4,69	0%	24,3%	31

Medidas de desempenho atingidas durante o ano de 2014						
Política: Gestão Coordenada Coord. (s,c,S)						
Ponto de encomenda(s): 64 unidades						
Ponto Intermediário(c): 122 unidades						
Nível máximo stock(S): 179 unidades						
Stock Médio	Taxa Rotação	Taxa Cobertura	Nº Roturas	Qtd roturas		
86,76	10,26	35,62	3	76		
Nível Serviço (sit.quebra)	Nível Serviço (qtd.quebra)	Prob. Quebra (%enc.)	Prob. Quebra (%dias)	Taxa Rotura (qtd.quebra)		
78,57%	91,45%	21,43%	7,12%	9,25%		
Custo Posse [€/ano]	Número Enc.	Custo Encomenda [€/ano]	Custo rotura [€/ano]	Custo total [€/ano]		
108,45	14,00	118,72	0,43	227,60		

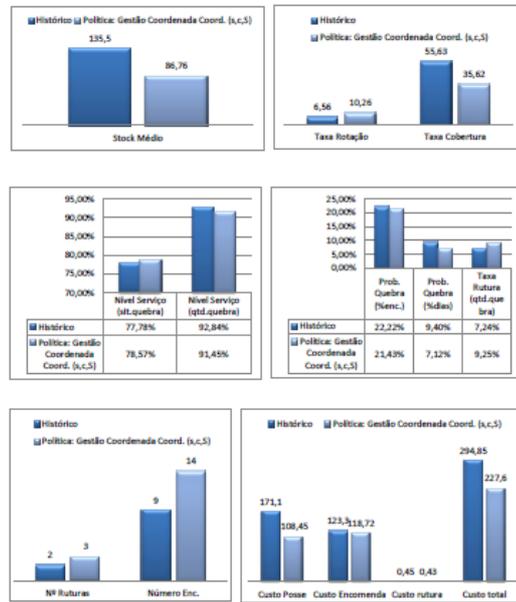
Comparação entre as políticas

Política atual: M-64,64

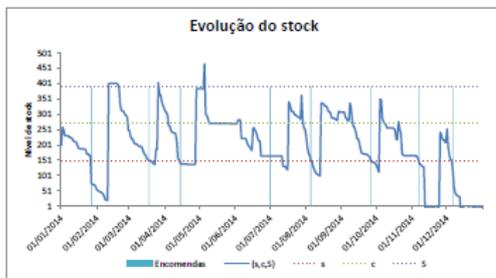
Nova Política: Gestão Coordenada Coord. (s,c,S)
 Ponto de encomenda(s): 64 unidades
 Ponto Intermediário(c): 122 unidades
 Nível máximo stock(S): 179 unidades

	Política Atual (histórico)	Política: Gestão Coordenada
Stock Médio	135,5	86,76
Taxa Rotação	6,56	10,26
Taxa Cobertura	55,63	35,62
Nº Futuras	2	3
Qtd futuras	63,69	76
Nível Serviço (st.quebra)	77,78%	78,57%
Nível Serviço (qtd.quebra)	92,84%	91,45%
Prob. Quebra (%enc.)	22,22%	21,43%
Prob. Quebra (%dias)	9,40%	7,12%
Taxa Futura (qtd.quebra)	7,24%	9,25%
Custo Posse	171,1	108,45
Número Enc.	9	14
Custo Encomenda	123,3	118,72
Custo futura	0,45	0,43
Custo total	294,85	227,6

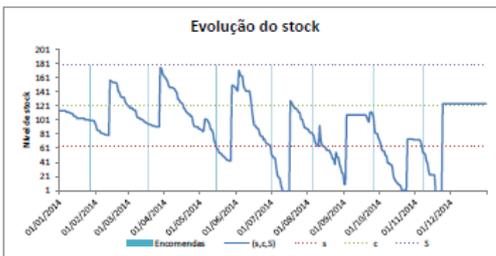
Comparação entre as políticas



Evolução do stock ao longo do ano de 2014 segundo a política coordenada (s,c,S)



