



TÉCNICO
LISBOA

**Integração da Gestão da Procura no Processo de
Planeamento da Produção e Gestão de Compras: Indústria
de Embalagens Metálicas – O caso da COLEP**

Diogo do Amaral Silva Lopo

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Prof. Amílcar José Martins Arantes

Júri

Presidente: Prof.^a Susana Isabel Carvalho Relvas

Orientador: Prof. Amílcar José Martins Arantes

Vogal: Prof. Fernando Henrique de Carvalho Cruz

Novembro 2014

Resumo

A gestão da procura e a conseqüente ligação com o processo de planeamento de produção e de compras é uma questão central nas empresas. Para que a informação seja útil é preciso haver orientação para um trabalho colaborativo entre os clientes e os fornecedores.

É neste contexto que surge o problema apresentado neste trabalho onde se pretende estudar forma de melhorar o processo de integração das previsões de vendas no planeamento de produção e de compras da Colep, empresa produtora de embalagens metálicas, tendo em vista o auxílio na tomada de decisões.

Na presente dissertação é caracterizado o problema da gestão da procura e da utilização das previsões pelos departamentos de planeamento da produção e de compras da Colep. Adicionalmente é feita uma revisão de literatura de modo a enquadrar o caso de estudo num contexto teórico e sustentar as soluções adotadas. Para a resolução do problema é desenvolvido um modelo de melhoria do processo de gestão da procura baseado em previsões a um nível mais detalhado do produto e é descrito o tratamento de dados realizado para a execução e desenvolvimento do modelo. Por fim, são testados modelos de previsão de séries temporais, a fim de perceber os que melhor traduzem a evolução histórica das vendas, e é demonstrada a relação entre as previsões de vendas e os processos de gestão de compras e de planeamento de produção. Desta forma é possível traduzir a informação da procura em necessidades de matéria-prima, e necessidades de afetação aos centros de trabalho.

Palavras-chave: gestão da procura, *sales and operations planning*, chaves de desagregação de previsões, planeamento de produção, compras.

Abstract

Nowadays, demand management and its connection to production planning process and purchasing process is a crucial issue in business management. For information to be useful it is necessary to have a collaborative work among customers and suppliers. This connection, and therefore greater interaction between the production systems and customers brings great challenges and needs for organizational, technological and resource solutions.

It is in this context that the problem faced is presented, where studies are done to improve the sales forecast integration in production planning and purchasing processes in order to support decision make. This study is conducted in Colep, a metal packaging manufacturer.

In this project is characterized the demand management problem and the use of sales forecast by the production planning and purchasing departments of Colep. Additionally, a literature review is done to frame the case study in a theoretical context and to sustain the adopted solutions. To solve this problem, an optimization model of the demand management process is developed. This model is based on a more detailed forecast level and the data treatment process prior to its implementation is described. Finally, time series methods are tested in order to understand and define the one which better reflect the sales historical evolution. It is also shown the relationship between sales forecast and purchase and planning production management. This provides a means to translate demand information in raw-material needs and work centers allocation needs.

Keywords: demand management, *sales and operations planning*, forecast disaggregation keys, production planning, purchasing.

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao professor Amílcar Arantes. Agradeço a sua disponibilidade e apoio que me deu ao longo do trabalho.

À Colep, e em especial ao Eng. Pedro Travessa pela oportunidade, pelo apoio e interesse manifestado pelo trabalho desde o primeiro dia e pela simpatia com que me recebeu na empresa. Agradeço ainda aos restantes colaboradores da Colep pelos esclarecimentos e pela sua simpatia.

Aos amigos e colegas de curso pelos grandes momentos proporcionados ao longo deste percurso.

Por último agradeço à minha família, e em particular aos meus pais, por todo o apoio e compreensão e por me terem proporcionado todas as condições para completar esta etapa da minha vida.

Índice

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	1
1.2. METODOLOGIA	2
1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO.....	3
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	3
2. A INDÚSTRIA DE EMBALAGENS METÁLICAS E O CASO DE ESTUDO	5
2.1. A INDÚSTRIA.....	5
2.2. DESCRIÇÃO E PROCESSO DE FABRICO DE UMA EMBALAGEM	6
2.3. A COLEP	7
2.3.1. <i>Complexos industriais</i>	8
2.3.2. <i>Missão, visão e valores</i>	8
2.4. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA EM ESTUDO.....	9
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. GESTÃO LOGÍSTICA.....	15
3.2. GESTÃO DE CADEIAS DE ABASTECIMENTO	15
3.3. GESTÃO DA PROCURA.....	19
3.3.1. <i>Processo de gestão da procura</i>	21
3.3.1.1. Planeamento da procura	21
3.3.1.2. Comunicação da procura.....	22
3.3.1.3. Influência sobre a procura.....	24
3.3.1.4. Gestão e priorização da procura	24
3.3.2. <i>Consequências de uma gestão da procura inadequada</i>	25
3.4. MODELOS DE PREVISÃO.....	25
3.5. PLANEAMENTO DA PRODUÇÃO	30
3.5.1. <i>Conceitos básicos de planeamento</i>	30
3.5.2. <i>Escalonamento em indústrias de produção discreta</i>	31
3.6. GESTÃO DE COMPRAS.....	32
3.7. CONCLUSÕES DA REVISÃO DE LITERATURA.....	32
4. MODELOS DE PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS	35
4.1. DECOMPOSIÇÃO CLÁSSICA.....	35
4.1.1. <i>Decomposição Clássica Aditiva</i>	35
4.1.2. <i>Decomposição Clássica Multiplicativa</i>	37
4.2. <i>HOLT-WINTERS</i>	38
4.2.1. <i>Holt-Winters Aditivo</i>	38
4.2.2. <i>Holt-Winters Multiplicativo</i>	39
4.2.3. <i>Condições de inicialização</i>	39
4.3. MÉDIAS MÓVEIS SIMPLES	40
4.4. ALISAMENTO EXPONENCIAL SIMPLES.....	40
4.4.1. <i>Condições de inicialização</i>	41
5. RECOLHA E TRATAMENTO DOS DADOS	43
5.1. DEFINIÇÃO DOS FORMATOS	43
5.2. DEFINIÇÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS.....	46
5.3. DADOS E PRESSUPOSTOS UTILIZADOS	46
5.4. CRITÉRIO DE SELEÇÃO DOS MELHORES MODELOS.....	47
6. RESOLUÇÃO DO CASO DE ESTUDO	49
6.1. TABELAS DE DESAGREGAÇÃO.....	49

6.2.	MELHORES MODELOS DE PREVISÃO	51
6.2.1.	<i>Decomposição Clássica Aditiva</i>	52
6.2.2.	<i>Decomposição Clássica Multiplicativa</i>	53
6.2.3.	<i>Holt-Winters Aditivo</i>	54
6.2.4.	<i>Holt-Winters Multiplicativo</i>	55
6.2.5.	<i>Médias Móveis Simples</i>	56
6.2.6.	<i>Alisamento Exponencial Simples</i>	57
6.2.7.	<i>Comparação dos modelos e conclusões</i>	58
6.3.	RELAÇÃO DAS PREVISÕES DE VENDAS COM GESTÃO DE COMPRAS E GESTÃO DO PLANEAMENTO DE PRODUÇÃO	60
6.4.	CONCLUSÕES DO CASO DE ESTUDO	67
7.	CONCLUSÕES FINAIS E DESENVOLVIMENTO FUTURO	69
8.	BIBLIOGRAFIA	71
	ANEXO 1 – RESULTADOS DA APLICAÇÃO DOS MODELOS DE PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS AO FORMATO RO 108X132 2T	73
	ANEXO 2 – VOLUMES DE PREVISÃO PARA OS FORMATOS DA FAMÍLIA RO108	92

Lista de figuras

Figura 1 – Exemplo da relação atual entre previsão de vendas e centros de trabalho	10
Figura 2 - Carga da linha de montagem aerossóis d57 na Colep	11
Figura 3 - Exemplo da relação futura entre previsão de vendas e centros de trabalho	12
Figura 4 - Evolução da gestão de cadeias de abastecimento	16
Figura 5 - Agilidade da cadeia de abastecimento.....	18
Figura 6- Planeamento de vendas e operações: A Caixa da união.....	20
Figura 7 - Processo de comunicação na gestão da procura	23
Figura 8 - Previsões com modelo de Decomposição Clássica Aditiva para o formato CY 108x132 2T .	52
Figura 9 - Previsões com modelo de Decomposição Clássica Multiplicativa para o formato CY 108x132 2T	53
Figura 10 - Previsões com modelo de Holt-Winters Aditivo para o formato CY 108x132 2T	54
Figura 11 - Previsões com modelo de Holt-Winters Multiplicativo para o formato CY 108x132 2T	55
Figura 12 - Previsões com modelo de Médias Móveis Simples para o formato CY 108x132 2T.....	56
Figura 13 - Previsões com modelo de Amortecimento Exponencial Simples para o formato CY 108x132 2T	57
Figura 14 - Relação entre previsões de vendas por formato e centros de trabalho.....	64
Figura 15 - Carga no centro de trabalho 42008	65
Figura 16 - Carga no centro de trabalho 41080	65
Figura 17 - Carga no centro de trabalho 41097	66
Figura 18 - Carga no centro de trabalho 21094	67

Lista de tabelas

Tabela 1 - Primeiro nível da estrutura do produto (Exemplo)	43
Tabela 2 - Segundo nível da estrutura do produto – Corpo da embalagem (Exemplo).....	43
Tabela 3 - Terceiro nível da estrutura do produto – Corpo da embalagem (Exemplo)	44
Tabela 4 - Segundo nível da estrutura - Fundo da embalagem (Exemplo)	44
Tabela 5 - Terceiro nível da estrutura - Fundo da embalagem (Exemplo).....	44
Tabela 6 - Quarto nível da estrutura - Fundo da embalagem (Exemplo).....	44
Tabela 7 - Segundo nível da estrutura - Tampo da embalagem (Exemplo)	45
Tabela 8 - Terceiro nível da estrutura - Tampo da embalagem (Exemplo).....	45
Tabela 9 - Quarto nível da estrutura - Tampo da embalagem (Exemplo).....	45
Tabela 10 - Quinto nível da estrutura - Tampo da embalagem (Exemplo)	46
Tabela 11 - Desagregação Família de Produtos (Parte 1)	49
Tabela 12 - Desagregação Família de Produtos (Parte 2)	50
Tabela 13 - Desagregação Família de Produtos (Parte 3)	50
Tabela 14 - Erros Quadráticos Médios dos modelos testados (em milhares de embalagens ²).....	58
Tabela 15 - Volumes Previstos com modelo de Decomposição Clássica Aditiva para o formato CY 108x132 2T	58
Tabela 16 - Melhores Modelos.....	59
Tabela 17 - Relação entre previsão por formato, centros de trabalho e matéria-prima consumida ...	61
Tabela 18 - Necessidades de matéria-prima com base nos volumes previstos.....	62
Tabela 19 - Massa de coil necessária para a produção de 1000 folhas	62
Tabela 20 - Necessidades de coil para Abril (em Kg).....	62
Tabela 21 - Carga alocada a cada centro de trabalho para os 4 meses em análise	63
Tabela 22 - Restrições de capacidade (em milhares de embalagens) nos centros de trabalho	63

Lista de abreviaturas

AES – Alisamento Exponencial Simples
AR – *Autoregressive*
ARIMA – *Autoregressive Integrated Moving Average*
ARMA – *Autoregressive Moving Average*
BD – Corpo da embalagem (*Body*)
BT – Fundo da embalagem (*Bottom*)
CSCMP – *Council of Supply Chain Management Professionals*
CT – Centro de Trabalho
DCA – Decomposição Clássica Aditiva
DCM – Decomposição Clássica Multiplicativa
EDI – *Electronic Data Interchange*
EQM – Erro Quadrático Médio
F1 – Folha cortada
FF – Tampo por Encaixe
FT – Tampo Cravado
HWA – *Holt-Winters* Aditivo
HWM – *Holt-Winters* Multiplicativo
LD – Tampo da embalagem (*Lid*)
MA – *Moving Average*
MM – Médias Móveis
MP – Matéria-Prima
S&OP – *Sales and Operations Planning*
SAP - *Systems, Applications and Products in Data Processing*
SARIMA – *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*
SCM – *Supply Chain Management*
WC – *Work Center*

1. Introdução

1.1. Contextualização do problema

Em qualquer setor de atividade a otimização e melhoria dos seus processos, por forma a aumentar a sua eficiência e eficácia, tem vindo a tornar-se o foco principal das empresas (Dittmann, 2012). O processo de gestão da procura assume um papel preponderante na relação com as compras e com o planeamento da produção, tendo como objetivo garantir atempadamente matéria-prima adequada, a valores baixos, e ao mesmo tempo gerir a capacidade das linhas de produção.

Tal como Croxton *et al.* (2002) afirmam, a gestão da procura é o procedimento responsável pelo balanceamento entre as necessidades dos clientes e as capacidades da cadeia de abastecimento. Com uma gestão correta, pode ser feita a correspondência entre o fornecimento e a procura. Este processo envolve atividades como a previsão da procura, a sincronização da mesma com a produção, compras e distribuição.

O planeamento da procura permite uma melhor gestão do abastecimento de matérias-primas e da capacidade dos centros de trabalho, bem como do nível de inventário, permitindo um equilíbrio entre o mínimo necessário para atingir determinado nível de serviço e o mínimo de custos de armazenamento de material.

O presente trabalho é desenvolvido na indústria de embalagens metálicas. Para além de ser uma indústria com relevo a nível económico para o país, e em constante crescimento, segundo Ferreira *et al.* (2007) é um mercado que apresenta grande heterogeneidade com significativas variações no produto final e onde a uniformização em alguns segmentos coexiste com diferenciação noutros. É um mercado *business-to-business* que se caracteriza pela dificuldade em obter a procura real.

De acordo com Dominic (2013), o processo de embalamento e o equipamento tecnológico atingiram o nível máximo de sofisticação, a competição agora consiste na otimização de custos.

O trabalho irá desenvolver-se na Colep, empresa inserida na indústria de embalagens e *contract manufacturing* (formulação química do produto, fabrico, enchimento e embalamento de produtos de grande consumo). Com expressão a nível internacional e com um vasto leque de produtos, a Colep apresenta uma variabilidade acentuada de matéria-prima. Torna-se, portanto, imperativo uma gestão da procura que permita saber, por um lado, o mais acertadamente possível as especificações do material a comprar com o intuito de manter o nível de inventário baixo, mas que garanta que não há rutura, nem falha na entrega dos produtos aos clientes, e por outro, uma gestão eficiente da carga nos centros de trabalho. Devido à diferença entre os *lead times* de aquisição de matéria-prima e de encomendas é fundamental o estabelecimento de um horizonte temporal alargado (visibilidade).

A Colep fabrica embalagens metálicas (Aerossóis, Industriais (tintas, vernizes) e Alimentares) com folha-de-flandres a pelo menos três corpos, ou seja, recorrendo à montagem de pelo menos três componentes: fundo, corpo principal e o tampo/cúpula. Nas embalagens metálicas de produtos industriais e alimentares a diversidade é bastante maior do que nos aerossóis, podendo existir

diversos tampos ou fundos a integrarem embalagens com o mesmo formato. Esta variabilidade de embalagens e de componentes que as podem constituir são características que fazem naturalmente variar o consumo de matéria-prima e os centros de trabalho onde os materiais são estampados e montados.

O trabalho a desenvolver consiste em integrar o resultado da gestão da procura de embalagens metálicas de produtos industriais e alimentares no processo de planeamento de produção por forma a relacionar diretamente as previsões de vendas com os centros de trabalho e com a matéria-prima consumida. Esta relação permitirá fazer uma melhor gestão do planeamento e das capacidades das linhas, quer de estampagem, quer de montagem e beneficiará o departamento de compras, uma vez que este saberá mais atempada e acertadamente a matéria-prima a comprar. Para que seja possível usufruir da informação extraída no processo de gestão da procura será necessário reformular o processo.

1.2. Metodologia

A metodologia do trabalho a desenvolver para a otimização do processo de planeamento da produção e conseqüentemente o processo de compras na Colep, envolve um conjunto de etapas que passam a ser descritas.

Na primeira fase pretende-se caracterizar e analisar o caso de estudo real a fim de compreender o problema a ser resolvido. Caracterizado o problema procede-se à revisão de literatura acerca da gestão logística e de cadeias de abastecimento, gestão da procura, gestão de compras, modelos de previsão e planeamento de produção. Conclui-se por fim sobre a importância destes processos nesta indústria.

A segunda fase consiste na descrição dos modelos de séries temporais a testar para efetuar previsões.

A terceira fase deste trabalho abarca a recolha e tratamento dos dados necessários para a análise das soluções a estudar e conseqüentemente para a resolução do problema em estudo. Esta etapa engloba a forma como é feita a desagregação dos produtos e também a definição de pressupostos.

Na quarta fase serão efetivamente testados os modelos de previsão ao nível dos produtos desagregados. Nesta etapa serão ainda identificadas e propostas potenciais melhorias a introduzir no processo de gestão da procura e conseqüentemente nos processos do planeamento de produção e de compras na Colep.

Na quinta fase serão analisados e discutidos os resultados obtidos.

1.3. Objetivos do trabalho

O objetivo principal desta dissertação de mestrado é permitir a integração da informação que é recolhida do processo de gestão da procura no processo de planeamento da produção e de gestão de compras. Para atingir o objetivo final, são estabelecidos os seguintes objetivos:

- Proposta de novo modelo de gestão da procura baseado em previsões por formato;
- Proposta de ferramenta para gestão dinâmica do modelo proposto;
- Proposta para cada formato do melhor modelo de previsão entre todos os testados – caso de estudo;
- Proposta de gestão de necessidades de *coil* de folha-de-flandres – caso de estudo;
- Proposta da gestão da capacidade dos centros de trabalho do *general line* – caso de estudo;

1.4. Estrutura do trabalho

A estrutura do presente trabalho está organizada da seguinte forma:

- Capítulo 1 – Consiste no presente capítulo, onde é descrito o contexto em que surge o problema em estudo, a metodologia a utilizar na elaboração da dissertação de mestrado e os objetivos pretendidos com a realização deste trabalho;
- Capítulo 2 – No segundo capítulo é feita a descrição da indústria de embalagens metálicas, com particular realce para a sua evolução em Portugal e na Colep. É feita também a descrição do processo de fabrico de uma embalagem e do problema em estudo, caracterizando-se o processo de gestão da procura na empresa em estudo e a forma como a informação é utilizada pelos seus vários departamentos;
- Capítulo 3 – É efetuada uma revisão de literatura sobre modelos de gestão e planeamento da procura, gestão de compras, modelos de previsão e planeamento da produção. São também referidos os conceitos de gestão logística e gestão de cadeia de abastecimento. É realçada, ainda, a importância dos fundamentos teóricos referidos;
- Capítulo 4 – Envolve a caracterização dos modelos de séries temporais a utilizar para efetuar previsões e a descrição das respetivas formulações matemáticas;
- Capítulo 5 – Consiste na descrição do tratamento dos dados utilizados no modelo, nomeadamente em termos de estratégias de simplificação e de pressupostos assumidos.

- Capítulo 6 – Corresponde à aplicação dos modelos ao caso de estudo. Neste capítulo são analisados os resultados obtidos, e propostas medidas e ferramentas de melhoria ao processo de gestão da procura.
- Capítulo 7 – No último capítulo apresentam-se as principais conclusões do trabalho e possíveis considerações para trabalho futuro.

2. A indústria de Embalagens Metálicas e o Caso de Estudo

Neste capítulo serão apresentadas informações sobre o caso em estudo, permitindo a contextualização do problema e fornecendo bases fundamentais para o trabalho que será desenvolvido na dissertação. Inicialmente será caracterizada a indústria de embalagens metálicas e descrito o seu processo de fabrico associado à empresa Colep. De seguida será feita uma introdução à Colep. Por fim, o problema será caracterizado e identificado, através da descrição do processo de gestão da procura na empresa.

2.1. A indústria

A utilização de embalagens metálicas surge em finais do século dezoito resultantes de uma combinação de dois fatores. Um deles foi o desenvolvimento relativamente barato e funcional de alguns materiais, nomeadamente da folha de ferro, ao qual se juntou a origem dos alimentos de conserva e a necessidade de os embalar hermeticamente em latas metálicas. O embalamento com recurso à folha-de-flandres aparece como uma resposta ao problema de encontrar um material que fosse resistente, leve e não tóxico. Em 1795 a procura por este tipo de solução e de produto era praticamente exclusiva do exército e da marinha. A indústria de embalagens metálicas aparecia, então, associada à produção de alimentos de conserva. Mais tarde, foi quebrada essa relação natural e deu-se o desenvolvimento da indústria de embalagens metálicas de um nicho de mercado para um mercado mais alargado e em massa. Com necessidade de especialização, as empresas começaram a centrar-se nas suas competências nucleares o que se traduziu no surgimento de novos processos de aprendizagem (Hansen and Serin, 1999).

Esta indústria caracteriza-se pelo aproveitamento de economias de escala, onde o volume de produção assume um papel importante, e de sinergias dos processos tecnológicos e matérias-primas utilizadas. São estas características que permitem que seja uma indústria tão diversificada.

A indústria de embalagens metálicas apresenta uma característica ímpar que faz com que este mercado seja particularmente específico em relação a outros mercados de embalamento, como o caso do vidro ou do plástico. Embora todos eles se caracterizem por serem mercados *business-to-business*, na medida em que não satisfazem o consumidor final, a indústria produtora de embalagens metálicas com folha-de-flandres assume também as seguintes características:

- A diferenciação do produto é feita a montante do processo de produção;
- Produto é do cliente.

O facto de o produto ser diferenciado antes do próprio processo de confeção da embalagem, resulta na impossibilidade das empresas produtoras deste tipo de latas em venderem embalagens de um cliente a outro. Quando as embalagens não são vendidas aos clientes são desperdiçadas, podendo ser feito o aproveitamento de alguma receita na venda do metal para sucatas.

Ao nível de aerossóis, o mercado interno é praticamente dominado pela Colep. Externamente, embora a Colep seja líder europeia neste segmento, a concorrência que lhe é oferecida provem essencialmente de dois grandes grupos internacionais, a Ardagh e a Crown Holdings.

No caso da produção de embalagens metálicas para segmento industrial e alimentar, a indústria em Portugal já conta com mais concorrentes. A par da Colep, a Neorelva também satisfaz grande parte do mercado. Rio Caima é outro concorrente com expressão neste segmento, embora de peso ligeiramente inferior. Destaca-se o facto de a indústria estar maioritariamente localizada na região de Aveiro (Vale de Cambra) (Packaging, 2014).

O segmento de embalagens metálicas para produtos alimentares e industriais constitui um mercado mais estável e maduro. Ao nível industrial é inclusivamente notório um decréscimo ao nível de produção e conseqüente volume de vendas, isto devido à correlação positiva com o mercado de construção civil. A crise que se faz sentir no ramo da construção, tem impacto no consumo de tintas e vernizes, principais utilizadores deste tipo de embalagem.

A principal matéria-prima utilizada para a produção de embalagens metálicas resume-se ao alumínio e à folha-de-flandres. A folha é importada essencialmente da China, Brasil e Alemanha. Estes materiais representam cerca de 70% a 80% dos custos de produção.

Destaca-se ainda o elevado volume de exportação. No ano 2013, cerca de 80% do valor gerado pela Colep foi realizado em produtos exportados.

Ao nível de clientes, se nos aerossóis se encontram por todo o mundo, nos segmentos industriais e alimentares embora também sejam vendidas embalagens para o Reino Unido e para França, os clientes estão mais centrados na península ibérica.

2.2. Descrição e processo de fabrico de uma embalagem

Apesar de também fabricar embalagens em plástico, o *core business* (negócio principal) da Colep são as embalagens metálicas. Para além disso, a empresa possui ainda no complexo industrial de Vale de Cambra uma fábrica de enchimento de embalagens.