Artigo 4700



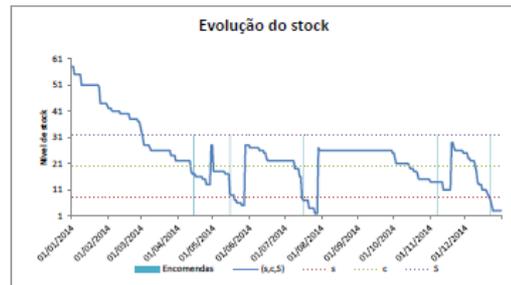
Artigo 59539

Evolução do stock



Artigo 677

Evolução do stock



Artigo 2419

ANEXO VII - RELATÓRIO DE UM ARTIGO RESULTANTE DE UMA GESTÃO INDIVIDUALIZADA

Relatório Indicadores de Desempenho

Artigo: REFR KUAT GUARANA 6X2L (550)
Loja: 161

Dados Importados

Custo de compra: 15,45 (valor médio)
Preço de venda: 17,61 (valor médio)
Prazo de validade: Não tem
Período entre encomendas: 2 dias
Distribuição da procura: Normal
Tipo: Alimentos

Dados Simulação

Data da simulação: 21/09/2015 11:52:35
Tipo de simulação: Histórico(2014)
Período de simulação: 01/01/2014 a 31/12/2014
Objetivo: Nível Serviço Min.
Número de simulações: 25
Nível de Serviço: 95%
Custo de encomenda: 19,36 U.M/enc.
Custo de posse: 3,86 U.M/quebra

Medidas de desempenho atingidas durante o ano de 2014

Política atual: M-49,49

Stock Médio	Taxa Rotação	Taxa Cobertura	Nº Raturas	Qtd raturas
104,4	18,29	19,96	5	50,12

Nível Serviço (sit.quebra)	Nível Serviço (qtd.quebra)	Prob. Quebra (%enc.)	Prob. Quebra (%dias)	Taxa Rutura (qtd.quebra)
72%	97%	28%	4%	3%

Custo Posse [€/ano]	Número Enc.	Custo Encomenda [€/ano]	Custo rutura [€/ano]	Custo total [€/ano]
403,13	18,00	348,48	0,60	752,22