Relativamente às embalagens de plástico, a Colep fabrica através de dois processos. Podem ser moldadas por insuflação ou por injeção. As primeiras destinam-se a produtos de cuidado pessoal, limpeza, lubrificantes e farmacêuticos. O processo por injeção visa o fabrico de tampas e puxadores, essencialmente.

No que respeita às metálicas, os produtos estão divididos em 3 segmentos – aerossóis, industrial e alimentar. Estes dois últimos usualmente denominados por *general line*. Todas as embalagens são fabricadas a pelo menos 3 corpos (fundos, corpos e tampos/cúpulas).

Colep Packaging Division é um dos mais importantes fabricantes de embalagens de aerossóis e *general line* com folha-de-flandres na Europa e líder ibérico em embalagens deste último (Colep, 2014).

O processo de produção das embalagens metálicas inicia-se com a receção da folha-de-flandres, matéria-prima, em *coils* que posteriormente são cortados consoante a altura desejada para o corpo da lata. As folhas sujeitas a este primeiro corte são depois litografadas. Nesta fase dá-se a impressão na folha do desenho pretendido pelo cliente, bem como os respetivos envernizamentos de proteção da mesma. O processo de impressão pode ser feito com tintas diretas ou por quadricromia (mistura de quatro cores: magenta, ciano, amarelo e preto) através de radiação ultravioleta ou pelos métodos convencionais. O verniz de acabamento é opcional e pode ser brilhante ou mate. As folhas estão então prontas para serem estampadas e darem origem aos corpos, fundos e tampos. Na fase de estampagem estes componentes são produzidos em prensas de alta velocidade. Após este processo, as linhas de montagem são alimentadas pelos vários componentes e a embalagem é concebida. Os corpos são soldados ou agrafados e depois são cravados os fundos e os tampos. As latas montadas são testadas com ar comprimido para verificar que não apresentam fugas de ar. Finalmente as embalagens são colocadas em paletes, e embaladas em plástico para serem armazenadas e posteriormente distribuídas pelos diversos clientes.

2.3. A Colep

A Colep, empresa do grupo RAR, é um líder global nas indústrias de embalagem e *contract manufacturing*, percebe-se, formulação, fabrico, enchimento e embalamento de produtos de grande consumo. Com um volume de negócios de 543 milhões de euros, a Colep emprega cerca de 3600 colaboradores em Portugal, Alemanha, Brasil, Emirados Árabes Unidos, Espanha, México e Polónia (Colep, 2014).

Em 1965, Ilídio da Costa Leite de Pinho fundou a Colep, em Vale de Cambra, vocacionada para o fabrico de embalagens metálicas para bolachas. Dois anos mais tarde a empresa iniciou a produção de embalagens industriais, nomeadamente para tintas, vernizes, diluentes e óleos lubrificantes, segmento que passou a ser um dos mais importantes da empresa. Continuando o seu progresso e centrando-se também na produção de embalagens metálicas para aerossóis e alimentares (espuma de barba, lacas para cabelo, desodorizantes, inseticidas, salsichas, azeite, etc.), a Colep prosseguiu a sua estratégia de diversificação, tendo como alicerce o aproveitamento de sinergias ao nível dos processos tecnológicos e das matérias-primas utilizadas. Perante este cenário, em meados da década de 70, a empresa iniciou a atividade de *contract manufacturing*. Em 1982, começou a produção de embalagens plásticas (Colep, 2014).

2.3.1. Complexos industriais

Em pleno crescimento a Colep começou a sua expansão em termos de instalações industriais. Em 1999, já tinha adquirido a Johnson Wax em Espanha, originando a Colep Espanha, a Shirley Jones & Associates Limited em Londres (atualmente já não pertence à Colep) e a Comercial de Envases de Navarra (CENSA), designada posteriormente por Colep Navarra. Em 2001, o grupo RAR adquire a totalidade do capital social da Colep e nesse mesmo ano foi construída de raiz a Colep Polónia, uma fábrica de *contract manufacturing*. Em 2004, realiza-se a fusão com a empresa canadiana CCL *Custom Manufacturing Europe*, constituindo-se a ColepCCL, ficando a RAR com 60% do capital social e a CCL Industries Inc com os restantes 40%. Esta união criou a mais importante empresa europeia de *contract manufacturing* de produtos de cosmética, higiene pessoal, e farmacêutica, com unidades produtivas na Alemanha, Espanha, Polónia, Reino Unido (entretanto desativada) e Portugal. Em 2009, verifica-se a aquisição da empresa alemã Czewo Full Filling Service GmbH (Czewo). Esta operação reforçou a ColepCCL na área do *contract manufacturing* de aerossóis e produtos líquidos. Com esta aquisição a empresa passou a ser representada por nove unidades fabris, em 5 países, oferecendo uma melhor resposta ao mercado. Em 2010, a ColepCCL, investe no Brasil. Trata-se do primeiro investimento fora da Europa, e consiste numa *joint venture* com a Provider, fornecedor líder daquele país em produtos de higiene pessoal e produtos líquidos de *homecare*. Esta fusão permite a ambos aproveitar o crescimento do mercado na América Latina em aerossóis e bens de consumo. Esta empresa intitula-se CPA (Colep Provider Aerosols) e é composta por três unidades fabris. Em 2011 a Colep passa dos 51% de cota que detinha para a totalidade do capital da Provider. Também a 1 de Julho do mesmo ano, a ColepCCL passa a intitular-se, por motivos estratégicos, Colep. Em 2013, a Colep adquire uma unidade industrial no México e investe numa *joint venture* nos Emirados Árabes Unidos, ambas destinadas ao enchimento de aerossóis e bens de consumo. Este ano é marcado também pela criação de uma aliança estratégica com empresas da Asia-Pacífico, nomeadamente do Japão, Austrália, China, Tailândia e Índia, igualmente fornecedores especializados no enchimento de aerossóis e bens de consumo. Atualmente a Colep conta com uma rede de 19 unidades de fabrico, incluindo a aliança estratégica, espalhadas por todo o mundo (Colep, 2014).

2.3.2. Missão, visão e valores

De acordo com Colep (2014), a missão a que se propõe a Colep é trabalhar com os clientes e proporcionar qualidade e conforto aos consumidores.

A visão da Colep consiste em ser líder na criação de valor, oferecendo aos clientes várias soluções de fabrico de produtos e embalagens através da inovação, tecnologia e práticas sustentáveis (Colep, 2014).

A Colep rege-se ainda pelo seguinte conjunto de valores e princípios (Colep, 2014):

- Foco no cliente: Proatividade em alcançar e exceder as expectativas dos clientes;

- Ética: Atuar sempre com respeito, confiança e sentido de justiça;
- Aprendizagem e Criatividade: Disponibilidade total para aprender e serem criativos na procura de soluções novas com aplicação prática;
- Criação de Valor: Comprometimento com a criação sustentável de valor para com a empresa e os *stakeholders*;
- Paixão pela Excelência: Esforço por continuamente melhorar e alcançar a excelência em tudo o que fazem.

2.4. Caracterização do problema em estudo

Para a apresentação de qualquer solução, torna-se necessário perceber o funcionamento real do processo de gestão da procura na Colep. Todo este processo começa com a receção, por parte do departamento comercial, de previsões dos clientes. Nos casos em que os clientes não enviam, são os próprios comerciais que, analisando o mercado e os clientes, preveem um certo volume de vendas. Esta informação é inserida no sistema e depois extraída por uma equipa responsável por fazer uma análise mais detalhada das previsões iniciais. Esta observação conta com uma série de *inputs*, tais como informação relativa ao período homólogo, as vendas nos meses anteriores, o plano de procura que ficou definido no mês precedente, as previsões que foram dadas anteriormente e mesmo o orçamento anual definido. Nesta análise é igualmente calculada a aderência das previsões em relação às vendas realmente observadas e são destacados os desvios mais significativos.

Posteriormente é preparada uma agenda com os casos a serem questionados e discutidos na reunião de consenso. Este documento é enviado aos responsáveis das áreas comerciais dos vários segmentos, aerossóis e *general line* (alimentar e industrial), garantindo assim que todos os intervenientes vão preparados para a reunião e com conhecimento dos casos a serem discutidos. Na reunião de consenso são discutidos os casos, explicados os desvios ocorridos, e são definidos, ou não, ajustes nas previsões para os próximos meses.

Depois da atualização das previsões, volta a ser inserido no sistema o ficheiro com as previsões, sendo igualmente enviado para os responsáveis das áreas das compras e planeamento da produção.

É, finalmente, escrita uma ata da reunião onde são registadas as conclusões da mesma, nomeadamente as alterações feitas nas previsões dos respetivos formatos de cliente.

A importância de todo este processo de planeamento da procura consiste essencialmente na utilidade que é dada pelo departamento de compras e pelo planeamento de produção. Tendo o processo de compra um *lead time* de 3 meses, é de crucial importância ter visibilidade em relação à procura esperada para poder efetuar a compra da matéria-prima correta, nas quantidades mais adequadas, para que, por um lado, não haja rutura, e por outro, volumes de inventário elevados. Da mesma forma, tendo linhas de estampagem e montagem que não são dedicadas, e devido à panóplia de

formatos que são produzidos na Colep, é de extrema relevância saber e gerir a carga de cada centro de trabalho, até porque, naturalmente, as linhas têm uma capacidade limitada, dependendo da cadência com que trabalham. Para o planeamento de produção, esta informação permite tomar decisões relativas a contratação de trabalhadores temporários, aumento ou diminuição de turnos de trabalho, antecipação de produção e fazer a gestão dos formatos de cada linha.

Se, por um lado, o que foi referido anteriormente funciona para os aerossóis, isto é, as previsões de vendas são utilizadas como *input* para o processo de compras e de planeamento da produção, e há efetivamente um plano de carga a médio/longo prazo, no segmento *general line* o mesmo não se verifica. A questão prende-se com o facto de as previsões estarem agregadas, ou seja, a forma como a informação é disponibilizada não permite que as previsões sejam utilizadas como *input* para o planeamento do *general line*. Este segmento apresenta uma variedade significativa de formatos e de especificidades, apesar dos volumes serem mais pequenos, comparativamente com os aerossóis.

A Colep fabrica aerossóis com 5 diâmetros (65mm, 57mm, 52mm, 49mm e 45mm). Dentro destes diâmetros há uma variedade de alturas, todavia, para o departamento de compras, é suficiente saber o número total de aerossóis de cada diâmetro a produzir, uma vez que a folha-de-flandres consumida é a mesma. No segmento *general line*, só para produção de corpos para as embalagens, a Colep consome 38 tipos diferentes de *coils* (bobinas) de folha-de-flandres. Para a produção de argolas são consumidos 10 tipos de *coils* de matéria-prima diferentes. A estampagem de tampos utiliza 33 espécies de *coils* e a estampagem de fundos utiliza 32. Torna-se, assim, óbvio o benefício que o departamento de compras extrairá com a desagregação das previsões do *general line*.

A Figura 1 esquematiza o problema em estudo, e evidencia dificuldade atual em relacionar inequivocamente as previsões com os centros de trabalho (CT), no segmento *general line*.

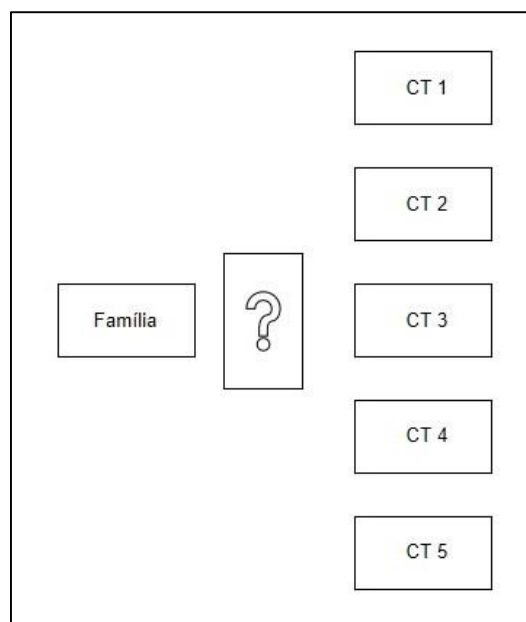
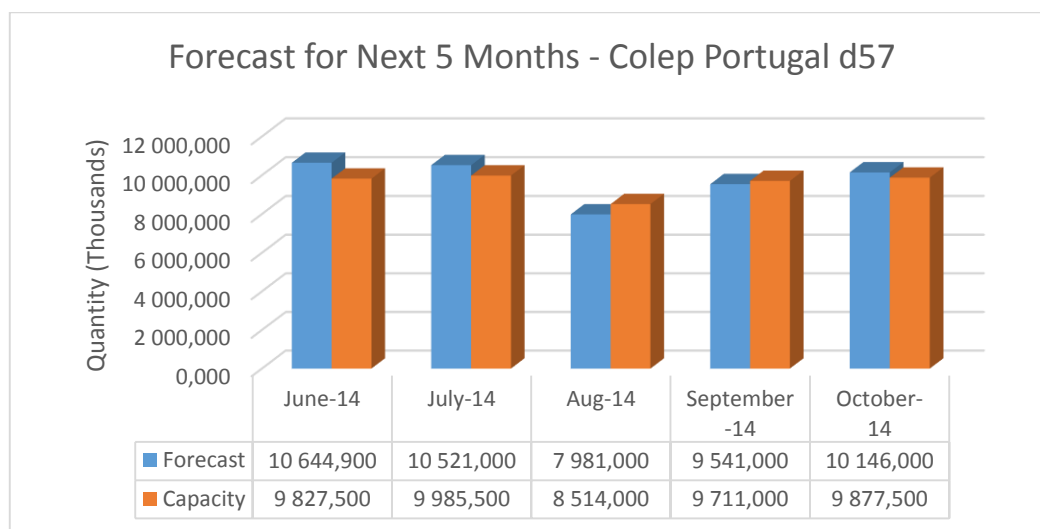


Figura 1 – Exemplo da relação atual entre previsão de vendas e centros de trabalho

Na Figura 1, pode ser considerado a família de embalagens metálicas cilíndricas de 108mm de diâmetro (RO108), por exemplo. Se a previsão de vendas deste tipo de família for de 1000 embalagens, não se sabe quantas delas consumirão um tampo cravado (FT), um tampo por encaixe (FF) ou argolas. Consoante a argola consumida (1T, 2T ou 3T) há variação do tampo, para que sejam garantidos os pontos de contacto entre ambos. Tudo isto faz variar o tipo de folha a comprar e os centros onde será montada a embalagem e onde serão fabricados os componentes que a constituem. A montagem de uma embalagem, para além de poder ser feita em várias linhas, pode receber componentes de outras tantas. Na Figura 1 é visível a ausência de relações unívocas entre as previsões de vendas e os centros de trabalho. A Colep, ao ter as previsões agregadas, não consegue estabelecer uma correspondência com as linhas de estampagem nem de montagem. Saber que vão ser vendidas 1000 embalagens RO108 não permite estimar a carga de cada centro de trabalho.

Nos aerossóis, as previsões, embora agregadas, podem ser relacionadas com os centros de trabalho e traduzirem-se em *sales and operations planning* (S&OP). Isto significa que há uma tradução do volume de vendas esperado no planeamento operacional e tático a médio/longo prazo. Na Figura 2, abaixo apresentada, é visível o gráfico da carga prevista para os próximos meses e a respetiva capacidade de produção para aerossóis de diâmetro 57 (d57).



*Figura 2 - Carga da linha de montagem aerossóis d57 na Colep
Fonte: Planeamento Produção, Colep*

Com esta informação, podem ser tomadas várias decisões. Por exemplo, para o mês de Junho e Agosto uma vez que a previsão é superior à capacidade das linhas, pode ser necessário aumentar os turnos de produção. Esse aumento pode ser suficiente apenas para o mês de Junho caso permita antecipar produção de Julho. Em relação a Outubro, o cenário é o mesmo, e pode ser necessário contratar trabalhadores temporários. A tradução das previsões neste tipo de informação, patente na Figura 2, é fundamental no apoio da tomada de decisão.

É essencial que haja um comprometimento por parte dos comerciais na aquisição e no desenvolvimento das previsões dos clientes e que seja reconhecida a importância deste processo.

Para que possam igualmente ser tomadas decisões por parte dos departamentos de planeamento de produção e de compras em relação ao *general line* é de capital importância a decomposição das previsões.

A Figura 3 mostra o que é pretendido alcançar na dissertação final de mestrado, exemplificando como deve ser feita a relação entre as previsões e os centros de trabalho no *general line*.

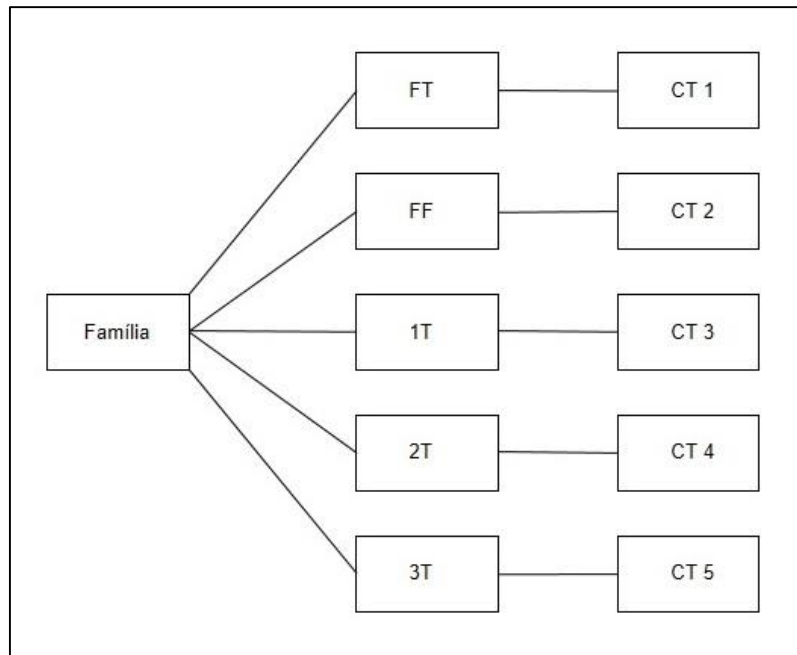


Figura 3 - Exemplo da relação futura entre previsão de vendas e centros de trabalho

Na Figura 3 é exemplificada a futura relação entre os formatos e os centros de trabalho. Neste caso é dado o exemplo de um formato que utiliza cinco tampos diferentes (RO108, por exemplo) e consoante o tipo de tampo (FT, FF, 1T, 2T OU 3T) a linha de estampagem afetada será diferente. Com a desagregação das previsões será possível efetuar esta relação unívoca com os centros de trabalho.

É neste contexto que se pretende desenvolver um trabalho que permita relacionar o processo de gestão da procura com o planeamento da produção através da desagregação das previsões do *general line* e traduzi-las em *sales and operations planning*, por centro de trabalho, isto é, relacioná-las direta e univocamente com as linhas de produção (estampagem e montagem), para conseguir fazer uma gestão do planeamento da carga, e por outro lado comprar matéria-prima de uma forma mais acertada e precisa. Com base nos resultados obtidos será eventualmente proposto um novo modelo de planeamento da procura. A solução passará pelo desenvolvimento futuro de uma ferramenta que permita uma gestão dinâmica do modelo proposto.

O desenvolvimento deste trabalho, ou seja, a forma como vão ser desagregadas as previsões, bem como o processo de desenvolvimento de previsões e o desenvolvimento de uma ferramenta dinâmica de apoio à decisão que permita gerir a procura por formato surgem como uma forma adequada para estudar o problema em análise. É na procura de enquadrar o problema em estudo, através dos aspetos que se pretendem modelar, que no próximo capítulo é realizada uma revisão de literatura sobre gestão logística, gestão de cadeias de abastecimento e sobre os processos de gestão de procura, gestão de compras, previsões e modelos de previsão de séries temporais, e planeamento de produção.

3. Revisão de Literatura

Como referido anteriormente, o foco do presente trabalho incide sobre o estudo de alternativas e melhorias ao processo de gestão da procura. O objetivo consiste em garantir uma melhor utilização da informação relativa às previsões da procura, pelos departamentos de compras e planeamento da produção. A implementação de alterações no processo de gestão da procura poderá implicar uma reestruturação da cadeia de abastecimento que envolve os clientes da Colep.

Para identificar a melhor abordagem e solução para este problema, interessa perceber como o processo de gestão da procura tem sido tratado na literatura. Uma vez que este é um conceito que integra e influencia toda a cadeia de abastecimento e que exige que haja um fluxo de informação útil ao longo da mesma, torna-se relevante explorar na literatura temas como a gestão logística e a gestão de cadeias de abastecimento. Estando o conceito de gestão da procura diretamente relacionado com o planeamento de produção e com a gestão de compras, considera-se fundamental entender a forma como estes temas são abordados na literatura científica. Naturalmente que modelos de previsão de séries temporais serão também explorados, uma vez que têm impacto direto no processo antecipado de compra de matéria-prima, e na antecipação da afetação de recursos de produção.

3.1. Gestão logística

De acordo com Ballou (2006), para o *Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP)*, Gestão Logística é a parte da SCM responsável por planear, implementar e controlar o fluxo, o armazenamento de bens, serviços e informação relacionada entre o ponto de origem e de consumo, por forma a satisfazer as necessidades do cliente. Para Ballou (2006), as primeiras definições do conceito de gestão logística estavam focadas na coordenação das atividades relacionadas com a movimentação de matérias-primas, produtos em vias de fabrico e produtos acabados.

3.2. Gestão de cadeias de abastecimento

Segundo Lambert and Cooper (2000) o conceito de *Supply Chain Management (SCM)* foi introduzido por consultores no início da década de oitenta. De acordo com Ballou (2006), distribuição física e logística era o termo definido para gerir atividades associadas ao fluxo do produto desde a compra da matéria-prima até ao consumidor final. Em 1960's e essencialmente devido a um estudo realizado por Culliton (1956) foi introduzido o conceito de *total cost* que englobava atividades como transporte, controlo de inventário, armazenamento e localização das instalações. Mais tarde o conceito de distribuição física e logística foi integrado nas áreas de *marketing* e produção, no entanto o foco dedicado aos assuntos relacionados com o fluxo do produto era diminuto. Desta forma a distribuição física e logística passou a ser desenvolvida como uma função independente dentro do negócio

(Ballou, 2006). A pouca coordenação entre as áreas de compras, produção e distribuição física viria a ser debatida mais tarde.

Segundo Chopra and Meindl (2007) a cadeia de abastecimento consiste em todas as partes envolvidas, direta ou indiretamente, na resposta a uma solicitação do cliente. A cadeia é dinâmica e envolve constante troca de informação, de produtos e de capital entre os seus diferentes níveis. O principal objetivo da cadeia é maximizar o valor global gerado. Os mesmos autores defendem que a rentabilidade da mesma deve ser medida como um todo e não individualmente por cada organização.

De acordo com Ballou (2006), o CSCMP considera que a gestão da cadeia de abastecimento abrange o planeamento e a gestão de todas as atividades envolvidas nos processos de compras, produção e toda a logística. Este conceito pressupõe também coordenação e colaboração entre todos os parceiros da cadeia. Fundamentalmente, *Supply Chain Management* abarca o abastecimento e a procura dentro e entre as empresas.

A Figura 4, abaixo exibida, apresenta a evolução do conceito de gestão de cadeias de abastecimento, na ótica de (Ballou, 2006).

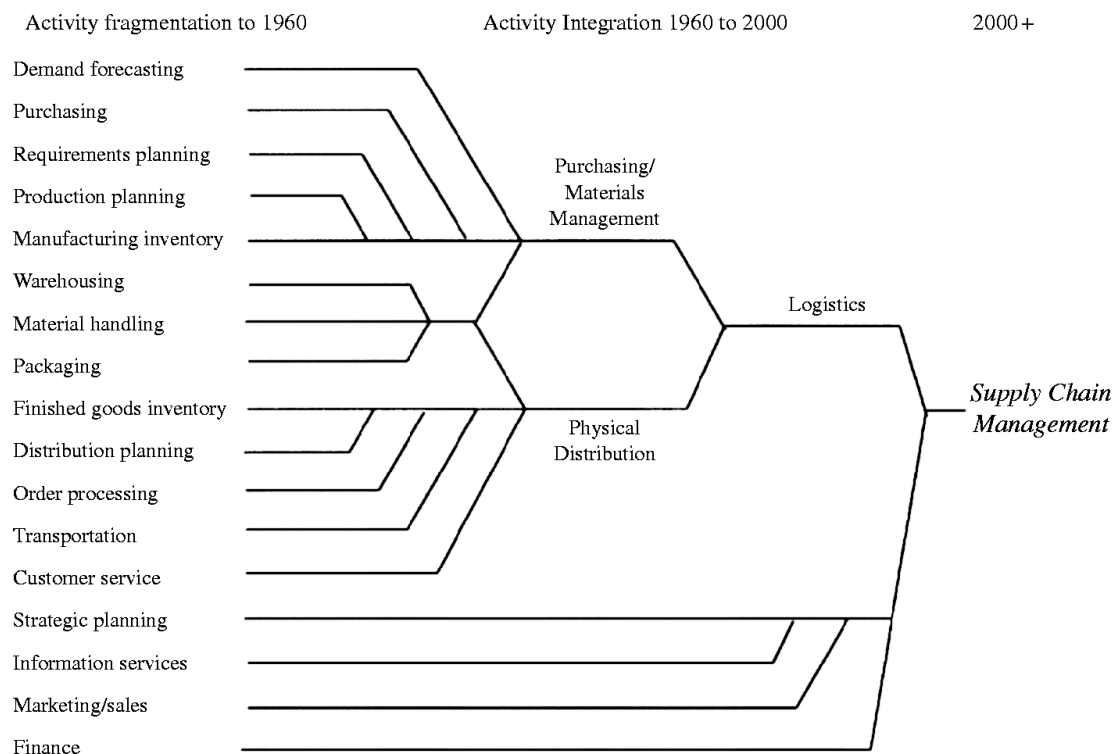


Figura 4 - Evolução da gestão de cadeias de abastecimento
 Fonte: (Ballou, 2006)

Na Figura 4, é perceptível a abrangência do conceito do conceito de *Supply Chain Management*.

Lambert and Cooper (2000) definiram 8 subprocessos chave a considerar na gestão de cadeias de abastecimento:

- Gestão da relação com o cliente;
- Gestão do serviço ao cliente;
- Gestão da procura;
- Execução das encomendas;
- Gestão do fluxo de produção;
- Gestão da relação com o fornecedor;
- Desenvolvimento e comercialização do produto;
- Gestão da logística inversa.

Estes processos exigem uma relação colaborativa entre vários escalões da cadeia, desde os fornecedores iniciais até ao consumidor final.

Fawcett and Magnan (2002) conduziram um estudo para avaliar o limite do âmbito do *Supply Chain Management*. Segundo o seu estudo, poucas empresas atingem o potencial de uma integração teórica. Cerca de 50% das empresas avaliadas estão a trabalhar unicamente numa integração dentro da sua própria empresa.

Ballou (2006) conclui a sua observação sobre a atualidade dizendo que a preocupação do *Supply Chain Management* consiste em avaliar as oportunidades de integração da gestão do fluxo do produto entre os vários membros da cadeia. O autor confirma também a mudança na forma como são encarados os âmbitos da logística, compras e produção, passando a serem definitivamente considerados subconjuntos do que é definido como *Supply Chain Management*. Ballou (2006) destaca, todavia, que a coordenação, integração, desenvolvimento de relações colaborativas entre todos os membros da cadeia, atualmente ainda é feita a um nível bastante limitado, corroborando o que foi provado por Fawcett and Magnan (2002).

Christopher (2000) destaca a importância da capacidade de resposta às necessidades dos clientes no imediato, isto é, com pouco tempo de solução. Cada vez mais é importante garantir que o abastecimento pode ser sincronizado para fazer face aos picos da procura, muitas vezes repentinos. Para o autor, é preciso rapidez e uma elevada capacidade de manobra. Segundo o mesmo autor, é preciso agilidade em ambientes mais imprevisíveis onde a procura é volátil e busca grande variedade de produtos. Ainda de acordo com o mesmo autor, a agilidade pode ser definida como a habilidade de uma organização em responder rapidamente a alterações na procura, tanto em termos de volume, como em variedade.

Muitas organizações são conduzidas por previsões em vez de conduzidas pela procura real. Quando há pouca informação do mercado, ou do cliente, em relação à procura atual, as empresas são forçadas a fazer previsões baseadas no histórico de vendas.

Na Figura 5 é apresentado por Christopher (2000) o conceito de agilidade no plano da gestão de cadeias de abastecimento.

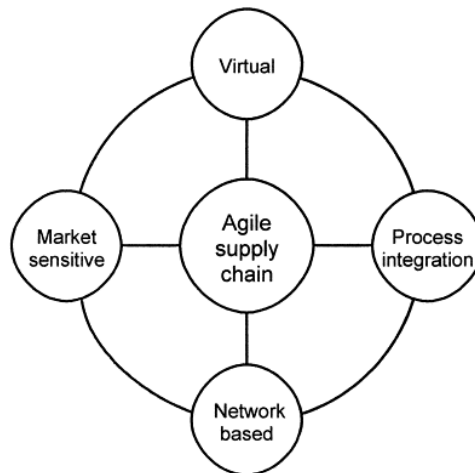


Figura 5 - Agilidade da cadeia de abastecimento
Fonte: (Christopher, 2000)

O uso de tecnologias de informação para partilhar dados entre fornecedor e cliente é considerada uma cadeia de abastecimento virtual. Esta cadeia é baseada na informação e não no inventário (Christopher, 2000). *Electronic data interchange* (EDI), e a *internet* possibilitaram aos parceiros da cadeia agir sobre a mesma informação, isto é, sobre a procura real em detrimento da procura dependente. Esta partilha de informação só pode ser assegurada através de uma integração de processos. Isto significa que é necessário um trabalho de colaboração entre fornecedores e clientes. A ideia de uma cadeia de abastecimento como sendo uma rede formada pelos parceiros da mesma, completa a figura sugerida por este autor. Há um reconhecimento crescente de que as organizações já não devem atuar individualmente, como no passado, mas em conjunto com os parceiros da cadeia de abastecimento. O autor conclui afirmando que a recompensa vai para as organizações que melhor estruturarem, coordenarem e gerirem as relações com os parceiros por forma a aproximar e agilizar as relações com os consumidores finais. O conceito de sensibilidade ao mercado refere-se à capacidade da cadeia em ler e responder à procura real.

É neste panorama, de constatação da importância da obtenção de visibilidade a médio/longo prazo e da partilha de informação entre fornecedores e cliente, necessária para a obtenção de resultados, que no próximo subcapítulo se descreve o processo de gestão e planeamento da procura.

3.3. Gestão da procura

Gestão da procura pode ser definida como a capacidade da empresa em perceber a procura dos clientes e as suas necessidades e alinhá-las com a capacidade da cadeia de abastecimento (Lambert and Cooper, 2000, Croxton, 2002).

Mentzer *et al.* (2007) definem previsão de vendas como a projeção futura da procura esperada, dado um conjunto de condições ambientais. Este conceito deve ser distinguido de planos de vendas que são uma série de medidas a serem tomadas para alcançar as previsões de vendas.

Segundo Croxton *et al.* (2001) o desenvolvimento da gestão da procura surgiu após a divulgação das conclusões de distorção da procura presentes nos estudos de Forrester (1958) e de Burbidge (1961) e posterior ganho de consciência das ineficiências originadas pelo efeito de “*bullwhip*”.

Croxton (2002) defendem que uma gestão da procura adequada permite às empresas serem mais proativas quanto à procura prevista e mais reativas perante procura imprevista. Para tal, é necessário promover uma redução na variabilidade da procura e aumentar a flexibilidade operacional. Ainda conforme os mesmos autores, quando a variabilidade da procura é elevada e de impossível redução, a empresa deve adotar medidas para aumentar a flexibilidade para, dessa forma, melhorar a capacidade de resposta. Porém, quando a procura é mais estável, a redução do erro de previsão poderá ser mais eficaz em termos de custos.

Um processo corretamente implementado possibilita atingir elevados níveis de serviço e manter os níveis de *stock* baixos, garantindo que não surgem ruturas e libertando fundo de maneiio.

Os conceitos e objetivos da gestão da procura discutidos por Hilletoft *et al.* (2009) pressupõem que a gestão da procura não pode ser considerada um processo isolado ou uma atividade resumida à previsão de vendas. Os autores defendem um conceito mais abrangente que envolve a criação de sinergias entre as áreas operacionais e de *marketing* com o objetivo de compreender o mercado e desenvolver ações sincronizadas com a estratégia da empresa, capacidade produtiva e satisfação das necessidades do consumidor. De acordo com os mesmos autores, a estrutura da gestão de procura engloba a coordenação entre dois processos (criação da procura e satisfação da procura).

Mentzer *et al.* (2007) classificam a procura em independente, derivada e dependente. A primeira refere-se à procura do consumidor final; a segunda alude à procura que é imposta pelo sucessor na cadeia, mas que não é o consumidor final. É a procura necessária para que este responda ao seu cliente imediato; e por fim a procura dependente que é a procura por componentes do produto.

A gestão da procura está diretamente relacionada com o planeamento e gestão da capacidade da produção.

A gestão eficiente da capacidade a longo prazo é vital para qualquer empresa de produção. Tem implicações no desempenho competitivo em termos de custos, rapidez de entrega e flexibilidade. Na definição de uma estratégia de produção a gestão da capacidade assume um papel fundamental,

uma vez que esta pode variar consoante as mudanças na procura a médio e longo prazo (Olhager *et al.*, 2001). Estes autores definem o conceito de *sales and operations planning* (S&OP), como o planeamento dos níveis de produção a longo prazo relativamente às vendas previstas. No S&OP é feito um planeamento dos recursos para determinar níveis de capacidade apropriados para suportar o planeamento da produção.

A gestão da capacidade é normalmente dividida em três ou quatro níveis, desde o planeamento da capacidade a longo prazo ao planeamento da capacidade a curto prazo, controlo e execução. A gestão da capacidade é frequentemente exercida a um nível agregado, lidando com centros de trabalho chave em vez de ser feita sobre todos os recursos individuais. Da mesma forma, é geralmente baseada nas previsões das famílias de produtos em detrimento do produto individual (Olhager *et al.*, 2001).

A capacidade é considerada uma categoria, de um total de sete que devem ser tidas em consideração pela empresa de produção. As restantes são as instalações ou local, o processo de produção, a integração vertical, qualidade, organização e pessoal e finalmente sistemas de informação e controlo.

Na Figura 6 é demonstrada a relação entre o lado da procura, através das previsões e plano de vendas, e a oferta, representada pela capacidade prevista e pelo planeamento operacional. Essa relação tem os S&OP como ponto de contacto.

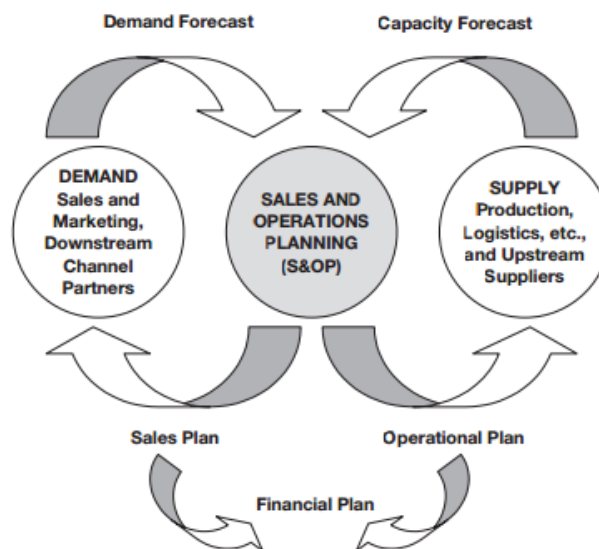


Figura 6- Planeamento de vendas e operações: A Caixa da união
Fonte: (Mentzer *et al.*, 2007)

Conforme demonstrado na Figura 6, pode-se pensar numa empresa como sendo constituída por duas funções primárias: função da procura e função da oferta. Segundo Mentzer *et al.* (2007) a procura é da responsabilidade do departamento de vendas e *marketing*. A oferta é da responsabilidade da produção, compras, logística, distribuição, recursos humanos e da área financeira. O processo de

planeamento de vendas e operações fornece uma “caixa” onde a informação pode fluir entre o lado da procura e o lado da oferta de uma empresa. Uma vez que as previsões de vendas são da responsabilidade do lado da procura, é precisamente desse lado que surge esse *input* no processo de S&OP. Do lado da oferta surge igualmente outro *input* crítico para o processo, o plano da capacidade. Este plano consiste na projeção futura das capacidades de fornecimento e produção, dado um certo conjunto de pressupostos. É importante ter noção das capacidades de produção a curto e longo prazo. O processo que ocorre dentro da “caixa” do planeamento de vendas e operações é a sincronização e o alinhamento interno das projeções de vendas futuras com a projeção das capacidades de produção e fornecimento (Mentzer *et al.*, 2007).

3.3.1. Processo de gestão da procura

Segundo Crum and Palmatier (2003) gestão da procura é um processo contínuo e estruturado e que engloba 4 fases:

- Planeamento da procura;
- Comunicação da procura;
- Influência sobre a procura;
- Gestão e priorização da procura.

Para os autores, é crucial o esforço dos departamentos de *marketing* e de vendas e na sua ótica são eles que devem liderar todo o processo. Processo que passa a ser descrito nos subcapítulos seguintes.

3.3.1.1. Planeamento da procura

A primeira fase do processo consiste em planear a procura. Crum and Palmatier (2003) realçam a diferença entre planeamento e previsão. O primeiro consiste num método de agir, de proceder e, sobretudo, de desenvolvimento antecipado. O segundo surge associado a previsão de acontecimentos ou ocorrências futuras sem elevado grau de precisão.

O planeamento, consideram os mesmos autores, embora não sendo perfeito, é útil para determinar os recursos requeridos para produzir, transportar e entregar os produtos aos clientes, e deve ser concebido para um horizonte temporal de pelo menos 18 meses. Ainda segundo os autores, o planeamento da procura deve ser um processo iterativo, em que os pressupostos são atualizados e revistos mensalmente, e é atingido um consenso. É baseado em *inputs* do departamento de vendas, de *marketing* e de gestão de produto, bem como análises estatísticas.

Previsões estatísticas podem ser um bom começo. Quando a procura é estável e não são expectáveis alterações significativas do volume e *timing* da procura, o método das séries temporais pode ser o *input* mais preciso no processo de planeamento (Crum and Palmatier, 2003).

Greenspan (2008) defendia que as melhores previsões eram feitas com a informação mais fresca. *Forward-looking* é o conceito que consiste em recolher as informações mais recentes, sejam acerca do mercado, aquisições de empresas, novos produtos a serem lançados, promoções, permitido por um contacto estreito com os clientes. Este *input* ajuda a explicar as complexidades e dinâmicas da procura.

A utilização de vários fatores e perspetivas resulta num planeamento mais preciso e consequentemente mais próximo da procura real. O histórico pode também ser tido em consideração, para uma melhor análise de desvios.

Para que as previsões sejam assertivas é primordial que os pressupostos considerados sejam documentados, revistos cuidadosamente, testados e atualizados. Quando o comportamento dos clientes, o estado da economia e outros condutores do negócio que influenciam a procura não são incluídos como *input*, o plano não tem validade (Crum and Palmatier, 2003).

O planeamento da procura deve ser desenvolvido e atualizado pelo menos uma vez por mês e não pode ser constringido por limitações de abastecimento de matérias-primas. Não tem que coincidir com o plano de negócios.

3.3.1.2. Comunicação da procura

A efetividade das comunicações significa, frequentemente, a diferença entre um medíocre e um excelente processo de gestão da procura (Crum and Palmatier, 2003). A comunicação assume um papel capital neste processo de gestão da procura, especialmente o *timing* com que é feita. De tal forma que estes autores definem como primeiro princípio deste processo – *no surprises*.

O processo de comunicação tem que ser bem estruturado para que haja uma boa transferência de informação, receção da mesma, discussão, decisão e *feedback*.

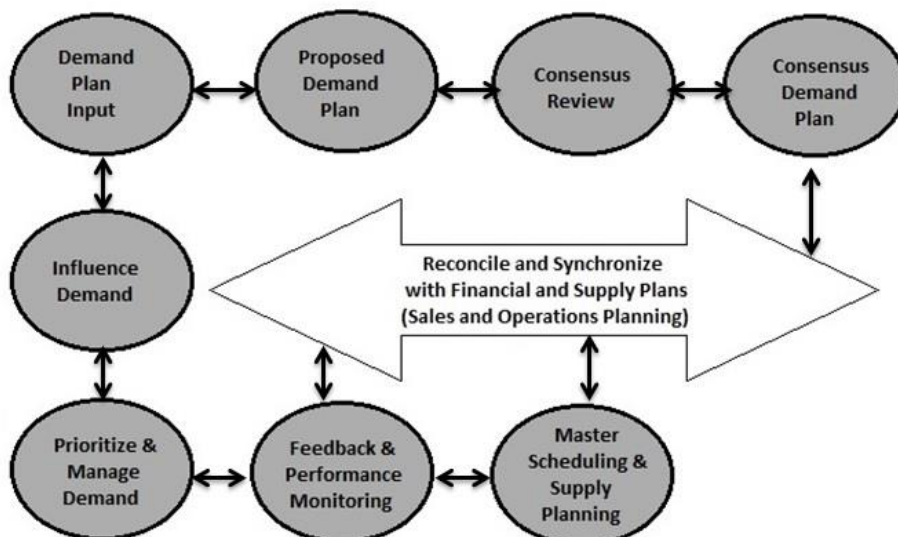


Figura 7 - Processo de comunicação na gestão da procura
 Fonte: (Crum and Palmatier, 2003)

Na Figura 7 está demonstrado o processo de comunicação. O próprio processo de planeamento da procura é, em si, um exemplo de um procedimento de comunicação. Envolve a troca de informação relativa aos *inputs* para o plano, a validação dos pressupostos, a proposta desse mesmo plano e o consenso relativo ao mesmo. O processo de comunicação faz o elo de ligação entre o processo de *demand plan* e os processos de *supply e financial planning* e *master scheduling* através do *sales and operations planning* (SO&P). *Feedback* e monitorização de *performance* fazem também parte do processo de comunicação.

A gestão da procura não pode ser bem realizada sem comunicação em todos os níveis da organização e essencialmente com os clientes.

De acordo com Crum and Palmatier (2003), o processo de comunicação deve facilitar a transferência de informação para:

- Perceber a estado real da procura;
- Determinar ações a tomar para atingir os objetivos e procura da empresa;
- Identificar ações requeridas para manter a procura e o abastecimento o mais sincronizados possíveis para alcançar o nível de serviço pretendido e os objetivos financeiros traçados.

É indispensável a definição da quantidade correta de detalhe a ser transmitido, bem como “a quem” e “quando”, para facilitar a tomada de decisão. Não deve ser transmitido nem demasiado detalhe, nem detalhe a menos.

3.3.1.3. Influência sobre a procura

Segundo Crum and Palmatier (2003), a fase de influência da procura tem duas vertentes:

- Convencer os clientes a comprar produtos e serviços de forma a satisfazerem os objetivos da empresa;
- Influenciar a empresa a ir de encontro às expectativas dos seus clientes e mercados.

Os mesmos autores defendem que o objetivo desta etapa do processo não é puramente crescimento, mas sim crescimento sustentável.

Um dos princípios chave deste processo de influência consiste na capacidade da empresa em encorajar os clientes a comprar produtos alternativos ou a atrasar as suas compras. Esta tática é frequentemente apelidada de *demarketing* ou *unselling* (Medway and Warnaby, 2008).

Quando as empresas têm capacidade limitada e a procura é superior à capacidade de fornecimento, os preços podem sofrer uma ligeira inflação para encorajar os clientes a atrasar as suas compras. As promoções são outro meio de influenciar a procura, geralmente com o objetivo de atingir o *target* de receitas de vendas. Todavia esta prática, no longo prazo, devido ao aumento de custos operacionais e diminuição das margens pode tornar a empresa menos rentável (Crum and Palmatier, 2003).

3.3.1.4. Gestão e priorização da procura

Facilmente se percebe que a priorização da procura deve a ser baseada nos melhores clientes e no *mix* de produtos que permitem maior lucro à empresa.

Crum and Palmatier (2003), propõem um conjunto de práticas que devem ser tidas em consideração aquando desta gestão:

- A gestão e priorização da procura ocorre sempre que seja reconhecido que o volume, o *timing* e o conjunto de produtos não serão sincronizados com a capacidade de abastecimento da empresa para satisfazer a procura;
- A definição de prioridades requer decisões que devem ser tomadas pelos gestores da procura. É necessária uma visão completa sobre os objetivos da empresa;
- Quanto mais cedo forem identificadas as necessidades para estabelecer prioridades e gerir a procura para ir ao encontro da oferta, mais opções e controlo é tido sobre as receitas, a produção, custos e nível de serviço.

De acordo com Crum and Palmatier (2003), as empresas podem ter que fazer esta gestão quando a procura é superior ao planeado, ou quando a procura é inferior ao planeado. No primeiro caso, quando não é possível satisfazer as necessidades dos clientes, surgem 4 opções:

- Satisfazer o acréscimo da procura mais tarde;
- Satisfazer a procura total e adiar a entrega de outros clientes;
- Oferecer um produto substituto;
- Em último recurso, não satisfazer o acréscimo da procura.

Quando, pelo contrário, a procura é inferior ao planeado, os mesmos autores apresentam os seguintes escolhas:

- Antecipar encomendas;
- Satisfazer encomendas de outro cliente, caso seja possível;
- Como último recurso é criado inventário do produto.

3.3.2. Consequências de uma gestão da procura inadequada

Uma gestão inadequada da procura aliada a previsões imprecisas, geram ineficiências bastante severas para todas as empresas presentes na cadeia de abastecimento, podendo incorrer no chamado efeito de *bullwhip*. Taylor (2006) afirma que este é um problema chave nas cadeias de abastecimento. Segundo Lee *et al.* (2004) os principais efeitos de uma fraca gestão da procura são a alternância entre o excesso de *stock* e a existência de ruturas que originam reduzidos índices de serviço ao cliente, capacidades de produção insuficientes ou excessivas, incerteza quanto ao plano de produção e elevados custos de correção devido a horas extra ou à necessidade de entregas urgentes.

McGuffog (1997) e Towill (1996) afirmam que é impossível eliminar por completo a incerteza. No entanto, uma maior visibilidade e transparência ao longo da cadeia de abastecimento contribuem para sua redução e, conseqüentemente, para uma melhoria do nível de serviço e uma redução dos custos totais.

3.4. Modelos de Previsão

As empresas que se têm esforçado na busca da excelência operacional e de vantagens competitivas reconhecem o impacto que as previsões têm na capacidade para satisfazer os seus clientes e simultaneamente gerir os seus recursos (Palmatier, 1998).

Em empresas de manufatura e distribuição, as previsões não são apenas uma projeção futura, são um pedido de produto.

Uma vez que a procura real é frequentemente diferente da prevista, seja em quantidade, data ou ambas, é necessário que as empresas garantam estratégias e táticas para lidar com estas variações. Estas estratégias podem incluir uma reserva de inventário (*buffer*), variação do *lead time* de entrega, assegurar que a capacidade é flexível e gerir a procura. Todavia, uma vez que estas decisões têm impacto no serviço ao cliente, custos, recursos necessários, não devem ser tomadas inconscientemente. Aquando da implementação destas estratégias surgem questões que dizem respeito ao serviço ao cliente, níveis de inventário, preço dos produtos, custos de produção, entre outros. Uma vez que a procura não é estática a disponibilidade do produto não é estática, o processo de planeamento da procura tem que lidar com estas condições dinâmicas. A precisão das previsões assume um papel preponderante na determinação das táticas e estratégias para lidar com a incerteza e variabilidade. Por exemplo, se um produto tem uma variabilidade de procura bastante acentuada com erros de previsão frequentes, pode ser necessário aumentar os níveis de inventário para manter o nível de serviço pretendido. Por outro lado, pode ser possível reduzir inventário caso um produto tenha um padrão de procura mais previsível. Desta forma, o cálculo da aderência das previsões permite identificar problemas que necessitem de rápidas soluções, possibilitam medir a qualidade das previsões por forma a melhorar o processo de planeamento da procura e estimular uma revisão estratégica sobre como lidar com a incerteza na procura (Palmatier, 1998).