Medidas de desempenho atingidas durante o ano de 2014

Política: Todas

Promoções

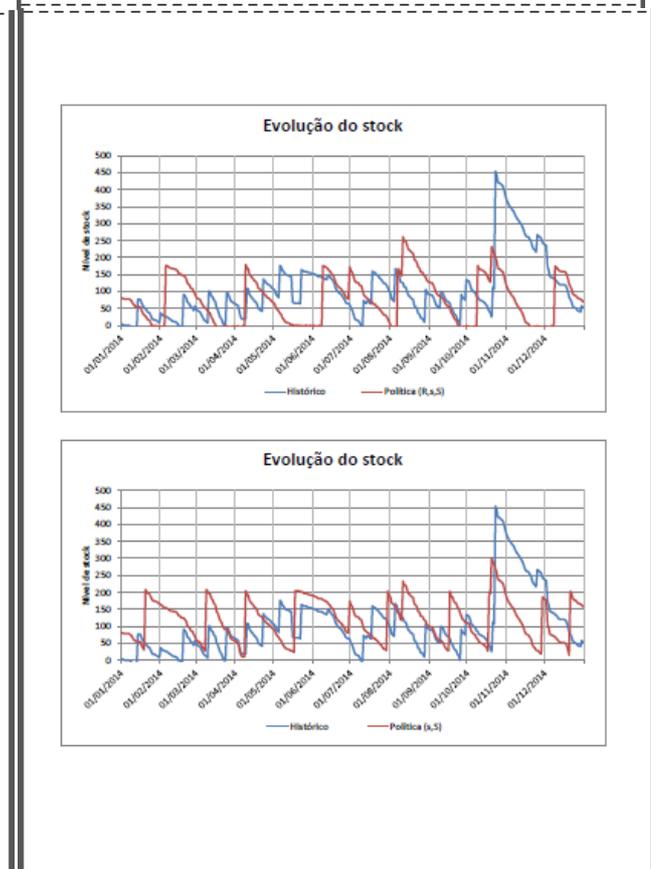
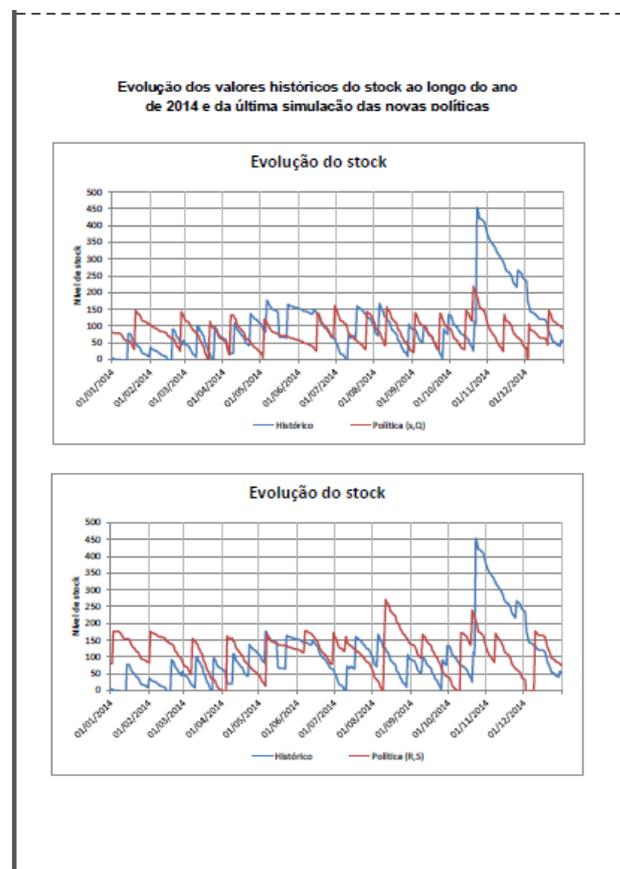