Mesmo com os melhores processos de previsão surgem sempre imprecisões e a incerteza estará sempre presente. Daí ser necessário que as empresas reconheçam a importância de replanear capacidades, de reduzir os tempos de ciclo e de gerir um conjunto de estratégias através do SO&P de modo a lidar com erros e incertezas.

A necessidade de realizar previsões surge em múltiplos aspetos da atividade humana, particularmente ligada à vertente de planeamento (Tavares et al., 1996).

Segundo (Tavares et al., 1996) os métodos de previsão podem ser classificados em:

- Quantitativos;
 - Causais;
 - Não Causais;
- Qualitativos.

Os métodos quantitativos assentam na manipulação matemática de dados históricos (quantificados) e procuram projetar no futuro padrões de comportamento que se identificaram nos dados sobre o passado. Para além da disponibilidade desses dados históricos os métodos quantitativos assentam num pressuposto de estabilidade desses padrões de comportamento passado. Os métodos qualitativos, pelo contrário, dispensam dados quantificados e assentam em juízos subjetivos e

especulações baseadas na experiência e na intuição de especialistas, e no estabelecimento de cenários com situações semelhantes. São perfeitamente justificáveis não só quando não se dispõe de dados sobre o passado, mas também quando se verificaram (ou se perspectiva que virão a verificar-se) alterações significativas no contexto passado que invalidam a hipótese de estabilidade dos padrões de comportamento passados (Tavares et al., 1996).

Tavares et al. (1996), classificam os métodos quantitativos em dois grupos: métodos causais e métodos não causais. Nos métodos causais procura-se, com base nos dados históricos, relacionar a variável sobre a qual se pretende fazer previsões com outras variáveis que possam explicar o comportamento da primeira. Os métodos não causais assentam apenas na análise da série de valores passados da variável a prever, procurando caracterizar a sua forma de evolução e projetar no futuro esses padrões de comportamento.

Os mesmos autores realçam ainda uma hipótese fundamental onde assentam os métodos quantitativos: a de que prevalecerão no futuro as condições que determinaram no passado a evolução da variável (hipótese de estabilidade).

De acordo com Chatfield (2002), os métodos quantitativos resultam habitualmente em melhores previsões. No entanto, sempre que não está disponível informação essencial pode não haver outra forma de prever que não seja utilizar os métodos de julgamento subjetivo. Chatfield (2002) considera ainda a técnica de *Delphi*, a qual consiste na tentativa de alcançar um consenso de opinião entre vários especialistas, como o método de julgamento subjetivo mais famoso. O autor considera que pode ser vantajoso combinar os métodos subjetivos com os métodos estatísticos. Este realça ainda a dificuldade de testar diferentes métodos estatísticos para cada série individualmente quando a análise é efetuada a inúmeros *items*. Nesses casos aconselha a aplicação de um método automático. Chatfield (2002) afirma que uma série que se altere periodicamente através do tempo de uma forma sistemática será fácil de prever, desde que um ciclo completo tenha sido observado, por outro lado, uma série de observações independentes é praticamente impossível de prever, considerando o autor que o melhor nesses casos será usar um valor médio global.

Relativamente à escolha dos melhores métodos, Chatfield (2002) considera que um modelo que se ajuste bem a um conjunto de dados passados pode ou não ser o mais adequado para prever valores futuros. Quando a previsão futura é feita com base no ajuste do modelo feito até à data em que se tem informação histórica, segundo o autor, as previsões resultantes são apelidadas de *out-of-sample*.

Relativamente aos métodos não causais, é importante analisar a série cronológica histórica da variável em causa. Tavares et al. (1996) definem série cronológica (ou temporal) como um conjunto ordenado de valores de uma dada variável observados a intervalos regulares no tempo, representando-se por Y_t o valor observado da variável Y no instante t ($t = 1, 2, 3, \dots, n$). Os mesmos autores consideram quatro tipos de séries cronológicas:

- Série puramente aleatória (ruído branco);

- Série estacionária;
- Série com tendência;
- Série com tendência e sazonalidade.

Nas séries puramente aleatórias, estes autores julgam inútil recorrer a qualquer método de previsão, o qual só poderá produzir resultados interessantes se a série apresentar autocorrelação, isto é, se a observação no instante t , Y_t , estiver correlacionada (em termos estatísticos) com as observações de instantes anteriores, Y_{t-i} ($i = 1, 2, \dots$). Os métodos não causais procuram identificar e modelar as diferentes características da série de dados históricos (como níveis, tendências, sazonalidade, etc.) e projetá-las no futuro. No entanto, existirão sempre elementos de carácter aleatório e, portanto, imprevisível, que afetam o comportamento das séries. Os mesmos autores consideram para a análise das séries históricas modelos auto-regressivos, modelos de decomposição, modelos de médias móveis, modelos de amortecimento exponencial e modelos para séries com tendência e sazonalidade, nomeadamente de *Holt-Winters*. De seguida serão caracterizados e discutidos superficialmente os respetivos modelos, segundo estes autores.

Modelos Auto-regressivos

É um modelo de séries cronológicas estacionárias, que assenta no pressuposto de que a observação da variável no instante t , Y_t , se relaciona com observações da mesma variável em instantes anteriores. Os modelos auto-regressivos constituem uma classe de modelos de séries estacionárias com vastos campos de aplicação. Outras classes igualmente populares são os modelos de médias móveis (*MA*), e os mistos *ARMA* ou *ARIMA* (combinando auto-regressivos e médias móveis) ou ainda *SARIMA* para séries estacionárias que apresentem sazonalidade (Ver (Box et al., 2013)).

Modelos de Decomposição Clássica

É um método que assume que a série temporal integra quatro componentes: tendência, sazonalidade, ciclicidade e uma componente aleatória. Consiste na identificação e isolamento de cada componente por forma a encontrar processos adequados para os estimar. Um conceito importante relacionado com este método é o de médias móveis centradas, definido como a média aritmética das observações da variável numa vizinhança (centrada no tempo) do instante t . Esta média elimina a aleatoriedade e a sazonalidade da série original. Este modelo de decomposição clássica pode ser aplicado na sua forma aditiva, admitindo que os termos da série cronológica são uma função aditiva dos quatro componentes, ou na sua forma multiplicativa se se considerar ser uma função multiplicativa. A forma multiplicativa será mais adequada que a aditiva quando na série cronológica a amplitude das oscilações sazonais aumenta com o nível da série. O método de Decomposição Clássica, quer na forma aditiva quer na forma multiplicativa, dá igual importância a

todas as observações, o que é negativo quando a história mais recente da série apresenta características diferenciadas do passado mais longínquo. Para além disso, este método só é adequado quando a série é relativamente estável. A atualização do modelo face à disponibilidade de novas observações envolve esforço considerável uma vez que obriga a manter disponível toda a informação sobre o passado.

Modelos de *Holt-Winters*

Este modelo é adequado a séries que apresentem tendência e sazonalidade. Baseia-se em três equações de atualização, para estimar o nível, a tendência e a sazonalidade. É um modelo que também incorpora a forma aditiva e multiplicativa, fazendo variar alguns termos no cálculo das respetivas equações de atualização. O modelo multiplicativo é mais adequado para séries em que a amplitude das flutuações sazonais é proporcional ao nível da série. Em ambas as formas do modelo é necessário assumir condições de inicialização, sendo o procedimento mais simples e frequente assumir para o nível inicial o valor da média das s primeiras observações, para a tendência inicial considerar o valor nulo e para o fator sazonal a subtração ou divisão do valor da observação do instante t pelo valor do nível inicial, consoante estamos presentes a aplicação do modelo na sua forma aditiva ou multiplicativa, respetivamente. Num procedimento mais refinado, ajusta-se um modelo de regressão linear às primeiras s observações da série, e admitindo que se obtém uma relação $Y = a + c \cdot t$, considera-se para o nível inicial o valor correspondente ao instante da observação. Para a tendência inicial considera-se o valor de c , e para os fatores sazonais, tal como no procedimento simples, é considerada a diferença ou divisão entre o valor observado no instante t e o nível nesse mesmo instante. O modelo de *Holt-Winters* pode adaptar-se a séries com características diversas, basta anular os valores dos respetivos parâmetros que não se pretendem incluir na análise da série. Por exemplo, considerar nulos os valores dos índices sazonais caso a série não apresente sazonalidade, ou como nula a tendência caso esta não se verifique na série em estudo.

Modelo de Amortecimento Exponencial Simples

É um modelo aplicável a séries estacionárias e recorre ao cálculo do nível, n_t , através de uma fórmula recursiva que permite atualizar a estimativa desse mesmo nível no instante $t-1$ incorporando o valor da observação feita no instante t . Esta ponderação é atribuída pelo parâmetro α , conhecido por constante de amortecimento e limitado ao intervalo $[0,1]$. Sendo α o peso atribuído à observação no instante t e $(1-\alpha)$ o peso atribuído ao nível no instante anterior. A previsão para o instante $t+k$ é baseada na estimativa do nível no instante t , n_t . No caso da aplicação deste modelo, surge a necessidade de arbitrar um valor para o nível inicial. Geralmente considera-se para o nível inicial o valor da observação correspondente a esse período.

Modelos de Médias Móveis Simples

Este modelo é indicado para séries estacionárias e recorre a uma média móvel aritmética n_t definida como a média aritmética das últimas N observações. Este valor será igual à previsão para o instante $t+k$ (ou k períodos adiante). Não existindo método direto para selecionar o valor ideal de N , Tavares et al. (1996) afirmam que a melhor solução consiste em simular o modelo para diferentes valores de N e identificar para que valor de N o modelo se comporta melhor, defendendo que o critério habitualmente utilizado é baseado no menor erro quadrático médio (*EQM*).

3.5. Planeamento da produção

3.5.1. Conceitos básicos de planeamento

A produção orientada para o cliente, é cada vez mais, uma questão fulcral nas empresas. Esta orientação, e consequentemente a maior interação entre os sistemas de produção e o cliente, criam grandes desafios quer ao nível do processo produtivo e das tecnologias utilizadas, quer ao nível dos sistemas e processos de planeamento e controlo da produção. O processo de planeamento está organizado em três níveis: planeamento estratégico, planeamento tático, e planeamento operacional (Heizer and Render, 2011).

O nível de planeamento estratégico é o que tem maior impacto a longo prazo (dois ou mais anos) em qualquer processo de produção. Este nível é elaborado pelos altos executivos da organização e envolve a tomada de decisão quanto às questões relativas à sua sobrevivência e crescimento. O planeamento tático tem como objetivo gerir o sistema de produção num horizonte temporal de médio prazo (entre um trimestre e um ano). Este nível de plano é mais específico que o nível estratégico, e atua sobre cada área funcional da empresa, afetando de forma eficaz os recursos disponíveis. O nível de planeamento operacional refere-se, essencialmente, às tarefas e às operações realizadas a nível operacional, dentro de um horizonte temporal mais curto (uma hora, um dia, ou um mês). Caracteriza-se pelo detalhe na definição de tarefas, no curto prazo. Neste nível o foco passa por implementar os planos específicos definidos no planeamento tático. Observa as atividades do dia-a-dia nas linhas de produção, sendo nesta fase que surgem os problemas de escalonamento da produção. Desta forma, esta atividade aplica o Plano Diretor de Produção (PDP) incidindo sobre cada produto e equipamento em particular.

3.5.2. Escalonamento em indústrias de produção discreta

O escalonamento é uma decisão de processo de produção para determinar quando, onde e como produzir um conjunto de produtos de determinados requisitos, num horizonte temporal específico. Na execução do processo de escalonamento têm-se em conta determinados objetivos que incluem (Floudas and Lin, 2004):

- Minimizar o *makespan* (duração do processo): dada a exigência da produção, o objetivo é encontrar um escalonamento ótimo, com o menor tempo de processamento de todo o processo;
- Minimizar o tempo de início, tempo de conclusão e custos: dada a exigência da produção, o objetivo é encontrar um escalonamento ótimo com o menor custo, que inicie o processo antes do prazo previsto e conclua antes da data de entrega especificada;
- Maximizar o lucro: tendo em conta o equipamento disponível e outros recursos, o objetivo é encontrar um escalonamento ótimo com o maior valor de lucro global num horizonte de tempo especificado.

Podem ser identificadas duas principais estratégias de produção: *flow shop* e *job shop*.

Flow shop refere-se ao processo com grande volume de produção, elevada taxa de automação, em que existe uma grande uniformização do que é produzido. O equipamento é especializado, destinado a uma só tarefa. O fluxo de materiais é pouco flexível, sendo caracterizado por um controlo apertado das operações nele envolvidas. Papel, petróleo, cimento, químicos ou bebidas são casos típicos deste tipo de processo claramente virado para um produto específico, na medida em que a única diferenciação reside apenas em pequenas variações (Mariano, 2008).

O processo *job shop* é destinado à produção em descontínuo de uma grande diversidade de produtos distintos, com diferentes sequências de produção e um pequeno volume de produção reservado a cada um destes produtos. O equipamento está organizado na fábrica (*shop floor*) por função. Neste tipo de processo é comum um equipamento estar afeto a várias tarefas e a sua taxa de utilização ser elevada (Mariano, 2008). Um exemplo deste tipo de processo é a produção de embalagens metálicas, alvo deste trabalho, pois neste tipo de indústria são produzidos diversos produtos, para os quais as máquinas com as mesmas funções são diferentes consoante o formato de embalagem a ser produzido.

Conclui-se, portanto, que o modo de operação *job shop* é menos eficiente que o *flow shop*, mas é altamente flexível, pois ajusta-se facilmente à produção de diferentes tipos de produto.

Os problemas de escalonamento *job shop* têm atraído cada vez mais investigadores. Muitos autores notam que na prática a configuração do *shop floor* geralmente consiste em múltiplas cópias das máquinas mais críticas, para que os estrangulamentos, devido às operações longas ou a máquinas

ocupadas, possam ser reduzidos. O escalonamento é uma questão crítica para a melhoria do desempenho produtivo (Méndez *et al.*, 2006).

3.6. Gestão de compras

Em empresas fornecedoras de uma grande variedade de produtos, para que seja possível providenciar os clientes eficazmente e a preços competitivos é necessário gerir eficientemente a cadeia de abastecimento (Aburto and Weber, 2007). É com base na informação gerada pelos clientes que as empresas muitas vezes têm que decidir o quê, que quantidade e quando comprar. Segundo os mesmos autores, a tarefa de prever a procura futura apresenta dificuldades, uma vez que as vendas dependem de um conjunto de fatores tais como: as vendas passadas, os preços, campanhas promocionais, sazonalidade, férias, condições climáticas, vendas de produtos similares, promoções de competidores, entre outras. A gestão da cadeia de abastecimento coordena o fluxo de bens, serviços, informação e finanças entre os fornecedores, produtores, distribuidores, retalhistas e consumidores finais. Conforme referido anteriormente, este processo inclui a colocação da encomenda, a receção da mesma, o *feedback* da informação e a entrega atempada e eficiente dos bens e serviços. Cada agente da cadeia tem que tomar decisões relativas a produtos a serem comprados, ao *timing* dessa compra e em que quantidades deve ser efetuada, usando informação da procura dos seus respetivos clientes. Quando não é possível ter antecipadamente a procura real, torna-se fundamental obter volumes de previsão relativamente aproximados. Como também já foi referido anteriormente obter previsões da procura já é, por si só, uma tarefa complicada, no entanto essa dificuldade é agravada devido ao aumento da variabilidade da procura à medida que se vai recuando ao longo da cadeia. Este efeito denominado de *bullwhip effect*, como também já foi mencionado. De acordo com (Aburto and Weber (2007)) há três formas de minimizar este problema da elevada variabilidade na procura:

- Os agentes da cadeia aumentarem os seus níveis de inventário;
- Melhor coordenação entre todos os agentes da cadeia e melhor fluxo de informação por forma a melhorar a gestão. Uma iniciativa relacionada é o *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR)*;
- Melhores previsões da procura permitem uma gestão operacional fidedigna com baixos custos de inventário ao longo de toda a cadeia.

3.7. Conclusões da revisão de literatura

Neste capítulo pretendeu-se introduzir os conceitos e fundamentos teóricos necessários e relevantes para a resolução com sucesso do problema identificado no caso de estudo. Assim o tipo de resposta que se pretende obter engloba tanto a gestão e planeamento da procura, como o planeamento de produção, passando pela forma como são feitas as previsões e pelo modo como essa informação é

traduzida em S&OP para que seja possível obter visibilidade a médio e longo prazo da carga dos centros de trabalho. Uma vez que todo este processo se insere no âmbito da gestão de cadeias de abastecimento, este conceito também foi abordado.

A revisão de literatura efetuada certifica a importância de uma boa gestão da cadeia de abastecimento no aumento de eficiência e produtividade por parte das empresas. Considera o fluxo de informação fundamental para a otimização do processo de gestão da procura. Por sua vez, mostra claramente a ligação entre a gestão do processo de procura com as áreas de planeamento de produção e compras.

A literatura, no entanto, não fornece muitas investigações na área da gestão da procura, e por esse motivo é realçada a importância deste estudo essencialmente pela forma como será feita a desagregação das previsões, e a sua consequente ligação com os departamentos de planeamento da produção e de compras.

4. Modelos de Previsão de Séries Temporais

O presente trabalho consiste em efetuar previsões a um nível mais detalhado do produto, para que a informação relativa às previsões possa ser incorporada no processo de compra de matéria-prima e no processo de planeamento de produção. No capítulo 5 é feita a descrição do processo de desagregação das famílias em formatos. Neste capítulo é indicada a forma como serão geradas as previsões a esse nível. O estudo dos melhores modelos tem por base modelos de previsão de séries temporais. Nesta secção são descritos e formulados os seguintes modelos:

- Decomposição Clássica Aditiva;
- Decomposição Clássica Multiplicativa;
- *Holt-Winters* Aditivo;
- *Holt-Winters* Multiplicativo;
- Médias Móveis Simples;
- Alisamento Exponencial Simples.

Com o histórico de vendas por formato, testaram-se alguns modelos de séries temporais a fim de encontrar o que melhor respondia a cada formato, dependendo das características da série. O processo de gestão da procura na Colep, conforme referido no capítulo 2, baseia-se em volumes de previsão agregados por família de produtos. Após este estudo é proposta uma alternativa ao processo. Esta nova forma de prever assenta na utilização dos melhores modelos de previsão, por formato. Os modelos apresentados nas secções 4.3 e 4.4 são modelos para séries de nível (ou estacionárias), mas que também foram considerados na análise efetuada.

4.1. Decomposição Clássica

4.1.1. Decomposição Clássica Aditiva

Nesta forma de previsão admite-se que os termos da série cronológica são uma função aditiva de quatro componentes:

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

em que

T_t – Tendência no instante t

S_t – Componente sazonal para o instante t

C_t – Componente cíclica para o instante t

ε_t – Componente aleatória para o instante t

Como a própria designação sugere, este método consiste em identificar e isolar cada um dos componentes da série e encontrar processos para estimar cada um deles.

O método é iniciado com o cálculo da média móvel centrada (no instante t), M_t . Este conceito é definido como a média aritmética das observações da variável numa vizinhança (centrada no tempo) do instante t . Para definir essa vizinhança, é fixado um comprimento N da média¹, sendo esta dada por:

- i. Comprimento ímpar ($N = 2n + 1$):

$$M_t = \frac{1}{N} (Y_{t-n} + Y_{t-n+1} + \dots + Y_t + \dots + Y_{t+n-1} + Y_{t+n}) \quad (2)$$

- ii. Comprimento par ($N = 2n$):

$$M_t = \frac{1}{N} \left(\frac{1}{2} Y_{t-n} + Y_{t-n+1} + \dots + Y_t + \dots + Y_{t+n-1} + \frac{1}{2} Y_{t+n} \right) \quad (3)$$

A identificação da ciclicidade é possível apenas quando se dispõe de séries longas, já que se trata de flutuações de médio e longo prazo, sendo frequente ignorar esta componente.

O procedimento habitual para modelar a tendência consiste em admitir que esta componente é uma função de t , isto é, $T_t = f(t)$, e utilizar os valores da série de médias móveis centradas M_t para estimar os parâmetros da função. A seleção da forma da função deve resultar de uma observação criteriosa do andamento da série de médias móveis centradas, sendo o modelo linear o mais correntemente utilizado:

$$T_t = a + b \cdot t \quad (4)$$

Os parâmetros a e b podem ser estimados recorrendo a técnicas estatísticas de regressão linear simples.

Para isolar a componente sazonal constrói-se uma série auxiliar X_t dada por:

$$X_t = Y_t - M_t \quad (5)$$

a qual incluirá as componentes sazonais e aleatória. Em seguida, como forma de tentar eliminar a influência da componente aleatória, calcula-se a média dos valores de X_t para cada um dos meses em análise, estimando-se dessa forma a componente sazonal para cada mês do ciclo sazonal. Para este modelo aditivo, a soma dos índices sazonais deve ser nula. Quando tal não se verifica, os índices sazonais devem ser corrigidos através da expressão indicada na equação (6):

$$S'_j = S_j - |S_j| \frac{\sum S_j}{\sum |S_j|} \quad (6)$$

¹ Entende-se por *comprimento* de uma média móvel o número de termos (observações) considerados no cálculo dessa média.

em que S'_j é a estimativa corrigida do índice sazonal do mês j .

Uma vez isolados e estimados os diversos componentes, as previsões para períodos futuros são elaboradas através da projeção desses componentes para os instantes em causa recorrendo à equação (1).

4.1.2. Decomposição Clássica Multiplicativa

Na forma multiplicativa da Decomposição Clássica, admite-se que os termos da série cronológica resultam do produto dos quatro componentes, ou seja,

$$Y_t = T_t \cdot S_t \cdot C_t \cdot \varepsilon_t \quad (7)$$

em que cada termo tem o significado indicado a propósito do modelo de Decomposição Clássica Aditiva – equação (1). A forma multiplicativa do modelo será mais adequada quando na série cronológica a amplitude das oscilações sazonais aumenta com o nível da série.

Os procedimentos para isolar os componentes são em tudo semelhantes ao descrito no ponto anterior, mas adaptados à forma multiplicativa do modelo. Assim começa-se por construir a série de médias centradas (de comprimento igual ao ciclo sazonal) de acordo com a equação (3).

A tendência é igualmente modelada por uma função t , $f(t)$, de acordo com a equação (4), sendo os parâmetros da função estimados igualmente com base nos valores da série de médias móveis.

Tal como na forma aditiva, é ignorada a ciclicidade.

Para estimar os fatores sazonais é construída uma série auxiliar X_t com

$$X_t = \frac{Y_t}{M_t} \quad (8)$$

à qual se aplica mesmo procedimento referido no ponto anterior para a forma aditiva, isto é, estimam-se os fatores sazonais através das médias dos termos X_t correspondentes a cada mês. Neste caso, a soma dos índices sazonais deverá ser igual à duração do ciclo sazonal (por exemplo, para uma série de valores mensais com uma sazonalidade de ciclo anual, a soma dos fatores sazonais deverá ser 12). Para corrigir as estimativas dos fatores sazonais de modo a respeitar esta condição basta multiplicar cada uma daquelas estimativas pelo fator corretivo $(D / \sum_{j=1}^D S_j)$, em que D representa a duração do ciclo sazonal.