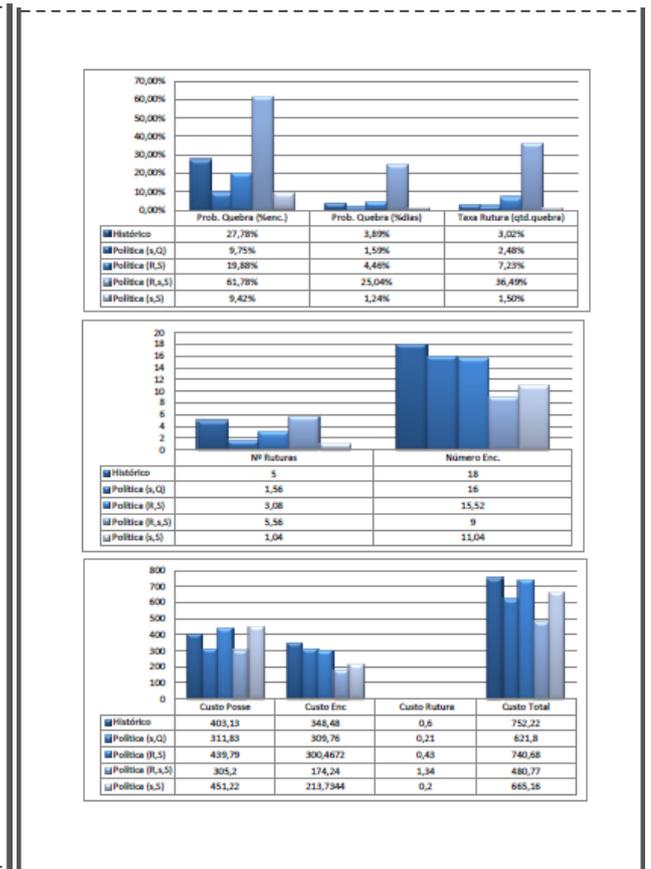
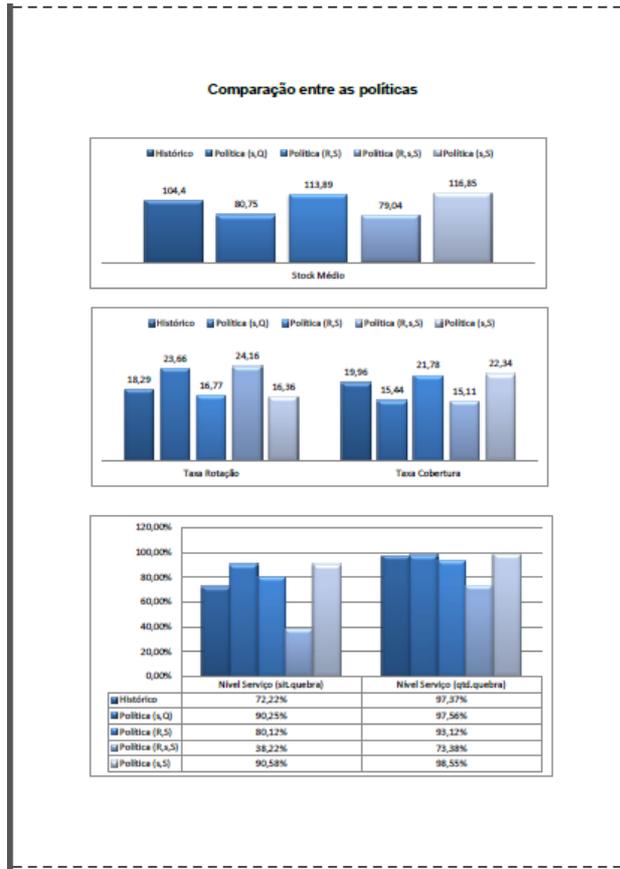
Número de Promoções: 3
Número de Encomendas Extra: 3 encomendas

Início Promoção	Fim Promoção	Preço Regular	Preço c/ desconto	Desconto	Aumento Vendas	Encomenda Extra
30/06/2014	14/07/2014	17,7	15,9	10,16%	65,06%	96
11/08/2014	25/08/2014	16,54	16,74	9,7%	101,91%	117
20/10/2014	03/11/2014	18,9	17,34	8,25%	101,91%	117

Comparação entre as políticas

Política atual: M-49,49
Política (s,Q): s = 31, Q = 119
Política (R,S): R = 31, S = 179
Política (R,s,S): R = 31, s = 31, S = 179
Política (s,S): s = 31, S = 210

	Política Atual (Histórico)	Política (s,Q)	Política (R,S)	Política (R,s,S)	Política (s,S)
Stock Médio	104,4	80,75	113,89	79,04	116,85
Taxa Rotação	18,29	23,66	16,77	24,16	16,36
Taxa Cobertura	19,96	15,44	21,78	15,11	22,34
Nº Raturas	5	1,56	3,08	5,56	1,04
Qtd raturas	50,12	46,52	131,36	508,16	27,72
Nível Serviço (sit.quebra)	72,22%	90,25%	80,12%	38,22%	90,58%
Nível Serviço (qtd.quebra)	97,37%	97,56%	93,12%	73,38%	98,55%
Prob. Quebra (%enc.)	27,78%	9,75%	19,88%	61,78%	9,42%
Prob. Quebra (%dias)	3,89%	1,59%	4,46%	25,04%	1,24%
Taxa Rutura (qtd.quebra)	3,02%	2,48%	7,23%	36,49%	1,50%
Custo Posse	403,13	311,83	439,79	305,2	451,22
Número Enc.	18	16	15,52	9	11,04
Custo Encomenda	348,48	309,76	300,4672	174,24	213,7344
Custo rutura	0,6	0,21	0,43	1,34	0,2
Custo total	752,22	621,8	740,68	480,77	665,16



ANEXO VIII – PREVISÃO DA PROCURA DE UM ARTIGO RESULTANTE DO MÓDULO DE PREVISÃO INTEGRADO NA FERRAMENTA DA EMPRESA – *STOCK OPTIMISATION*