4.2. Holt-Winters

4.2.1. Holt-Winters Aditivo

O modelo de *Holt-Winters* adapta-se a séries com tendência e sazonalidade. Na sua forma aditiva o modelo assume que a série é representada por:

$$Y_t = \mu_t + \phi_t + \varepsilon_t \quad (9)$$

em que μ_t , ϕ_t e ε_t representam nível, sazonalidade e ruído aleatório, respetivamente.

o modelo baseia-se nas seguintes três equações de atualização para estimar o nível, tendência e índices sazonais (nas quais s indica a duração do ciclo sazonal):

i. Nível:

$$n_t = \alpha (Y_t - f_{t-s}) + (1 - \alpha)(n_{t-1} + b_{t-1}) \quad (10)$$

com $0 \leq \alpha \leq 1$

ii. Tendência:

$$b_t = \beta(n_t - n_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (11)$$

com $0 \leq \beta \leq 1$

iii. Sazonalidade:

$$f_t = \gamma(Y_t - n_t) + (1 - \gamma)f_{t-s} \quad (12)$$

com $0 \leq \gamma \leq 1$

A equação (10) atribui um peso α à observação no instante t , sendo que lhe subtrai o índice sazonal aplicável ao mês correspondente ao instante t (estimados s instantes atrás) na intenção de lhe retirar a influência da sazonalidade. Atribui um peso $1-\alpha$ à estimativa do nível produzida no instante precedente. A equação (11) atualiza a estimativa da tendência. Através do termo $n_t - n_{t-1}$, avalia-se a mais recente variação de nível (à qual se atribui um peso β) com a qual se atualiza o valor da tendência no instante precedente (à qual se atribui um peso $1-\beta$). Na equação (12) atualiza-se o índice sazonal para o mês correspondente ao período t (avaliado pela última vez s instantes atrás) e ao qual é atribuído o peso de $1-\gamma$, incorporando a avaliação mais recente (para o instante t) do efeito sazonal (estimado através da diferença entre a observação e o nível para esse instante t) à qual é atribuído o peso γ .

As previsões para instantes futuros (k passos adiante) são obtidas através de:

$$\hat{Y}_{t+k} = n_t + k \cdot b_t + f_{t+k-m \cdot s} \quad (13)$$

em que $m = 1$ para $s \geq k \geq 1$, $m = 2$ para $2s \geq k \geq s$, etc.

4.2.2. Holt-Winters Multiplicativo

O modelo na sua forma multiplicativa assume que a série é representada por:

$$Y_t = \mu_t \cdot \phi + \varepsilon_t \quad (14)$$

O modelo multiplicativo baseia-se também em três equações de atualização:

Nível:

$$n_t = \alpha \frac{Y_t}{f_{t-s}} + (1 - \alpha)(n_{t-1} + b_{t-1}) \quad (15)$$

Tendência:

$$b_t = \beta(n_t - n_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (16)$$

Fatores Sazonais:

$$f_t = \gamma \frac{Y_t}{n_t} + (1 - \gamma)f_{t-s} \quad (17)$$

As previsões para instantes futuros são obtidas através de:

$$\hat{Y}_{t+k} = (n_t + kb_t) \cdot f_{t+k-m \cdot s} \quad (18)$$

em que $m = 1$ para $s \geq k \geq 1$, $m = 2$ para $2s \geq k \geq s$, etc.

4.2.3. Condições de inicialização

Em termos de inicialização o procedimento mais simples consiste em utilizar as primeiras s observações da série e fazer:

$$n_s = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s Y_i \quad (19)$$

$$b_s = 0 \quad (20)$$

$$f_j = (Y_j - n_s), \quad (21)$$

para o modelo aditivo, ou

$$f_j = \frac{Y_j}{n_s} \quad (22)$$

para o modelo multiplicativo com $j = 1, 2, \dots, s$.

Num procedimento mais completo, ajusta-se um modelo de regressão linear às primeiras s observações da série e, admitindo uma relação $Y = a + c \cdot t$, a inicialização é feita através de:

$$n_s = a + c \cdot s \quad (23)$$

$$b_s = c \quad (24)$$

$$f_j = Y_j - (a + c \cdot j), \quad (25)$$

para o modelo aditivo, ou

$$f_j = \frac{Y_j}{a + c \cdot j} \quad (26)$$

para o modelo multiplicativo, com $j = 1, 2, \dots, s$.

4.3. Médias Móveis Simples

O modelo de Médias Móveis Simples é aplicável a séries de nível. É um modelo que pretende dar mais importância às observações mais recentes como forma de o tornar mais sensível às últimas mudanças do comportamento da série, recorre a uma média móvel aritmética n_t definida como a média aritmética das últimas N observações:

$$n_t = \frac{1}{N} (Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-N+1}) \quad (27)$$

A previsão para instantes futuros é baseada no nível no instante t (estimado através da média móvel calculada nesses instante) de acordo com a seguinte equação:

$$\hat{Y}_{t+k} = n_t \quad (28)$$

4.4. Alisamento Exponencial Simples

No modelo de Alisamento (ou amortecimento) Exponencial Simples, aplicável a séries localmente estacionárias, o nível é estimado pela seguinte expressão:

$$n_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)n_{t-1} \quad (29)$$

com $k = 1, 2, 3, \dots$

O parâmetro α é conhecido por constante de amortecimento e está limitado ao intervalo $[0, 1]$.

Tratando-se de uma série localmente estacionária, a previsão para períodos futuros (k passos adiante, para qualquer valor de $k = 1, 2, \dots$) é baseada na estimativa do nível no instante t, isto é,

$$\hat{Y}_{t+k} = n_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)n_{t-1} \quad (30)$$

4.4.1. Condições de inicialização

Considera-se o nível inicial para o primeiro período igual à observação correspondente a esse período.

5. Recolha e Tratamento dos Dados

No presente capítulo é descrito o tratamento dos dados que são utilizados no modelo, nomeadamente em termos de critérios utilizados na definição dos formatos de embalagens, na obtenção das séries temporais, pressupostos assumidos e critério utilizado na seleção dos melhores modelos de previsão.

5.1. Definição dos formatos

Uma vez que a informação estava disponível por família de produtos, foi necessário efetuar a sua desagregação por formato. A definição do formato teria que garantir informação unívoca. Isto é, tinha que garantir que o código da folha-de-flandres, a respetiva quantidade consumida por embalagem, os centros de trabalho e os componentes utilizados fossem únicos, por formato.

Após a recolha da listagem de todos os SKU (*stock keeping unit*), bem como do centro de trabalho associado à produção de cada uma delas, foi analisada a estrutura de cada produto por forma a saber o tipo e a respetiva quantidade de folha-de-flandres consumida por cada um (corpos das embalagens e componentes). A metodologia utilizada no processo de recolha de informação necessária para a definição dos formatos é descrita abaixo (“RO”, na descrição da embalagem, é equivalente a “CY”):

Tabela 1 - Primeiro nível da estrutura do produto (Exemplo)

Nome	Material	Descrição	Centro	Cat	Pos	Componen	Descrição
BARPIMO, S.A.	31-16180	CY 108x132 FT DIN57 DISOLVENTE:BARPIMO		L	0010	51-18335	BD-CY 108x132 DISOLVENTE:BARPIMO
BARPIMO, S.A.	31-16180	CY 108x132 FT DIN57 DISOLVENTE:BARPIMO		L	0020	51-45548	BT 108 EC CL
BARPIMO, S.A.	31-16180	CY 108x132 FT DIN57 DISOLVENTE:BARPIMO		L	0030	51-18041	LD 108 FT DIN57
BARPIMO, S.A.	31-16180	CY 108x132 FT DIN57 DISOLVENTE:BARPIMO		L	0110	13-00219	MARCAR TRIANGULO TACTIL
BARPIMO, S.A.	31-16180	CY 108x132 FT DIN57 DISOLVENTE:BARPIMO		L	0300	63-01876	PA 800x1200 NO HOMOLOGADO
BARPIMO, S.A.	31-16180	CY 108x132 FT DIN57 DISOLVENTE:BARPIMO		L	0330	63-01857	SE 780x1200x5 GRIS 315gr/m2
BARPIMO, S.A.	31-16180	CY 108x132 FT DIN57 DISOLVENTE:BARPIMO		L	0400	63-01870	BL 215 1200x1850 GALGA 480 AKZO
BARPIMO, S.A.	31-16180	CY 108x132 FT DIN57 DISOLVENTE:BARPIMO		L	0490	13-00050	COLOCAR DOBLE ETIQUETA

Conforme demonstrado na Tabela 1, o procedimento até obter a informação relativa à folha-de-flandres e respetiva quantidade consumida foi um processo iterativo. Tendo o código do produto foi possível obter o primeiro nível da estrutura (código e descrição dos componentes constituintes de cada produto). Com os códigos dos componentes é possível obter a estrutura de cada um deles. No exemplo desta embalagem é possível verificar que é constituída pelo corpo (BD), por um fundo (BT) e por um tampo (LD). Na Tabela 2 é possível observar exemplo do segundo nível da estrutura do produto para o caso do corpo (BD).

Tabela 2 - Segundo nível da estrutura do produto – Corpo da embalagem (Exemplo)

Nome	Material	Descrição	Centro	Cat	Pos	Componen	Descrição
BARPIMO, S.A.	51-18335	BD-CY 108x132 DISOLVENTE:BARPIMO		L	0010	51-42739	F1 829x688x0,20 D2,8/2,0 TS275
BARPIMO, S.A.	51-18335	BD-CY 108x132 DISOLVENTE:BARPIMO		L	0165	13-00139	UN/1A1/Y1,8/100/**E/B-653

Na Tabela 2 está patente a informação que é obtida no segundo nível da estrutura – código da folha cortada (F1). No entanto, esta informação nem sempre está disponível a este nível. Nos casos em que a folha é litografada há um nível intermédio que corresponde à litografia, ou seja, ao código da folha cortada com o desenho imprimido na folha-de-flandres. Apenas a partir desse código é possível obter o código da folha cortada.

Tabela 3 - Terceiro nível da estrutura do produto – Corpo da embalagem (Exemplo)

Material	Descrição	Centro	Cat	Pos	Componen	Descrição	Quantidade	UdM	Por	Quant Base
51-42739	F1 826x1025,5x0,20 D2,8/2,0 TS275		L	0010	61-12899	826x0,20 D2,8/2,0 TS275	1.329,889	KG		1.000,000
51-42739	F1 826x1025,5x0,20 D2,8/2,0 TS275		N	0300	13-00599	ESTRADO DE MADEIRA 16	0,833	UM		1.000,000

Na Tabela 3 é visível a informação pretendida relativamente ao corpo da embalagem – código da folha-de-flandres e quantidade consumida por cada 1000 folhas – obtido através do código da folha cortada.

Na Tabela 4, abaixo ilustrada é possível observar o segundo nível da estrutura para o fundo (BT).

Tabela 4 - Segundo nível da estrutura - Fundo da embalagem (Exemplo)

Material	Descrição	Centro	Cat	Pos	Componen	Descrição	Quantidade
51-45548	BT 108 EC CL		L	0010	51-45547	LI-BT 108 EC CL	1,000
51-45548	BT 108 EC CL		L	0100	61-06947	BORRACHA R.OP649 F/HV	0,400
51-45548	BT 108 EC CL		L	0300	63-01969	PALETE 1200X800X144 EPAL USADA (PACK)	0,033
51-45548	BT 108 EC CL		L	0330	63-01975	SEP.CRT C/LOGO 1200x800 (META)	0,067
51-45548	BT 108 EC CL		L	0340	63-00459	SAQ KRAF 120X730X70 TM 1LT	4,000
51-45548	BT 108 EC CL		L	0350	63-00041	REDE PLASTICA P/EMBALAMENTO	0,640
51-45548	BT 108 EC CL		L	0425	63-00470	FILME EST. AUTOMÁTICO C/ 0,020	0,023

Neste caso é perceptível a existência de um código intermédio para a folha litografada. Neste caso é necessária mais uma iteração para encontrar o código da folha F1, que será identificada na Tabela 5.

Tabela 5 - Terceiro nível da estrutura - Fundo da embalagem (Exemplo)

Material	Descrição	Centro	Cat	Pos	Componen	Descrição
51-45547	LI-BT 108 EC CL		L	0010	51-14401	F1 767x775x0,19 E2,8 TS275
51-45547	LI-BT 108 EC CL		L	0110	61-02578	VRN.INCOLOR PL 1019-34
51-45547	LI-BT 108 EC CL		N	0300	13-00589	ESTRADO DE MADEIRA 6

Com o código da F1 visível na coluna “componen” da Tabela 5 é repetido o procedimento de forma a obter o código do coil. Essa informação está identificada na Tabela 6, abaixo ilustrada.

Tabela 6 - Quarto nível da estrutura - Fundo da embalagem (Exemplo)

Material	Descrição	Centro	Cat	Pos	Componen	Descrição	Quantidade	UdM	Por	Quant Base
51-14401	F1 767x775x0,19 E2,8 TS275		L	0010	61-03609	767x0,19 E2,8 TS275	886,585	KG		1,000
51-14401	F1 767x775x0,19 E2,8 TS275		N	0300	13-00589	ESTRADO DE MADEIRA 6	0,714	UM		1,000

A obtenção da informação total relativamente a este produto, escolhido como exemplo da demonstração do processo, fica completa com a informação do tipo e quantidade de matéria-prima necessária para a conceção dos tampos que lhe são complementares. Este processo será igualmente descrito abaixo.

Tabela 7 - Segundo nível da estrutura - Tampo da embalagem (Exemplo)

Material	Descrição	Centro	Cat	Pos	Componen	Descrição
51-18041	LD 108 FT DIN57		L	0010	51-18038	LD 108 FT PREPARADO
51-18041	LD 108 FT DIN57		L	0360	63-00019	PAPEL KRAFT 120G 1200X1000

No caso deste tampo, é perceptível a existência de um código acrescido que diz respeito ao tampo preparado. Isto deve-se ao facto de ser um tampo que é furado e por esse motivo tem especificações diferentes e consequentemente um código que o diferencia. Para além do código do tampo preparado, este componente tem ainda um código associado à litografia do mesmo. Esta informação é visível na tabela 8, abaixo demonstrada.

Tabela 8 - Terceiro nível da estrutura - Tampo da embalagem (Exemplo)

Material	Descrição	Centro	Cat	Pos	Componen	Descrição
51-18038	LD 108 FT PREPARADO		L	0010	51-47961	LI-LD 108 FT PREPARADO
51-18038	LD 108 FT PREPARADO		L	0360	63-00019	PAPEL KRAFT 120G 1200X1000

Através da Tabela 8, mais precisamente do código do componente que está a incorporar a embalagem exemplo, é permitida a identificação do código F1 que lhe está associado. Essa informação pode ser confirmada na Tabela 9.

Tabela 9 - Quarto nível da estrutura - Tampo da embalagem (Exemplo)

Material	Descrição	Centro	Cat	Pos	Componen	Descrição
51-47961	LI-LD 108 FT PREPARADO		L	0010	51-49350	F1 785x761x0,28 E2,0 TS275
51-47961	LI-LD 108 FT PREPARADO		N	0300	13-00589	ESTRADO DE MADEIRA 6

Com o código da folha F1, tal como nos componentes anteriores, é finalmente identificado o tipo e quantidade necessária de matéria-prima para produzir 1000 componentes do referido produto. Este dado é ilustrado abaixo, na Tabela 10.

Tabela 10 - Quinto nível da estrutura - Tampo da embalagem (Exemplo)

Material	Descrição	Centro	Cat	Pos	Componen	Descrição	Quantidade	UdM	Por	Quant	Base
51-49350	F1 785x761x0,28 E2,0 TS275		L	0010	61-12898	785x0,28 E2,0 TS275	1.313,052	KG			1.000,000
51-49350	F1 785x761x0,28 E2,0 TS275		N	0300	13-00614	ESTRADO DE MADEIRA 4	1,000	UN			1.000,000

Com a Tabela 10 é completada a recolha da informação necessária para descrever a constituição do produto exemplo escolhido para esta descrição. Este processo foi aplicado a todos os produtos para que pudesse ser recolhida toda a informação sobre todos os componentes inerentes a cada produto.

Com a informação toda disponível iniciou-se uma análise da mesma. Nesse momento concluiu-se que havia informação redundante, produtos que podiam ser agregados pois utilizavam mesma matéria-prima, na mesma quantidade, e o centro de trabalho onde eram produzidos eram os mesmos, para além de que em alguns casos consumiam os mesmos componentes (Fundos, Argolas e Tamos). Estes eram os critérios de exclusividade para determinar o nível de desagregação desejado. Foram então agregados alguns produtos, de modo a ter informação unívoca.

5.2. Definição das séries temporais

A unidade temporal utilizada nos modelos é o mês, a qual foi considerada como a mais adequada para o estudo de eventuais padrões nas séries históricas. Foi considerado um histórico mensal de quatro anos (2010 a 2013).

A informação relativa às vendas estava disponível de forma agregada por família de produto, ou desagregada ao detalhe por código de venda. Depois de se ter os formatos definidos, o procedimento adotado consistiu em verificar todos os códigos de vendas de cada família durante os doze meses dos quatro anos em análise, para que fosse possível efetuar uma agregação dessas vendas por formato. Desta forma foi possível construir séries temporais por formato.

5.3. Dados e pressupostos utilizados

Na resolução do caso de estudo em análise foram assumidos alguns pressupostos. Nomeadamente no cálculo dos parâmetros constituintes dos vários modelos de previsão e nas respetivas condições de inicialização. Abaixo indicam-se os pressupostos gerais, e seguem-se os dados e pressupostos utilizados mais detalhadamente em cada modelo testado.

- Todas as previsões que assumem valores negativos, devido ao comportamento da série histórica, são considerados zero, para efeitos realistas;
- Os cálculos das necessidades foram efetuados com os volumes previstos arredondados por excesso;

- Todos os dados relativos a volumes de vendas passados e previstos e valores de necessidades de matéria-prima estão apresentados em unidade de milhar;
- No cálculo da carga nos centros de trabalho, o presente trabalho considera apenas a carga associada aos formatos da família apresentada;
- Todos os cálculos foram efetuados recorrendo ao *Microsoft Office Excel*;
- A descrição “RO” nos formatos e na família de produtos é equivalente a “CY”.

Foram também considerados alguns pressupostos específicos de cada modelo de previsão utilizados.

- Nos modelos de Decomposição Clássica, no cálculo das médias móveis centradas, M_t , o comprimento N da média é 12. Considera-se o período de um ano, ou seja, 12 meses. No cálculo da tendência é efetuada uma regressão linear entre t e M_t , admitindo que esta componente é uma função $T_t = a + b \cdot t$. Assume-se como nula a componente cíclica.
- No modelo de *Holt-Winters*, o cálculo dos parâmetros constituintes das equações de atualização do nível, tendência e índices sazonais, quer para a forma aditiva como para a forma multiplicativa, é feito através da ferramenta *solver* do *Microsoft Office Excel*. O objetivo consiste em minimizar o erro quadrático médio das previsões através da variação dos três parâmetros α , β e γ , e com as respetivas restrições de domínio ($0 \leq \alpha \leq 1$, $0 \leq \beta \leq 1$ e $0 \leq \gamma \leq 1$).
- Na aplicação do modelo de Médias Móveis Simples, considera-se o comprimento N da média igual a 3. Este pressuposto foi considerado pelo facto de a compra de matéria-prima ser feita a três meses.
- No teste do modelo de nível de Alisamento Exponencial Simples, o parâmetro α é calculado recorrendo ao *solver* do *Microsoft Office Excel*. O objetivo é minimizar o erro quadrático médio das previsões através da variação da constante de alisamento (ou amortecimento) α , e com a restrição de que $\alpha \in [0,1]$. As previsões também são feitas para k igual a 1, o que significa que são realizadas com a informação do instante precedente. No instante $t = 1$, para dar início ao modelo, assume-se que o nível é igual à observação nesse mesmo instante.

5.4. Critério de seleção dos melhores modelos

A escolha dos melhores modelos de previsão de séries temporais por formato foi baseada na medição de erros. Sendo portanto considerado o melhor modelo aquele que apresenta previsões com um erro quadrático médio menor. Na definição dos parâmetros associados aos modelos o critério também consistiu na minimização do mesmo erro.

6. Resolução do Caso de Estudo

No presente capítulo é abordada a aplicação dos modelos ao caso de estudo, sendo apresentados os modelos considerados, o processo de funcionamento do método proposto para a gestão da procura, os resultados obtidos e identificados os melhores modelos para os formatos em análise, e demonstrada e avaliada a relação entre previsões de vendas e processo de compras e de planeamento da produção.

6.1. Tabelas de desagregação

O desenvolvimento deste trabalho iniciou-se com o processo de desagregação das 47 famílias de produtos do segmento *general line* que permitiu a construção de 3 tabelas. Pretende-se que elas se relacionem dinamicamente a fim de conseguir fazer uma gestão de compra de bobinas de folha-de-flandres, bem como da capacidade das linhas de produção. A título de exemplo são apresentadas abaixo as três tabelas para o caso da embalagem RO108 (Cilíndrica de diâmetro 286mm).

Tabela 11 - Desagregação Família de Produtos (Parte 1)

Formato	Work Center	Descrição	Tipo de Coil	Qtd Coil (Kg) (Por1000 Folhas)	Qtd Coil (Folha/Corpo)	Corpos/ Folha
RO108	42008	CY 108x130 2T	61-12899	1330	0,055555	18
RO108	42008	CY 108x130 FT	61-12899	1330	0,055555	18
RO108	42008	CY 108x132 1T	61-12899	1330	0,055555	18
RO108	42008	CY 108x132 2T	61-12899	1330	0,055555	18
RO108	42008	CY 108x132 3T	61-12899	1330	0,055555	18
RO108	42008	CY 108x132 FT	61-12899	1330	0,055555	18
RO108	42008	CY 108x137 FF	61-12180	1466	0,055555	18
RO108	42008	CY 108x141,5 1T	61-12899	1330	0,066666	15
RO108	42008	CY 108x141,5 2T	61-12899	1330	0,066666	15
RO108	42008	CY 108x153 3T	61-12899	1330	0,066666	15
RO108	42008	CY 108x153 FF	61-12899	1330	0,066666	15
RO108	42008	CY 108x50 FF	61-12899	1330	0,023809	42
RO108	42008	CY 108x85 2T	61-12899	1330	0,037037	27
RO108	42008	CY 108x85 3T	61-12899	1330	0,037037	27
RO108	42008	CY 108x85 FF	61-12899	1330	0,037037	27
FN108	41080	BT 108	61-03609	887	0,027777778	36
TM108	21094	LD 108 FT	61-12898	1314	0,023809524	42
AG108	41097	RG 108 3T	61-03375	1499	0,027777778	36
AG108		RG 108 2T	Compra			
AG108		RG 108 1T	Compra			

Através da Tabela 11 é possível relacionar os formatos de embalagens definidos e todos os componentes com a respetiva linha onde é produzido e com o tipo e respetiva quantidade de *coil* de folha-de-flandres consumida. Na Tabela 12, abaixo apresentada, é possível associar os formatos de embalagens, através da terminação da descrição do formato, com o consumo de componentes que lhes está associado.

Tabela 12 - Desagregação Família de Produtos (Parte 2)

Formato	Descrição Formato	Descrição BT	Descrição RG	Descrição LD
RO108	CY 108 3T	BT 108	RG 108 3T	
	CY 108 2T	BT 108	RG 108 2T	
	CY 108 1T	BT 108	RG 108 1T	
	CY 108 FT	BT 108		LD 108 FT
	CY 108 FF	BT 108		

A Tabela 13, indicada abaixo, desagrega a família de produto (embalagens) nos formatos definidos.