SKU	REGULAR_FORECAST	REGULAR_FORECAST_MAPE	PROMOTIONAL_FORECAST	FORECAST	DAY_DATE	550	1,649634	1,426389	1,649634	18/05/15
550	2,338926	1,426389		2,338926	30/03/15	550	2,3437	0,160242	2,3437	19/05/15
550	2,532326	0,160242		2,532326	31/03/15	550	2,415914	0,468036	2,415914	20/05/15
550	3,379217	0,468036		3,379217	01/04/15	550	3,577637	0,546838	3,577637	21/05/15
550	4,061533	0,546838		4,061533	02/04/15	550	3,249074	0,388718	3,249074	22/05/15
550	6,31631	0,388718		6,31631	03/04/15	550	4,908614	0,109135	4,908614	23/05/15
550	6,09637	0,109135		6,09637	04/04/15	550	3,352257	0,140781	3,352257	24/05/15
550	6,575507	0,140781		6,575507	05/04/15	550	1,675649	1,426389	1,675649	25/05/15
550	1,680871	1,426389		1,680871	06/04/15	550	1,959225	0,160242	1,959225	26/05/15
550	2,743838	0,160242		2,743838	07/04/15	550	2,474344	0,468036	2,474344	27/05/15
550	2,73647	0,468036		2,73647	08/04/15	550	3,265723	0,546838	3,265723	28/05/15
550	4,620929	0,546838		4,620929	09/04/15	550	3,595435	0,388718	3,595435	29/05/15
550	6,695173	0,388718		6,695173	10/04/15	550	4,227051	0,109135	4,227051	30/05/15
550	5,921126	0,109135		5,921126	11/04/15	550	2,834502	0,140781	2,834502	31/05/15
550	6,172401	0,140781		6,172401	12/04/15	550	1,220722	1,426389	1,220722	01/06/15
550	2,250247	1,426389		2,250247	13/04/15	550	2,09102	0,160242	2,09102	02/06/15
550	2,869269	0,160242		2,869269	14/04/15	550	2,427012	0,468036	2,427012	03/06/15
550	3,350109	0,468036		3,350109	15/04/15	550	3,371063	0,546838	3,371063	04/06/15
550	4,316445	0,546838		4,316445	16/04/15	550	2,931518	0,388718	2,931518	05/06/15
550	6,709829	0,388718		6,709829	17/04/15	550	4,016089	0,109135	4,016089	06/06/15
550	5,266726	0,109135		5,266726	18/04/15	550	2,387391	0,140781	2,387391	07/06/15
550	5,376945	0,140781		5,376945	19/04/15	550	0,867751	1,426389	0,867751	08/06/15
550	1,477281	1,426389		1,477281	20/04/15	550	2,123431	0,160242	2,123431	09/06/15
550	2,446379	0,160242		2,446379	21/04/15	550	2,464631	0,468036	2,464631	10/06/15
550	2,762049	0,468036		2,762049	22/04/15	550	3,423315	0,546838	3,423315	11/06/15
550	3,830943	0,546838		3,830943	23/04/15	550	2,976956	0,388718	2,976956	12/06/15
550	5,530407	0,388718		5,530407	24/04/15	550	4,078339	0,109135	4,078339	13/06/15
550	5,202657	0,109135		5,202657	25/04/15	550	2,627496	0,140781	2,627496	14/06/15
550	4,580581	0,140781		4,580581	26/04/15	550	0,836918	1,426389	0,836918	15/06/15
550	2,695493	1,426389		2,695493	27/04/15	550	2,047982	0,160242	2,047982	16/06/15
550	2,704848	0,160242		2,704848	28/04/15	550	2,377059	0,468036	2,377059	17/06/15
550	3,271037	0,468036		3,271037	29/04/15	550	3,301679	0,546838	3,301679	18/06/15
550	4,121215	0,546838		4,121215	30/04/15	550	2,87118	0,388718	2,87118	19/06/15
550	5,293987	0,388718		5,293987	01/05/15	550	3,933429	0,109135	3,933429	20/06/15
550	5,278935	0,109135		5,278935	02/05/15	550	2,594137	0,140781	2,594137	21/06/15
550	4,647734	0,140781		4,647734	03/05/15	550	0,80083	1,426389	0,80083	22/06/15
550	2,629621	1,426389		2,629621	04/05/15	550	1,959671	0,160242	1,959671	23/06/15
550	3,074376	0,160242		3,074376	05/05/15	550	2,274558	0,468036	2,274558	24/06/15
550	3,372856	0,468036		3,372856	06/05/15	550	3,159309	0,546838	3,159309	25/06/15
550	4,450749	0,546838		4,450749	07/05/15	550	2,747373	0,388718	2,747373	26/06/15
550	6,45634	0,388718		6,45634	08/05/15	550	3,763816	0,109135	3,763816	27/06/15
550	5,838158	0,109135		5,838158	09/05/15	550	2,424863	0,140781	2,424863	28/06/15
550	4,709096	0,140781		4,709096	10/05/15	550	0,817522	1,426389	0,817522	29/06/15
550	2,993813	1,426389		2,993813	11/05/15	550	2,000518	0,160242	2,000518	30/06/15
550	2,888452	0,160242		2,888452	12/05/15	550	2,321969	0,468036	2,321969	01/07/15
550	3,370106	0,468036		3,370106	13/05/15	550	3,22516	0,546838	3,22516	02/07/15
550	4,264139	0,546838		4,264139	14/05/15	550	2,804639	0,388718	2,804639	03/07/15
550	4,685437	0,388718		4,685437	15/05/15	550	3,842268	0,109135	3,842268	04/07/15
550	5,164956	0,109135		5,164956	16/05/15	550	2,475406	0,140781	2,475406	05/07/15
550	4,080913	0,140781		4,080913	17/05/15	550	0,851986	1,426389	0,851986	06/07/15

Estudo e implementação de modelos de gestão de stocks em sistemas ERP para empresas retalhistas, Helena Alves

550	2,084853	0,160242	2,084853	07/07/15	550	2,747353	0,468036	2,747353	26/08/15
550	2,419855	0,468036	2,419855	08/07/15	550	3,81601	0,546838	3,81601	27/08/15
550	3,361122	0,546838	3,361122	09/07/15	550	3,318448	0,388718	3,318448	28/08/15
550	2,922872	0,388718	2,922872	10/07/15	550	4,546172	0,109135	4,546172	29/08/15
550	4,004245	0,109135	4,004245	11/07/15	550	2,9289	0,140781	2,9289	30/08/15
550	2,57976	0,140781	2,57976	12/07/15	550	1,026212	1,426389	1,026212	31/08/15
550	0,908933	1,426389	0,908933	13/07/15	550	2,511194	0,160242	2,511194	01/09/15
550	2,224204	0,160242	2,224204	14/07/15	550	2,914702	0,468036	2,914702	02/09/15
550	2,581598	0,468036	2,581598	15/07/15	550	4,048453	0,546838	4,048453	03/09/15
550	3,585779	0,546838	3,585779	16/07/15	550	3,520583	0,388718	3,520583	04/09/15
550	3,118237	0,388718	3,118237	17/07/15	550	4,823091	0,109135	4,823091	05/09/15
550	4,271888	0,109135	4,271888	18/07/15	550	3,107307	0,140781	3,107307	06/09/15
550	2,752191	0,140781	2,752191	19/07/15	550	1,070943	1,426389	1,070943	07/09/15
550	0,879374	1,426389	0,879374	20/07/15	550	2,620653	0,160242	2,620653	08/09/15
550	2,151873	0,160242	2,151873	21/07/15	550	3,041749	0,468036	3,041749	09/09/15
550	2,497644	0,468036	2,497644	22/07/15	550	4,224918	0,546838	4,224918	10/09/15
550	3,469169	0,546838	3,469169	23/07/15	550	3,67404	0,388718	3,67404	11/09/15
550	3,016831	0,388718	3,016831	24/07/15	550	5,033322	0,109135	5,033322	12/09/15
550	4,132966	0,109135	4,132966	25/07/15	550	3,24275	0,140781	3,24275	13/09/15
550	2,66269	0,140781	2,66269	26/07/15	550	1,009104	1,426389	1,009104	14/09/15
550	0,908302	1,426389	0,908302	27/07/15	550	2,46933	0,160242	2,46933	15/09/15
550	2,222662	0,160242	2,222662	28/07/15	550	2,866111	0,468036	2,866111	16/09/15
550	2,579807	0,468036	2,579807	29/07/15	550	3,980961	0,546838	3,980961	17/09/15
550	3,583291	0,546838	3,583291	30/07/15	550	3,461892	0,388718	3,461892	18/09/15
550	3,116073	0,388718	3,116073	31/07/15	550	4,742685	0,109135	4,742685	19/09/15
550	4,268925	0,109135	4,268925	01/08/15	550	3,055505	0,140781	3,055505	20/09/15
550	2,750282	0,140781	2,750282	02/08/15	550	0,982377	1,426389	0,982377	21/09/15
550	0,987118	1,426389	0,987118	03/08/15	550	2,403926	0,160242	2,403926	22/09/15
550	2,415528	0,160242	2,415528	04/08/15	550	2,790197	0,468036	2,790197	23/09/15
550	2,803664	0,468036	2,803664	05/08/15	550	3,875519	0,546838	3,875519	24/09/15
550	3,894224	0,546838	3,894224	06/08/15	550	3,370198	0,388718	3,370198	25/09/15
550	3,386464	0,388718	3,386464	07/08/15	550	4,617068	0,109135	4,617068	26/09/15
550	4,639352	0,109135	4,639352	08/08/15	550	2,974575	0,140781	2,974575	27/09/15
550	2,988932	0,140781	2,988932	09/08/15	550	0,938999	1,426389	0,938999	28/09/15
550	0,967242	1,426389	0,967242	10/08/15	550	2,297778	0,160242	2,297778	29/09/15
550	2,366891	0,160242	2,366891	11/08/15	550	2,666993	0,468036	2,666993	30/09/15
550	2,747212	0,468036	2,747212	12/08/15	550	3,704391	0,546838	3,704391	01/10/15
550	3,815813	0,546838	3,815813	13/08/15	550	3,221383	0,388718	3,221383	02/10/15
550	3,318277	0,388718	3,318277	14/08/15	550	4,413196	0,109135	4,413196	03/10/15
550	4,542937	0,109135	4,542937	15/08/15	550	2,843229	0,140781	2,843229	04/10/15
550	2,928749	0,140781	2,928749	16/08/15	550	0,999437	1,426389	0,999437	05/10/15
550	0,819109	1,426389	0,819109	17/08/15	550	2,445673	0,160242	2,445673	06/10/15
550	2,249106	0,160242	2,249106	18/08/15	550	2,838652	0,468036	2,838652	07/10/15