Tabela 13 - Desagregação Família de Produtos (Parte 3)

Formato BI	Formato Tabela 1
RO108	CY 108x130 2T
	CY 108x130 FT
	CY 108x132 1T
	CY 108x132 2T
	CY 108x132 3T
	CY 108x132 FT
	CY 108x137 FF
	CY 108x141,5 1T
	CY 108x141,5 2T
	CY 108x153 3T
	CY 108x153 FF
	CY 108x50 FF
	CY 108x85 2T
	CY 108x85 3T
	CY 108x85 FF

A construção destas tabelas pressupõe, caso os resultados sejam favoráveis, o desenvolvimento futuro de uma ferramenta para uma gestão dinâmica e mais precisa tanto das necessidades da folha-de-flandres, como da capacidade dos centros de trabalho (linhas de montagem e estampagem) do segmento *general line*.

O funcionamento desta ferramenta passa a ser descrito:

- Através da procura por família, é possível efetuar uma desagregação, ao nível do formato definido – Tabela 13;
- Com os volumes por formato, é possível relacioná-los com as linhas de montagem e de estampagem e com o tipo e quantidade de *coil* consumido – Tabela 11;
- Com informação relativa ao corpo da embalagem e à linha de montagem, consegue-se relacionar o formato da embalagem com os componentes que a constituem – Tabela 12;

- Por fim, sabendo os componentes que são utilizados na referida embalagem (tabela 2), é possível saber o *coil* consumido pelo componente, a quantidade e a linha onde são estampados – Tabela 11.

Sabendo os volumes previstos com este nível de desagregação é possível efetuar compra de folha-de-flandres mais acertadamente, e por outro lado é possível fazer um planeamento da capacidade das linhas de montagem/estampagem de *general line* a médio/longo prazo (S&OP). As propostas para estas formas de gestão das necessidades de matéria-prima e do planeamento da capacidade dos centros de trabalho do *general line* serão descritas e exemplificadas em detalhe mais à frente neste documento.

A partir do momento em que se tenham volumes previstos desagregados, será possível garantir o que é pretendido.

6.2. Melhores modelos de previsão

Seguiu-se a segunda etapa deste processo – a escolha dos modelos que permitissem obter previsões de vendas ao nível de desagregação que foi definido.

Após analisar o problema, foi decidido testar modelos de previsão ao nível da desagregação estabelecida. Com o histórico de vendas por formato, iniciou-se o teste de alguns modelos de previsão de séries temporais a fim de encontrar o que melhor respondia a cada formato. O exemplo que se segue é o formato RO 108x132 2T inserido na família RO108. Foram no entanto testados os modelos em todos os formatos de todas as famílias de produtos do segmento *general line*.

6.2.1. Decomposição Clássica Aditiva

Na Figura 8 é ilustrado o gráfico resultante da aplicação do modelo de Decomposição Clássica Aditiva à série histórica de vendas no formato RO 108x132 2T.

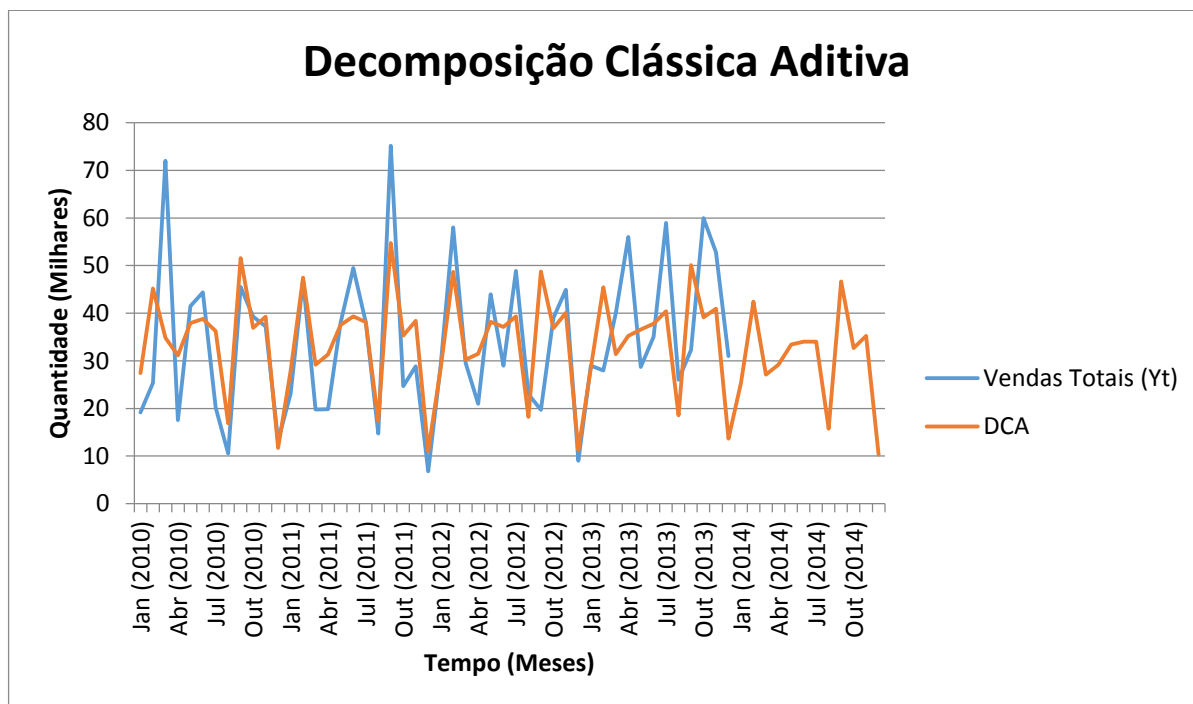


Figura 8 - Previsões com modelo de Decomposição Clássica Aditiva para o formato CY 108x132 2T

Para testar a forma aditiva do modelo de Decomposição Clássica começou por se calcular as médias móveis centradas para um comprimento de 12 meses (ciclo sazonal considerado) através equação (3). Com a série de médias móveis centradas efetuou-se uma regressão linear, recorrendo à equação (4), ($a = 30,514$, $b = 0,1079$) que permitiu calcular a tendência. Adicionalmente, e de acordo com a equação (5), foi calculada uma série da diferença, X_t , entre os valores observados e as médias móveis centradas. Esta série permitiu calcular os índices sazonais para cada mês. O procedimento consistiu no cálculo da média dos valores da série X_t correspondentes a cada mês. Ou seja, o fator sazonal do mês de janeiro, por exemplo, corresponde à média dos valores da série X_t no mês de janeiro dos vários anos disponíveis no estudo. Estes fatores foram ainda corrigidos, recorrendo à equação (6). Com os valores da tendência e dos fatores sazonais foi efetuado, recorrendo à equação (1), o cálculo das previsões, ignorando a componente cíclica.

Neste caso, a série histórica vai mantendo o seu comportamento geral. Desta forma, este modelo poderá ser adequado para traduzir o comportamento futuro da série. Os cálculos e valores associados à aplicação deste modelo neste formato podem ser consultados no Anexo 1.

6.2.2. Decomposição Clássica Multiplicativa

No teste do modelo de previsão de Decomposição Clássica na forma multiplicativa, ilustrado na Figura 9, indicada abaixo, o processo é semelhante ao aditivo.

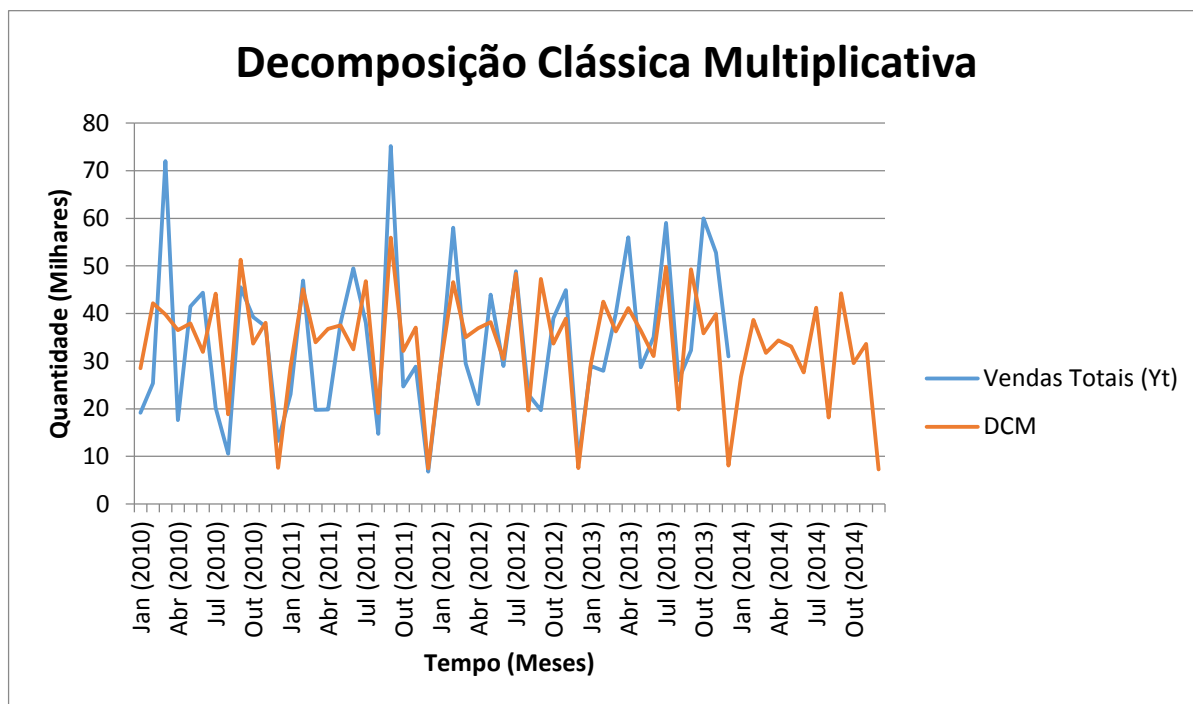


Figura 9 - Previsões com modelo de Decomposição Clássica Multiplicativa para o formato CY 108x132 2T

O teste do modelo de Decomposição Clássica na forma multiplicativa começou igualmente pelo cálculo da série de médias móveis centradas de comprimento 12, através da equação (3). Tal como na forma aditiva, foi efetuada uma regressão linear utilizando os valores da série de médias móveis centradas para estimar os parâmetros da função tendência, $T_t = a + b \cdot t$, indicada na equação (4). Obtidos os valores ($a = 30,514$, $b = 0,1079$) foi possível verificar a tendência da série histórica. A série das diferenças, X_t , na forma multiplicativa, consiste no quociente entre os valores observados e as médias móveis centradas nos instantes correspondentes – equação (8). Tal como na forma aditiva do modelo de Decomposição Clássica, esta série X_t , permitiu calcular os fatores sazonais para cada mês do ano (Adicionalmente corrigidos através do fator corretivo – secção 4.1.2.). Por fim, através da equação (7), foi calculada a previsão para cada instante. Assumiu-se igualmente como nula a componente cíclica. No Anexo 1 podem ser consultados os volumes de previsão e cálculos que lhe estão associados.

6.2.3. Holt-Winters Aditivo

Na Figura 10, visível abaixo, é apresentado o gráfico com a série histórica de vendas no formato RO 108x132 2T e com a série de previsões baseadas no modelo de previsão de *Holt-Winters* na sua forma aditiva.

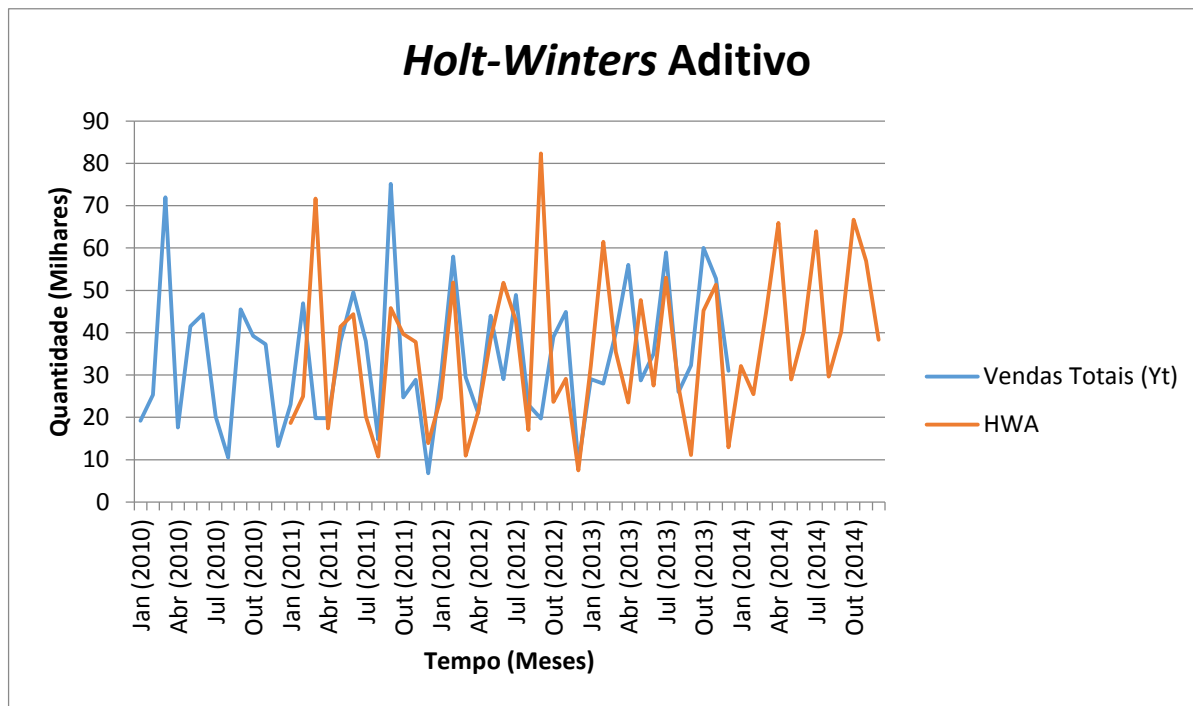


Figura 10 - Previsões com modelo de Holt-Winters Aditivo para o formato CY 108x132 2T

Para iniciar o modelo de *Holt-Winters* Aditivo, visível na Figura 10, o procedimento consistiu em efetuar uma regressão linear das primeiras 12 observações. Com base na equação da reta, e recorrendo às equações (23), (24) e (25), foram calculados os valores iniciais do nível, tendência e fatores sazonais, respetivamente. Os parâmetros α (0), β (0,5196) e γ (0,5769) foram calculados minimizando o erro quadrático médio da série de previsão – Anexo 1.

A partir daí, e recorrendo às equações (10), (11) e (12), foi calculado para os restantes instantes o valor do nível, tendência e sazonalidade. Os parâmetros associados foram otimizados recorrendo ao *solver* do *Microsoft Office Excel*.

As previsões foram calculadas recorrendo à equação (13).

A forma aditiva do modelo de *Holt-Winters*, tal como na forma multiplicativa, adequa-se a séries com tendência e sazonalidade. Sendo que ambas as formas do modelo de *Holt-Winters* podem adaptar-se a séries com características diversas, basta por exemplo, considerar a tendência, $b_t = 0$. Pela análise do gráfico é possível ainda constatar que os picos no consumo deste formato de embalagem são, de certa forma, repetidos, existindo uma margem de erro de um/dois meses.

6.2.4. Holt-Winters Multiplicativo

Na Figura 11, abaixo apresentada, encontra-se representado o gráfico com a série histórica das vendas no formato RO 108x132 2T e com a previsão segundo o modelo de *Holt-Winters* Multiplicativo.

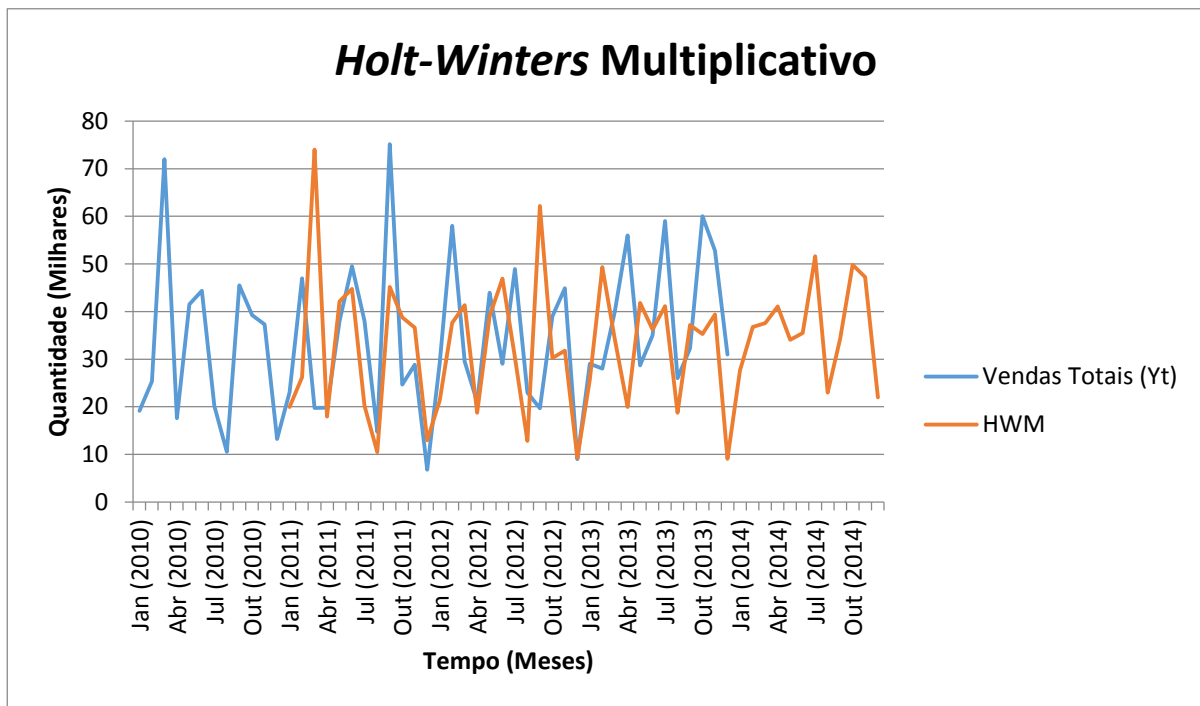


Figura 11 - Previsões com modelo de Holt-Winters Multiplicativo para o formato CY 108x132 2T

Tal como na forma aditiva do modelo de *Holt-Winters*, a forma multiplicativa foi iniciada com uma regressão linear das 12 primeiras observações, correspondentes aos 12 meses do ano de 2010. Com base nos coeficientes obtidos da regressão foi calculado o nível, a tendência e fatores sazonais iniciais, com recurso às equações (23), (24) e (26), respetivamente. Garantiam-se assim as condições iniciais para aplicar o modelo. Os valores dos parâmetros α (0), β (0,05058) e γ (0,58729) foram obtidos recorrendo à extensão *solver* do *Microsoft Office Excel*, minimizando o erro quadrático médio da série de previsões. Com os valores dos parâmetros otimizados foi efetuado o cálculo dos componentes do modelo recorrendo às equações (15), (16) e (17). A série de previsões foi obtida recorrendo à equação (18). O valor do erro e restantes dados associados às previsões deste formato no modelo HWM estão apresentadas no Anexo 1.

6.2.5. Médias Móveis Simples

O modelo de Médias Móveis é, geralmente, adequado para séries estacionárias. Na Figura 12, abaixo exposta, é visível o gráfico resultante da aplicação do modelo à série histórica de vendas no formato RO 108x132 2T.

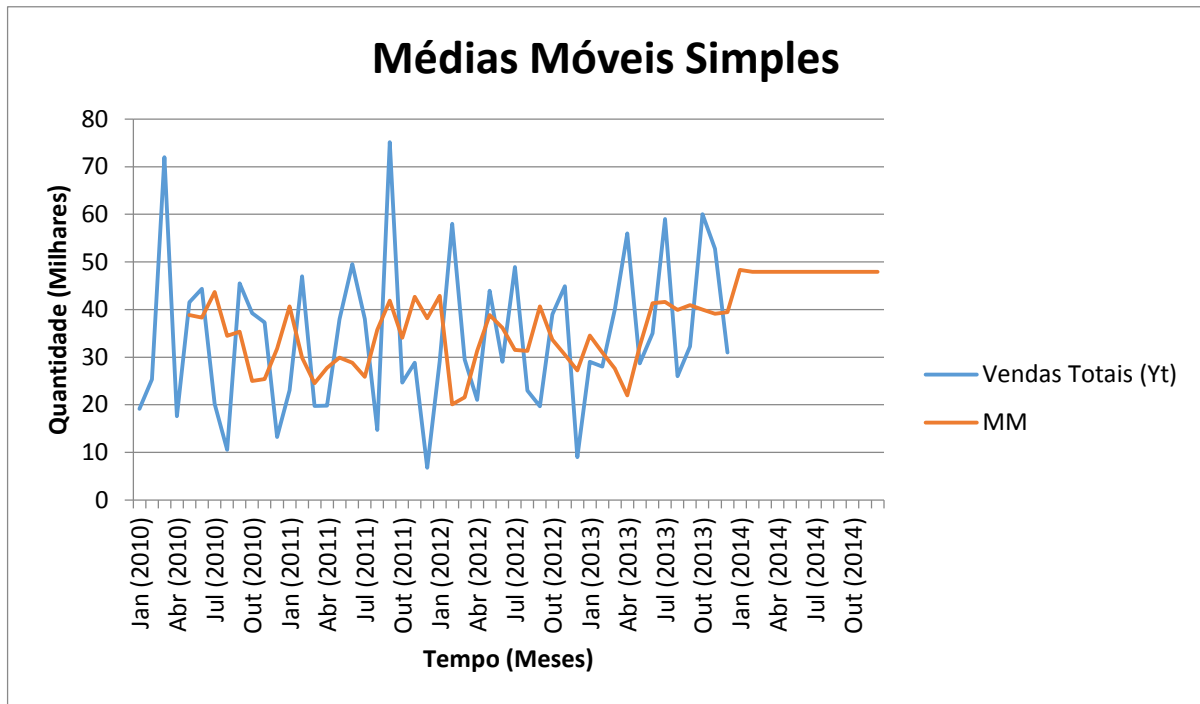


Figura 12 - Previsões com modelo de Médias Móveis Simples para o formato CY 108x132 2T

Na aplicação deste modelo, considerou-se $N = 3$. Isto significa que o nível, n , para o instante $t + 1$, consiste na média aritmética das 3 observações anteriores ($t-1$, $t-2$ e $t-3$) – equação (27). Aplicando a equação (28), e considerando $k = 1$, a previsão para instante $t+k = n_t$.

6.2.6. Alisamento Exponencial Simples

O resultado final da aplicação do modelo de Alisamento Exponencial Simples ao formato RO 108x132 2T é apresentado graficamente na Figura 13.