550	2,610501	0,468036	2,610501	19/08/15	550	3,942822	0,546838	3,942822	08/10/15
550	3,625925	0,546838	3,625925	20/08/15	550	3,428725	0,388718	3,428725	09/10/15
550	3,153148	0,388718	3,153148	21/08/15	550	4,697248	0,109135	4,697248	10/10/15
550	4,319715	0,109135	4,319715	22/08/15	550	3,026232	0,140781	3,026232	11/10/15
550	2,783004	0,140781	2,783004	23/08/15	550	1,044444	1,426389	1,044444	12/10/15
550	0,967292	1,426389	0,967292	24/08/15	550	2,559807	0,160242	2,559807	13/10/15
550	4,120375	0,546838	4,120375	15/10/15	---	---	---	---	---
550	3,583128	0,388718	3,583128	16/10/15	550	3,708896	0,388718	3,708896	04/12/15
550	4,908775	0,109135	4,908775	17/10/15	550	5,081074	0,109135	5,081074	05/12/15
550	3,16251	0,140781	3,16251	18/10/15	550	3,273514	0,140781	3,273514	06/12/15
550	1,036923	1,426389	1,036923	19/10/15	550	1,724275	1,426389	1,724275	07/12/15
550	2,537404	0,160242	2,537404	20/10/15	550	2,953573	0,160242	2,953573	08/12/15
550	2,945123	0,468036	2,945123	21/10/15	550	3,428164	0,468036	3,428164	09/12/15
550	4,090707	0,546838	4,090707	22/10/15	550	4,76164	0,546838	4,76164	10/12/15
550	3,557329	0,388718	3,557329	23/10/15	550	4,140779	0,388718	4,140779	11/12/15
550	4,873431	0,109135	4,873431	24/10/15	550	5,67274	0,109135	5,67274	12/12/15
550	3,139739	0,140781	3,139739	25/10/15	550	3,654699	0,140781	3,654699	13/12/15
550	1,008698	1,426389	1,008698	26/10/15	550	1,786076	1,426389	1,786076	14/12/15
550	2,468335	0,160242	2,468335	27/10/15	550	3,059435	0,160242	3,059435	15/12/15
550	2,864956	0,468036	2,864956	28/10/15	550	3,551036	0,468036	3,551036	16/12/15
550	3,979356	0,546838	3,979356	29/10/15	550	4,932306	0,546838	4,932306	17/12/15
550	3,460496	0,388718	3,460496	30/10/15	550	4,289193	0,388718	4,289193	18/12/15
550	4,740774	0,109135	4,740774	31/10/15	550	5,876063	0,109135	5,876063	19/12/15
550	3,054274	0,140781	3,054274	01/11/15	550	3,785691	0,140781	3,785691	20/12/15
550	1,022431	1,426389	1,022431	02/11/15	550	1,581491	1,426389	1,581491	21/12/15
550	2,501941	0,160242	2,501941	03/11/15	550	2,708993	0,160242	2,708993	22/12/15
550	2,903962	0,468036	2,903962	04/11/15	550	3,144284	0,468036	3,144284	23/12/15
550	4,033536	0,546838	4,033536	05/11/15	550	4,367936	0,546838	4,367936	24/12/15
550	3,507612	0,388718	3,507612	06/11/15	550	3,797889	0,388718	3,797889	25/12/15
550	4,80592	0,109135	4,80592	07/11/15	550	5,202991	0,109135	5,202991	26/12/15
550	3,095858	0,140781	3,095858	08/11/15	550	3,35206	0,140781	3,35206	27/12/15
550	1,012293	1,426389	1,012293	09/11/15					
550	2,477133	0,160242	2,477133	10/11/15					
550	2,875167	0,468036	2,875167	11/11/15					
550	3,99354	0,546838	3,99354	12/11/15					
550	3,472831	0,388718	3,472831	13/11/15					
550	4,757671	0,109135	4,757671	14/11/15					
550	3,06516	0,140781	3,06516	15/11/15					
550	1,001051	1,426389	1,001051	16/11/15					
550	2,449622	0,160242	2,449622	17/11/15					
550	2,843236	0,468036	2,843236	18/11/15					
550	3,949188	0,546838	3,949188	19/11/15					
550	3,434262	0,388718	3,434262	20/11/15					
550	4,704833	0,109135	4,704833	21/11/15					
550	3,031118	0,140781	3,031118	22/11/15					
550	0,964418	1,426389	0,964418	23/11/15					
550	2,359981	0,160242	2,359981	24/11/15					
550	2,739191	0,468036	2,739191	25/11/15					
550	3,804673	0,546838	3,804673	26/11/15					
550	3,308589	0,388718	3,308589	27/11/15					
550	4,532666	0,109135	4,532666	28/11/15					
550	2,920199	0,140781	2,920199	29/11/15					
550	1,544433	1,426389	1,544433	30/11/15					
550	2,645516	0,160242	2,645516	01/12/15					
550	3,070607	0,468036	3,070607	02/12/15					
550	4,265001	0,546838	4,265001	03/12/15					