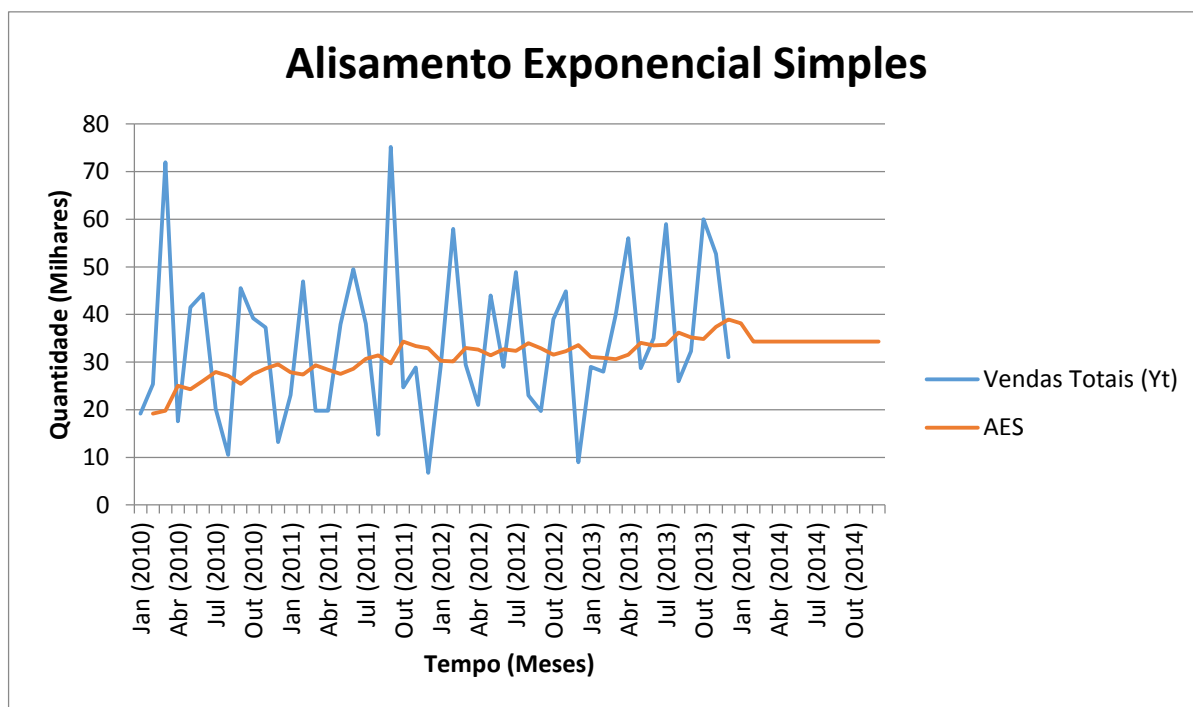


Figura 13 - Previsões com modelo de Amortecimento Exponencial Simples para o formato CY 108x132 2T

O modelo foi iniciado assumindo que o nível, n , do instante $t = 1$, era igual à observação nesse mesmo instante. A partir daí, e recorrendo à equação (29), foi calculado o nível para os instantes subsequentes. A previsão para o instante $t+1$, sendo feita para $k = 1$, ou seja, a um período de distância, é igual ao nível no instante $t = 1$, conforme indicado pela equação (30). A constante de amortecimento α (0,101112) foi calculada de forma a minimizar o erro quadrático médio das previsões efetuadas.

Este método de previsão alisa a série, ou seja, atenua a sua variação e estabiliza a série de previsão. É adequado para séries que não apresentem tendência nem sazonalidade. Para além disso, e considerando a previsão para $k = 1$, a previsão a partir daí é constante.

6.2.7. Comparação dos modelos e conclusões

Nesta secção é feita uma comparação entre os vários modelos previamente apresentados, e identificada a melhor opção.

Na Tabela 14, são apresentados os principais resultados obtidos para os vários modelos aplicados ao formato RO 108x132 2T.

Tabela 14 - Erros Quadráticos Médios dos modelos testados (em milhares de embalagens²)

	AES	MM	DCA	DCM	HWA	HWM
EQM	296,7	385,1	149,4	157,6	318,9	334,7

A partir da Tabela 14 constata-se que o melhor modelo de previsão para este formato em estudo, isto é, o que apresenta um erro quadrático médio (EQM) mais baixo (149,4) é o de Decomposição Clássica Aditiva (DCA).

Com base na aplicação deste modelo, a Tabela 15 apresenta os volumes previstos para 2014 do formato RO 108x132 2T, com um intervalo de confiança de 90%.

Tabela 15 - Volumes Previstos com modelo de Decomposição Clássica Aditiva para o formato CY 108x132 2T

Instante	Intervalo de Confiança (-) (Milhares de Embalagens)	Previsão (Milhares de Embalagens)	Intervalo de Confiança (+) (Milhares de Embalagens)
Jan (2014)	5,3	25,4	45,5
Fev (2014)	22,3	42,4	62,5
Mar (2014)	7,0	27,1	47,2
Abr (2014)	9,1	29,2	49,3
Mai (2014)	13,4	33,5	53,6
Jun (2014)	13,9	34,0	54,1
Jul (2014)	13,9	34,0	54,1
Ago (2014)	0	20,1	40,2
Set (2014)	26,5	46,6	66,7
Out (2014)	12,5	32,6	52,7
Nov (2014)	15,2	35,3	55,4
Dez (2014)	0	20,1	40,2

Para um nível de confiança de 90%, obteve-se o valor 20,1 mil embalagens definindo-se assim o intervalo de confiança (IC (90%)). Ou seja, com 90% de probabilidade que os valores previstos para os períodos em análise se situam no intervalo definido. O facto de o intervalo ser algo disperso justifica-se pelo facto de a série histórica em estudo apresentar algum carácter aleatório.

Para todos os formatos foi definido um intervalo de confiança a 90%, no entanto nesta avaliação apenas será considerado o valor da previsão.

Na Tabela 16, abaixo apresentada, é feita a associação entre os restantes formatos da família de embalagens metálicas RO108 e os modelos de previsão que melhor se ajustam às respetivas séries históricas. Conforme referido anteriormente, e aplicado no formato analisado, o critério de seleção do melhor modelo é o erro quadrático médio.

Tabela 16 - Melhores Modelos

<u>Formato</u>	<u>Modelo</u>
<u>CY 108x130 2T</u>	HWA
<u>CY 108x130 FT</u>	HWA
<u>CY 108x132 1T</u>	HWA
<u>CY 108x132 2T</u>	DCA
<u>CY 108x132 3T</u>	HWA
<u>CY 108x132 FT</u>	HWA
<u>CY 108x137 FF</u>	HWA
<u>CY 108x141,5 1T</u>	HWA
<u>CY 108x141,5 2T</u>	HWA
<u>CY 108x153 3T</u>	HWA
<u>CY 108x153 FF</u>	HWA
<u>CY 108x50 FF</u>	HWA
<u>CY 108x85 2T</u>	HWA
<u>CY 108x85 3T</u>	HWA
<u>CY 108x85 FF</u>	HWA

Com a seleção do melhor modelo para cada formato são definidas previsões dos volumes de venda para 2014 para cada formato da família RO108. No Anexo 2 é apresentada informação relativa aos volumes previstos para cada formato, consoante o modelo de previsão mais adequado.

O objetivo desta análise consiste em avaliar o modelo que melhor se adapta às várias séries temporais analisadas para que possam ser feitas previsões o mais precisas possível. Todavia, há alguns modelos que por vezes não são passíveis de produzir resultados satisfatórios, essencialmente devido às características das séries.

Em relação aos modelos de Médias Móveis Simples, e de Alisamento Exponencial Simples, são modelos que se aplicam essencialmente a séries estacionárias, mas que a sua aplicação é mais simples. O caso do segundo modelo, visa atenuar as variações sazonais e de tendência e pretende precisamente alisar os dados históricos e efetuar previsões niveladas. O modelo de Médias Móveis Simples considera apenas a média aritmética das últimas N observações, o que o torna mais sensível às variações históricas mais recentes, mas que não considera o efeito da sazonalidade nem da tendência e que tem inerente à sua aplicação a dificuldade de definir o valor de N .

Os modelos de *Holt-Winters* e de Decomposição Clássica, por sua vez, consideram componentes como a tendência e sazonalidade e são mais versáteis. Por esse motivo, e naturalmente pelas

características das séries, são modelos que geralmente obtêm melhores resultados, e conseqüentemente menores erros.

Finalmente, tendo previsões por formato, é possível calcular necessidades de matéria-prima, ou seja, da folha-de-flandres, e por outro lado calcular a carga dos centros de trabalho. Com o exemplo estudado é feita uma simulação no sentido de obter essa informação.

6.3. Relação das previsões de vendas com gestão de compras e gestão do planejamento de produção

Cruzando os volumes previstos com a informação das tabelas de desagregação desenvolvidas, onde é possível ter conhecimento relativo aos centros de trabalho utilizados e à matéria-prima necessária para cada componente da embalagem é possível relacionar as previsões com os departamentos de Compras e de Planejamento de Produção. A Tabela 17 resume a informação relevante para a análise pretendida. Assumiu-se o mês de janeiro como mês inicial do estudo, e embora tenha sido feita para os 12 meses do ano de 2014, a análise apresentada neste trabalho contempla apenas os 4 primeiros meses do ano. Conforme indicado na seção 5.3, os valores apresentados na Tabela 17 foram arredondados por excesso, pois a folha-de-flandres deve ser adquirida para satisfazer a procura prevista (por excesso), e estão indicados em milhares de embalagens.

Tabela 17 - Relação entre formato, centros de trabalho e matéria-prima consumida

Formato	Previsão JAN 2014	Previsão FEV 2014	Previsão MAR 2014	Previsão ABR 2014	Centro de trabalho	Tipo de Matéria-Prima Consumida
<u>CY 108x130 2T</u>	13,4	4	16,2	12,6	42008; 41080	61-12899; 61-03609; RG 108 2T
<u>CY 108x130 FT</u>	4	5,2	0,5	0,1	42008; 41080; 21094	61-12899; 61-03609; 61-12898
<u>CY 108x132 1T</u>	0	0	0	0	42008; 41080	61-12899; 61-03609; RG 108 1T
<u>CY 108x132 2T</u>	25,4	42,5	27,1	29,3	42008; 41080	61-12899; 61-03609; RG 108 2T
<u>CY 108x132 3T</u>	9,9	11,1	8,8	1,9	42008; 41080; 41097	61-12899; 61-03609; 61-03375
<u>CY 108x132 FT</u>	14,1	21	12,2	21,9	42008; 41080; 21094	61-12899; 61-03609; 61-12898
<u>CY 108x137 FF</u>	0,8	0	0	0	42008; 41080	61-12180; 61-03609
<u>CY 108x141,5 1T</u>	0,3	0,5	0,5	0,5	42008; 41080	61-12899; 61-03609; RG 108 1T
<u>CY 108x141,5 2T</u>	0,1	0,1	0,8	0,1	42008; 41080	61-12899; 61-03609; RG 108 2T
<u>CY 108x153 3T</u>	6	0,3	0,1	1,9	42008; 41080; 41097	61-12899; 61-03609; 61-03375
<u>CY 108x153 FF</u>	0,2	0,2	0,2	0,3	42008; 41080	61-12899; 61-03609
<u>CY 108x50 FF</u>	1,1	2	2,4	9	42008; 41080	61-12899; 61-03609
<u>CY 108x85 2T</u>	0	3	5,3	0	42008; 41080	61-12899; 61-03609; RG 108 2T
<u>CY 108x85 3T</u>	0	0	0	0	42008; 41080; 41097	61-12899; 61-03609; 61-03375
<u>CY 108x85 FF</u>	0	0	0	0	42008; 41080	61-12899; 61-03609

Na Tabela 17, é visível, ao nível do formato e segundo o melhor modelo para cada formato, o volume previsto (milhares de embalagens) para os 4 meses iniciais de 2014, os componentes utilizados por cada um dos formatos da família RO108, e os centros de trabalho alocados à produção da embalagem de cada um dos formatos. Recorrendo à Tabela 11, disponível na secção 6.1 para retirar o número de corpos por folha, é possível contabilizar o consumo de folhas associado aos volumes previstos. Esta informação surge na Tabela 18, ilustrada abaixo. Mais uma vez, os valores abaixo estão apresentados em milhar.

Tabela 18 - Necessidades de matéria-prima com base nos volumes previstos

Tipo Matéria-Prima	61-12899	61-03609	61-12898	61-03375	61-12180	RG 108 1T (nºcorpos)	RG 108 2T (nºcorpos)
Nec. Jan (nº folhas/1000)	4,2	2,1	0,5	0,5	0,1	0,3	38,9
Nec. Fev (nº folhas/1000)	4,9	2,5	0,7	0,4	0	0,5	49,6
Nec. Mar (nº folhas/1000)	4	2,1	0,4	0,3	0	0,5	49,4
Nec. Abr (nº folhas/1000)	4,1	2,2	0,6	0,2	0	0,5	42
Total Folhas/Tipo MP	17,9	8,9	1,9	1,2	0,1	1,8	179,9
Total Nec./Tipo MP (Kg)	22743	7895	2497	1799	147		

Considerando o mês de janeiro como o mês inicial do estudo, e tendo em consideração que a compra da folha-de-flandres é comprada com 3 meses de antecedência, à data de janeiro é fundamental ter informações relativas às previsões para abril. De acordo com a tabela acima apresentada, as necessidades teóricas para abril de 2014 correspondem a 4100 folhas do coil 61-12899, 2200 folhas do coil 61-03609, 600 folhas do coil 61-12898, 200 folhas do coil 61-03375 e nenhuma folha do coil 61-12180. Para além disso é necessário comprar 500 argolas RG 108 1T e 42000 argolas RG 108 2T.

Através da Tabela 19, abaixo apresentada, é possível traduzir as necessidades em número de folhas em quantidade de massa de coil de folha-de-flandres. Esta informação tem origem na Tabela 11.

Tabela 19 - Massa de coil necessária para a produção de 1000 folhas

Tipo de MP	Consumo (Kg) por 1000 folhas
61-12899	1330
61-03609	887
61-12898	1314
61-03375	1499
61-12180	1466

Com a informação disponível acima, na Tabela 19, foi efetuado o cálculo das necessidades para o mês de abril, em termos de massa. Esta informação é apresentada abaixo na Tabela 20.

Tabela 20 - Necessidades de coil para Abril (em Kg)

Tipo de MP	Necessidades para Abril (Kg)
61-12899	5453
61-03609	1952
61-12898	789
61-03375	300
61-12180	0

O conhecimento das necessidades em termos de massa, a 3 meses de distância, permite ao gestor de compras efetuar a aquisição de matéria-prima de uma forma mais precisa e em volumes mais adequados.

Conforme já foi referido anteriormente, para além dos benefícios para a gestão de compras, este trabalho beneficia o gestor do planeamento, essencialmente ao nível do planeamento tático, isto é, a médio prazo.

O conhecimento da carga alocada a cada centro de trabalho, a médio prazo, permite auxiliar na tomada de várias decisões. Essa informação, com origem na Tabela 17, é apresentada por centro de trabalho, na Tabela 21 e engloba naturalmente a carga associada a cada formato da família RO108.

Tabela 21 - Carga alocada a cada centro de trabalho para os 4 meses em análise

CT	42008 (Montagem)	41080 (Estampagem)	41097 (Estampagem)	21094 (Estampagem)
Carga Jan (Milhares de Embalagens)	75,3	75,3	15,9	18,1
Carga Fev (Milhares de Embalagens)	89,9	89,9	11,4	26,2
Carga Mar (Milhares de Embalagens)	74,1	74,1	8,9	12,7
Carga Abr (Milhares de Embalagens)	77,6	77,6	3,8	22
Total Carga/CT	316,9	316,9	40	79

No entanto, não é possível tomar decisões sem ter noção da capacidade de cada centro de trabalho. Essa restrição é indicada na Tabela 22, visível abaixo.

Tabela 22 - Restrições de capacidade (em milhares de embalagens) nos centros de trabalho

CT	Eficiência	Capacidade Teórica (por hora)	Turnos de Funcionamento	Capac. Jan	Capac. Fev	Capac. Mar	Capac. Abr
42008 (Mont)	55%	3900	1 (8h)	395	343,2	360,36	377,52
41080 (Estamp)	80%	6960	1 (8h)	1024,5	890,88	935,42	979,96
41097 (Estamp)	80%	2950	1 (8h)	434,24	377,6	396,48	415,36
21094 (Estamp)	65%	1700	1 (8h)	203,32	176,8	185,64	194,48

A capacidade dos centros de trabalho é limitada, isto é, há um limite máximo de produção apresentado por cada linha de estampagem ou montagem. Na origem dessa limitação está a eficiência da linha que restringe a capacidade máxima produtiva, o tempo de produção associado aos turnos de funcionamento e a duração do mês em análise.

A Figura 14, abaixo apresentada, mostra a relação que é possível obter se forem garantidas as previsões por formato. Desta forma é possível associar as previsões aos centros de trabalho afetados e planejar e gerir a carga em cada um deles.

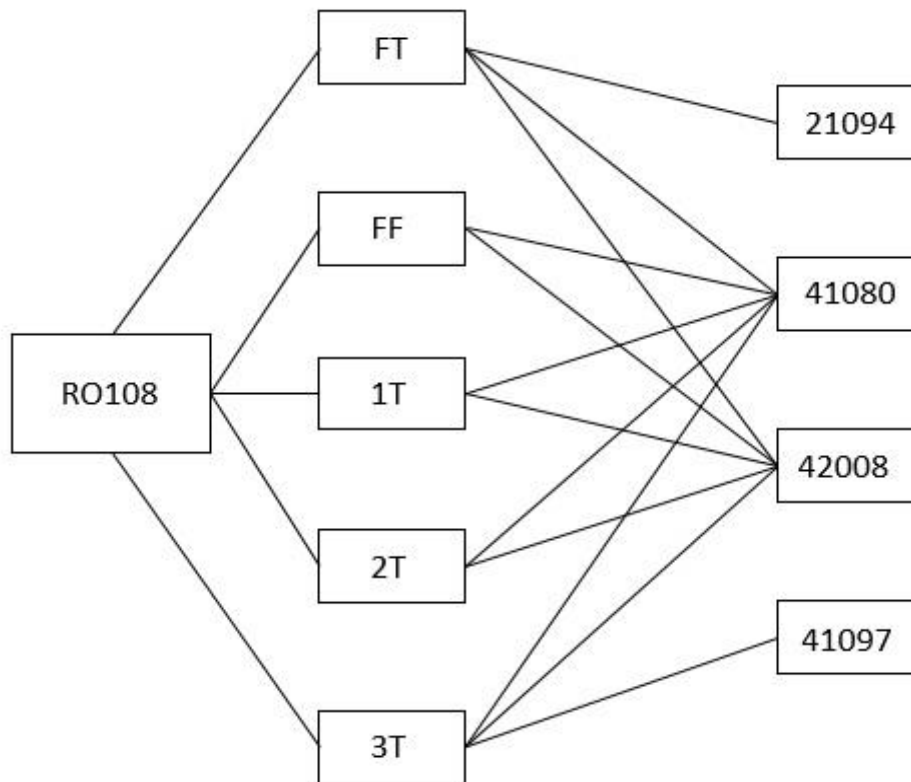


Figura 14 - Relação entre previsões de vendas por formato e centros de trabalho

Pela análise da Figura 14, é possível perceber que há 4 centros de trabalho associados à família RO108. E se por um lado, todos os formatos têm necessidade de utilização dos centros de trabalho 41080 e 42008, o mesmo não se verifica com os centros 21094 nem com o centro 41097, que só são utilizados, no caso desta família, pelos formatos FT e 3T, respetivamente.

Cruzando a informação relativa à carga e à capacidade de cada centro de trabalho, é exequível a criação de indicadores que permitam tomar decisões relativamente, por exemplo, ao aumento de número de turnos nos centros de trabalho, contratação de mão-de-obra temporária, atrasos ou antecipações de produção. Esta informação é ilustrada graficamente em S&OP e é apresentada nas figuras que se seguem abaixo. Na análise exposta neste trabalho apenas se considera a contribuição da família RO108 para a utilização dos centros de trabalho.

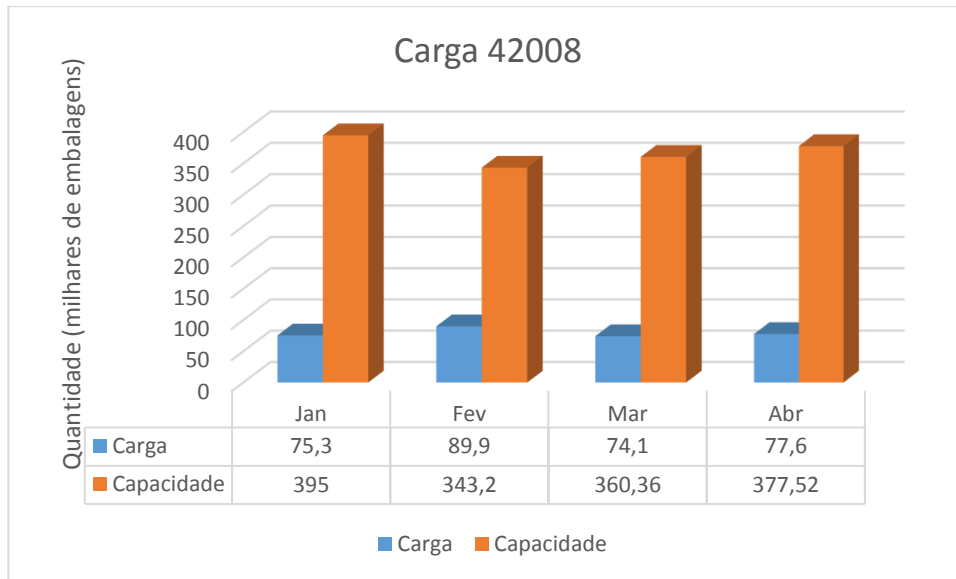


Figura 15 - Carga no centro de trabalho 42008

Analisando o gráfico acima representado na Figura 15, constata-se que a carga associada a esta linha de montagem é inferior à sua capacidade total. A sua utilização mensal com a família RO108 corresponde a cerca de 20% a 25% da capacidade total mensal. No entanto, importa referir que este centro de trabalho também é responsável pela montagem das embalagens da família RO106, que não são consideradas na análise apresentada. De qualquer das formas, conclui-se que é uma linha que pode, eventualmente, montar outro tipo de latas, pois ainda tem capacidade suficiente, mesmo com a montagem de RO106. É um centro de trabalho que poderá ser utilizado de modo mais eficiente.

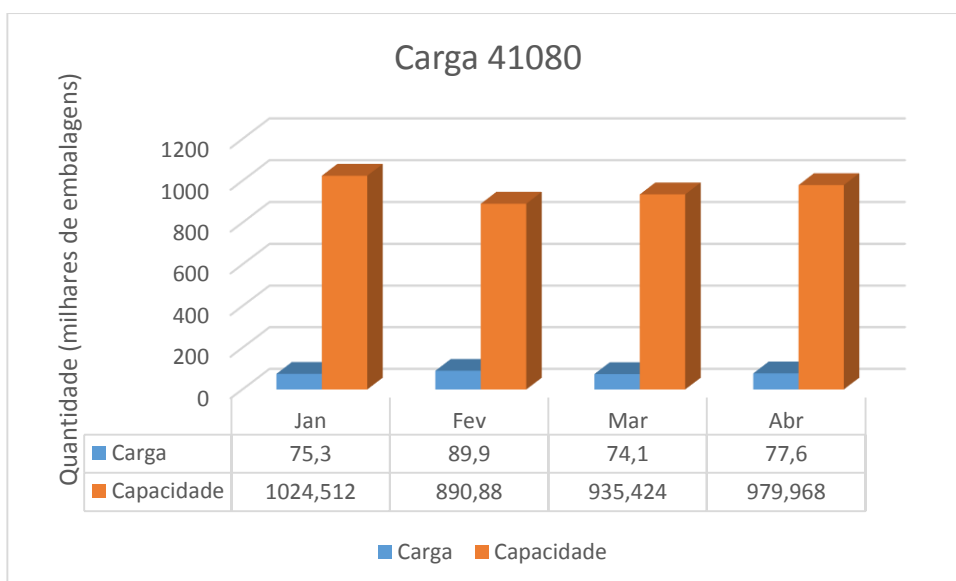


Figura 16 - Carga no centro de trabalho 41080

A carga do centro de trabalho 41080, ilustrada na Figura 16, associada à família RO108 é também residual. Esta é uma linha de estampagem, que apesar de estampar outro tipo de componentes para além do BT 108, como é o caso do BT 102 e BT 106, apresenta igualmente capacidade remanescente. É uma linha que poderá eventualmente ser utilizada para a produção de outro tipo de componentes. Para isso terá que ser feita uma análise ao tempo que demora a efetuar o *setup* da linha, isto é, o tempo que demora a mudar a linha de formato, por forma a verificar se será compensador, para além disso é conveniente e desejável ter um *makespan* igualmente o mais reduzido possível, ou seja, que o tempo entre o início e o fim da produção seja o mais rápido possível. Todas essas decisões terão que ser ponderadas. O estudo deste trabalho pretende demonstrar que a desagregação das famílias nos seus vários formatos é útil para o planeamento e pode contribuir para uma utilização mais eficiente das capacidades produtivas da Colep.

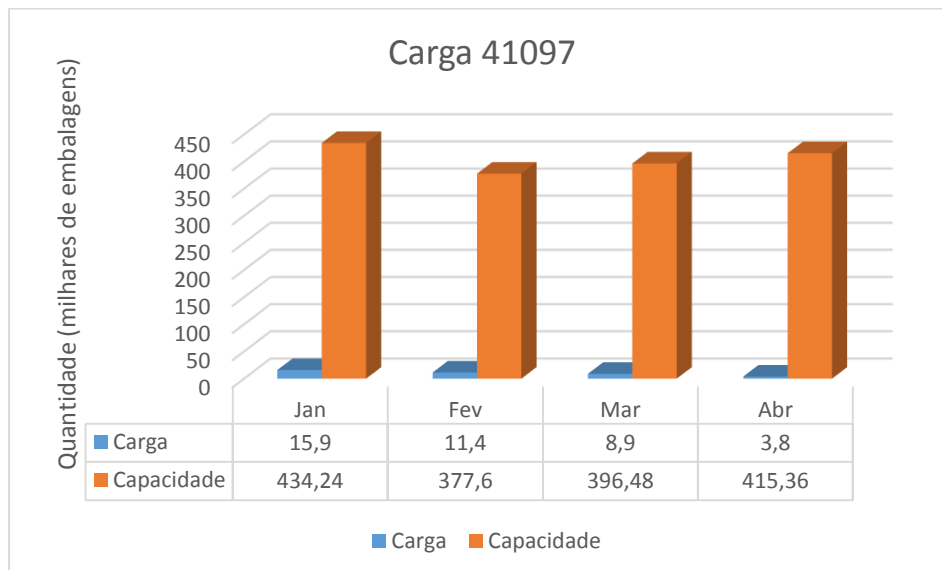


Figura 17 - Carga no centro de trabalho 41097

O gráfico exposto na Figura 17, evidencia claramente a pouca utilização que é conferida a este centro de trabalho por parte dos componentes associados à família RO108, ou seja, pelas argolas RG 108 3T. Será eventualmente interessante testar a possibilidade de fabricar as argolas RG 108 1T e RG 108 2T internamente em vez de serem subcontratadas como acontece atualmente. Poderá também ser considerada a migração do fabrico destes componentes para outras linhas ou possivelmente a sua subcontratação, e dedicar este centro de trabalho ao fabrico de formatos que tenham maior consumo e para os quais a capacidade de produção seja insuficiente. Este centro de trabalho produz ainda LD 165 3T, RG 165 3T e LD 108 3T, embora em volumes igualmente irrisórios comparativamente com a sua capacidade de produção. Daí ser possível constatar que esta linha de estampagem está a ser subaproveitada.

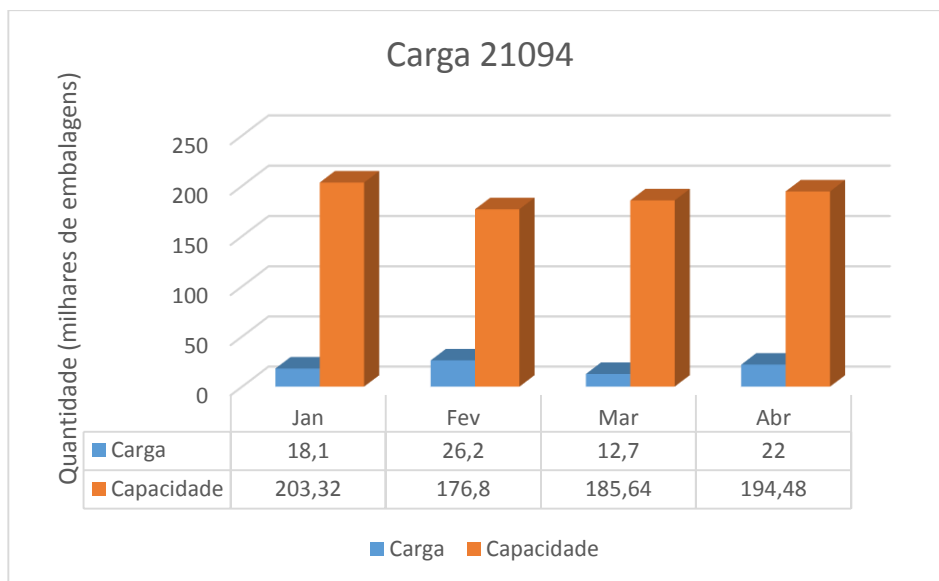


Figura 18 - Carga no centro de trabalho 21094

Pela interpretação da Figura 18, acima ilustrada, constata-se igualmente que a utilização desta linha conferida pelo tempo LD 108 FT, utilizado nas embalagens RO108, não é suficiente para ter este centro de trabalho na sua máxima utilização. No entanto este centro de trabalho, dedicado à cunhagem de tampos produz igualmente furos para LD 80 FT, LD 99 FT, LD 106x76, LD 63x42, LD 85x54, LD 96x63, LD 114x59 FT, LD 99x46 FT e LD 90x63. É, portanto, uma linha que tem uma utilização global mais próxima da sua capacidade real total.

6.4. Conclusões do caso de estudo

Através do estudo que foi efetuado neste capítulo, constata-se a importância que a desagregação das previsões de vendas têm para a gestão de compras de matéria-prima e para a gestão do planeamento de produção. Sendo possível ter previsões ao nível do formato, é garantida a tradução da informação de previsão de vendas em informação de consumo de matéria-prima e de centros de trabalho.

O processo de desagregação em 3 tabelas permite relacionar direta e inequivocamente as embalagens com os componentes que as constituem, com os centros de trabalho onde são produzidas e com o tipo e quantidade de matéria-prima necessária ao seu fabrico. Pretende-se que as tabelas interajam dinamicamente permitindo traduzir as previsões de vendas e necessidades de matéria-prima e de centros de trabalho.

Pela análise feita, conclui-se que nesta família os melhores modelos são *Holt-Winters* Aditivo, e *Decomposição Clássica* Aditiva, no formato apresentado em detalhe. São os métodos que apresentam menor erro, devido à existência de ligeira componente sazonal na venda de embalagens

desta família. O modelo de *Holt-Winters* tem a vantagem, em relação aos de Decomposição Clássica, de atualizar os fatores sazonais.

Garantindo volumes de previsão por formato, é possível traduzir previsões de vendas em consumo de matéria-prima e centros de trabalho, o principal objetivo deste trabalho, uma vez que a informação agregada por família não possibilitava esta relação direta, útil para o gestor de compras e para o gestor de planeamento de produção.

A matéria-prima necessária para o fabrico de embalagens desta família apresenta alguma variabilidade. Com a análise efetuada é perceptível a necessidade exata por tipo de matéria-prima. Ou seja, não haveria necessidade de comprar matéria-prima 61-12180 e seriam necessárias 5,453 toneladas da matéria-prima 61-12899, para o mês de abril, informação esta que não é possível obter com previsões agregadas por família de produtos.

São 4 os centros de trabalho associados ao fabrico de embalagens da família RO108. Pela análise efetuada, e através da interpretação dos gráficos de S&OP, a contribuição da família RO108 para os respetivos centros de trabalho não é muito elevada, havendo possibilidade de dedicar os centros de trabalho à montagem e estampagem de mais formatos e componentes.

A análise apresentada neste trabalho foi efetuada à família RO108, tendo como objetivo futuro a extensão a todas as famílias de produtos de *general line*.

7. Conclusões Finais e Desenvolvimento Futuro

No presente trabalho é estudada a melhoria do processo de gestão da procura da empresa Colep, sendo a solução considerada a desagregação das previsões de vendas ao nível do formato das embalagens metálicas. Este processo terá a função de tornar as previsões eficientes e sobretudo permitir que elas se traduzam diretamente em necessidades de matéria-prima, e em afetação inequívoca dos centros de trabalho. O objetivo principal deste estudo passa por efetuar a desagregação das famílias de produtos nos formatos que as constituem, e identificar os melhores modelos de previsão a aplicar a cada um desses mesmos formatos.

Na contextualização do problema, verifica-se que o departamento de gestão da procura da Colep recebe as previsões de vendas do segmento de *general line* agregadas por família de produtos. Isto é, agregadas por diâmetro da embalagem, sem considerar a altura e os componentes por ela utilizados (o que faz variar a quantidade de folha-de-flandres necessária e o centro de trabalho alocado à sua produção). Se no segmento de aerossóis, a empresa consegue traduzir as previsões de vendas em S&OP, e estimar e tomar decisões relativas à gestão dos centros de trabalho, no segmento de *general line*, tal não é possível. Acresce ainda o facto de a matéria-prima associada à produção de embalagens alimentares e industriais ser muito mais variável e diferenciada.

Da revisão de literatura conclui-se que o problema da gestão da procura afeta toda a cadeia de abastecimento, sendo considerado um subprocesso chave a considerar na gestão da mesma. Conclui-se também que este processo deve assentar num bom fluxo de informação entre os vários intervenientes da cadeia, de modo a que seja possível alinhar a capacidade de abastecimento com as necessidades dos clientes no imediato. Modelos de previsão adequados são uma boa técnica de apoio à tomada de decisão.

Assim, optou-se por desenvolver um modelo de desagregação das famílias de produtos que permitisse relacionar diretamente as previsões de vendas com as necessidades quer de matéria-prima, quer de recursos de produção. Tendo sido efetuada esta desagregação, foi efetuado o teste de vários modelos de séries temporais, de modo a aplicar o que melhor caracterizava o comportamento de cada série histórica.

Este modelo de otimização considera decisões táticas relativas ao planeamento dos recursos de produção e da compra de matéria-prima.

A comparação de vários modelos de séries temporais permitiu optar pelo que melhor se ajustava ao comportamento de vendas da série considerada. Nesta análise foram considerados seis modelos de previsão de séries temporais: Decomposição Clássica Aditiva, Decomposição Clássica Multiplicativa, *Holt-Winters* Aditivo, *Holt-Winters* Multiplicativo, Médias Móveis, e Alisamento Exponencial Simples. A escolha do melhor modelo varia consoante as características da série temporal em análise. Importa referir que a aplicação de modelos de séries temporais assume que o passado se repetirá no futuro, o que por vezes não se verifica.

No formato RO 108x132 2T, o modelo de Decomposição Clássica Aditiva foi o que se considerou melhor, por apresentar o menor EQM. Os resultados em termos de volumes de previsão poderão eventualmente ser melhorados através da aplicação de outros modelos, de *Box-Jenkins*, por exemplo. No entanto, este estudo mostra claramente o benefício e o interesse em ter as previsões desagregadas para a Colep e para empresas semelhantes em que o processo de fabrico e de compra de matéria-prima tenha características semelhantes. Com base na aplicação dos melhores modelos de séries temporais foram gerados volumes de previsão para todos os formatos da família RO108. A partir daí foram calculadas necessidades de matéria-prima, e necessidades de recursos de produção. Os resultados, neste caso, apontam para baixa utilização de recursos, e possibilidade de alocar o fabrico de outras embalagens e outros componentes aos centros de trabalho estudados. No entanto, o mais relevante neste estudo é a demonstração da informação que pode ser retirada e utilizada com base no modelo de gestão de procura proposto.

É pretendido, acima de tudo, que a aplicação dos modelos de previsão sirva de ferramenta de auxílio na tomada de decisões importantes. O processo de desagregação das famílias de produtos pode ser aproveitado pela empresa pois garante relações unívocas entre formatos, centros de trabalho e matéria-prima consumida.

Com este estudo, o departamento de planeamento de produção conseguiria efetuar S&OP no segmento *general line*. O que neste momento apenas é possível no segmento de aerossóis. Desta forma será possível calcular a carga nos centros de trabalho e será possível efetuar planeamento de produção a um nível tático, o que permitiria tomar decisões relativas à necessidade de turnos, subcontratação, contratação temporária de trabalhadores, antecipação ou atraso de produção, adição de formatos aos centros de trabalho, etc. Por outro lado, o departamento de compras saberia de forma mais precisa o tipo e quantidade de folha-de-flandres a comprar-

Para desenvolvimento futuro indicam-se algumas oportunidades de melhoria ou esforços adicionais que a Colep possa considerar no futuro:

Em primeiro lugar, seria interessante obter dos próprios clientes informações relativas a previsões por formatos, em vez de família de produtos. Teria que ser feito um trabalho colaborativo entre o departamento de comerciais da empresa e os seus clientes.

Em segundo lugar, poderia ser feito uma análise considerando mais modelos de previsão, nomeadamente de *Box-Jenkins* (Box et al., 2013).

Em conclusão, espera-se que o trabalho realizado seja uma ferramenta útil para sustentar a decisão dos departamentos de planeamento de produção e de compras, no que concerne à gestão da capacidade dos centros de trabalho e da compra de matéria-prima necessária ao fabrico das embalagens metálicas do segmento de *general line*.

8. Bibliografia

- ABURTO, L. & WEBER, R. 2007. Improved supply chain management based on hybrid demand forecasts. *Applied Soft Computing*, 7, 136-144.
- BALLOU, R. H. 2006. The evolution and future of logistics and supply chain management. *Production*, 16, 375-386.
- BOX, G. E., JENKINS, G. M. & REINSEL, G. C. 2013. *Time series analysis: forecasting and control*, John Wiley & Sons.
- BURBIDGE, J. L. 1961. The "new approach" to production. *Production Engineer*, 40, 769-784.
- CHATFIELD, C. 2002. *Time-series forecasting*, CRC Press.
- CHOPRA, S. & MEINDL, P. 2007. Supply Chain Management. Strategy, Planning & Operation. In: BOERSCH, C. & ELSCHEN, R. (eds.) *Das Summa Summarum des Management*. Gabler.
- CHRISTOPHER, M. 2000. The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets. *Industrial Marketing Management*, 29, 37-44.
- COLEP. 2014. Available: www.colep.com [Accessed 09/05/2014].
- CROXTON, K. L., GARCIA-DASTUGUE, S. J., LAMBERT, D. M. & ROGERS, D. S. 2001. The supply chain management processes. *International Journal of Logistics Management*, The, 12, 13-36.
- CROXTON, K. L. L., D. M.; GARCÍA-DASTUGUE, S. J.; ROGERS, D.S. 2002. The demand management process. *International Journal of Logistics Management*, 13, 51-66.
- CRUM, C. & PALMATIER, G. E. 2003. *Demand management best practices: process, principles, and collaboration*, J. Ross Publishing.
- CULLITON, J. W. 1956. *The Role of Air Freight in Physical Distribution*, Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University.
- DITTMANN, J. P. 2012. *Supply Chain Transformation: Building and Executing an Integrated Supply Chain Strategy*, McGraw Hill Professional.
- DOMINIC, C. 2013. Supply and Demand Chain Integration: A Case Study Conducted in the Packaging Industry. *Packaging Technology and Science*, 26, 51-63.
- FAWCETT, S. E. & MAGNAN, G. M. 2002. The rhetoric and reality of supply chain integration. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32, 339-361.
- FERREIRA, M. P., ARMAGAN, S. & LI, D. 2007. Vertical integration for full outsourcing: growth and internationalization of a portuguese packaging firm.
- FLOUDAS, C. A. & LIN, X. 2004. Continuous-time versus discrete-time approaches for scheduling of chemical processes: a review. *Computers & Chemical Engineering*, 28, 2109-2129.
- FORRESTER, J. W. 1958. Industrial dynamics: a major breakthrough for decision makers. *Harvard business review*, 36, 37-66.
- GREENSPAN, A. 2008. *The age of turbulence: Adventures in a new world*, Penguin.
- HANSEN, P. A. & SERIN, G. 1999. Materials and strategies for successful innovation and competition in the metal packaging industry. *Technology in Society*, 21, 307-322.
- HEIZER, J. & RENDER, B. 2011. *Operations Management Flexible Version with Lecture Guide & Activities Manual Package*, Pearson Higher Ed.
- HILLETOTH, P., ERICSSON, D. & CHRISTOPHER, M. 2009. Demand chain management: a Swedish industrial case study. *Industrial Management & Data Systems*, 109, 1179-1196.
- LAMBERT, D. M. & COOPER, M. C. 2000. Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management*, 29, 65-83.
- LEE, H. L., PADMANABHAN, V. & WHANG, S. 2004. Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect. *Management science*, 50, 1875-1886.
- MARIANO, P. 2008. *Optimização do Escalonamento da Produção das Máquinas de Papel de uma Indústria Papeleira. Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial. Instituto Superior Técnico.*
- MCGUFFOG, T. 1997. The obligation to keep value chain management simple and standard. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2, 124-133.
- MEDWAY, D. & WARNABY, G. 2008. Alternative perspectives on marketing and the place brand. *European Journal of Marketing*, 42, 641-653.
- MÉNDEZ, C. A., CERDÁ, J., GROSSMANN, I. E., HARJUNKOSKI, I. & FAHL, M. 2006. State-of-the-art review of optimization methods for short-term scheduling of batch processes. *Computers & Chemical Engineering*, 30, 913-946.
- MENTZER, J. T., MOON, M. A., ESTAMPE, D. & MARGOLIS, G. 2007. Demand Management. *MENTZER, JT; MYERS, MB; STANK, TP Handbook of Global Supply Chain Management. California: Sage Publication.*

- OLHAGER, J., RUDBERG, M. & WIKNER, J. 2001. Long-term capacity management: Linking the perspectives from manufacturing strategy and sales and operations planning. *International Journal of Production Economics*, 69, 215-225.
- PACKAGING, N. O. 2014. Available: <http://www.packagingeurope.com/AllSuppliers/SuppliersMain.aspx> [Accessed 14/05/2014].
- PALMATIER, G. 1998. Forecast measurement and evaluation.
- TAVARES, L. V., OLIVEIRA, R. C., THEMIDO, I. H. & CORREIA, F. N. 1996. *Investigação Operacional*, Editora McGraw-Hill de Portugal.
- TAYLOR, D. H. 2006. Demand management in agri-food supply chains: an analysis of the characteristics and problems and a framework for improvement. *International Journal of Logistics Management, The*, 17, 163-186.
- TOWILL, D. R. 1996. Time compression and supply chain management-a guided tour. *Supply Chain Management: An International Journal*, 1, 15-27.

Anexo 1 – Resultados da aplicação dos modelos de previsão de séries temporais ao formato RO 108x132 2T

Tabela A1 - Resultados do modelo de Amortecimento Exponencial Simples

Amortecimento Exponencial Simples

$\alpha = 0,101112$

CY 108x132 2T

	Ano	Mês	t	Observações	Médias	Previsão	Erro Quadr Médio
				Vendas Totais (Yt)	nt	Yt_Prev	Yt_Prev-Yt
CY 108x132 2T	2010	Jan	1	19,17 MIL	19,17		367,4889
CY 108x132 2T	2010	Fev	2	25,355 MIL	19,7953778	19,17	38,254225
CY 108x132 2T	2010	Mar	3	71,985 MIL	25,07237559	19,7953778	2723,756665
CY 108x132 2T	2010	Abr	4	17,583 MIL	24,31510974	25,07237559	56,0907467
CY 108x132 2T	2010	Mai	5	41,511 MIL	26,05382083	24,31510974	295,6986418
CY 108x132 2T	2010	Jun	6	44,345 MIL	27,90327879	26,05382083	334,5672354
CY 108x132 2T	2010	Jul	7	20,172 MIL	27,12155362	27,90327879	59,77267166
CY 108x132 2T	2010	Ago	8	10,529 MIL	25,44384711	27,12155362	275,3128356
CY 108x132 2T	2010	Set	9	45,524 MIL	27,4741918	25,44384711	403,2125399
CY 108x132 2T	2010	Out	10	39,242 MIL	28,66405859	27,4741918	138,4813097
CY 108x132 2T	2010	Nov	11	37,27 MIL	29,53422265	28,66405859	74,06222763
CY 108x132 2T	2010	Dez	12	13,229 MIL	27,88556876	29,53422265	265,8602857
CY 108x132 2T	2011	Jan	13	23,067 MIL	27,39835357	27,88556876	23,21860487
CY 108x132 2T	2011	Fev	14	46,955 MIL	29,37576547	27,39835357	382,4624197
CY 108x132 2T	2011	Mar	15	19,779 MIL	28,40541719	29,37576547	92,09790741
CY 108x132 2T	2011	Abr	16	19,822 MIL	27,53753059	28,40541719	73,6750506
CY 108x132 2T	2011	Mai	17	37,954 MIL	28,59076079	27,53753059	108,5028349
CY 108x132 2T	2011	Jun	18	49,513 MIL	30,70625052	28,59076079	437,7400937
CY 108x132 2T	2011	Jul	19	38,054 MIL	31,44919627	30,70625052	53,9894224

Tabela A1 (cont.) - Resultados do modelo de Amortecimento Exponencial Simples

	Ano	Mês	t	Observações	Médias	Previsão	Erro Quadr Médio
				Vendas Totais (Yt)	nt	Yt_Prev	Yt_Prev-Yt
CY 108x132 2T	2011	Ago	20	14,722 MIL	29,75787577	31,44919627	279,7990949
CY 108x132 2T	2011	Set	21	75,163 MIL	34,34887931	29,75787577	2061,625306
CY 108x132 2T	2011	Out	22	24,691 MIL	33,37235168	34,34887931	93,27463268
CY 108x132 2T	2011	Nov	23	28,845 MIL	32,91458204	33,37235168	20,49691326
CY 108x132 2T	2011	Dez	24	6,78 MIL	30,27206183	32,91458204	683,0163783
CY 108x132 2T	2012	Jan	25	29,129 MIL	30,15648454	30,27206183	1,306590339
CY 108x132 2T	2012	Fev	26	58 MIL	32,97179845	30,15648454	775,261353
CY 108x132 2T	2012	Mar	27	29,492 MIL	32,61994903	32,97179845	12,10899728
CY 108x132 2T	2012	Abr	28	21 MIL	31,44503258	32,61994903	135,0232154
CY 108x132 2T	2012	Mai	29	43,979 MIL	32,71236727	31,44503258	157,1003392
CY 108x132 2T	2012	Jun	30	29 MIL	32,33700234	32,71236727	13,78167072
CY 108x132 2T	2012	Jul	31	48,901 MIL	34,01182149	32,33700234	274,3660186
CY 108x132 2T	2012	Ago	32	23 MIL	32,89839405	34,01182149	121,2602126
CY 108x132 2T	2012	Set	33	19,715 MIL	31,56539453	32,89839405	173,8018786
CY 108x132 2T	2012	Out	34	39 MIL	32,31712246	31,56539453	55,27335847
CY 108x132 2T	2012	Nov	35	44,9 MIL	33,58940254	32,31712246	158,3288072
CY 108x132 2T	2012	Dez	36	9 MIL	31,10311854	33,58940254	604,6387175
CY 108x132 2T	2013	Jan	37	29 MIL	30,89046799	31,10311854	4,423107601
CY 108x132 2T	2013	Fev	38	28 MIL	30,59820695	30,89046799	8,354805209
CY 108x132 2T	2013	Mar	39	40 MIL	31,54884118	30,59820695	88,3937125
CY 108x132 2T	2013	Abr	40	56 MIL	34,02114708	31,54884118	597,8591677
CY 108x132 2T	2013	Mai	41	28,721 MIL	33,48523854	34,02114708	28,09155906
CY 108x132 2T	2013	Jun	42	35 MIL	33,63839912	33,48523854	2,294502292
CY 108x132 2T	2013	Jul	43	59 MIL	36,20276165	33,63839912	643,2107993
CY 108x132 2T	2013	Ago	44	26 MIL	35,17113988	36,20276165	104,0963453

Tabela A1 (cont.) - Resultados do modelo de Amortecimento Exponencial Simples

	Ano	Mês	t	Observações	Médias	Previsão	Erro Quadr Médio
				Vendas Totais (Yt)	nt	Yt_Prev	Yt_Prev-Yt
CY 108x132 2T	2013	Set	45	32,285 MIL	34,87931646	35,17113988	8,329803379
CY 108x132 2T	2013	Out	46	60 MIL	37,41931935	34,87931646	631,0487415
CY 108x132 2T	2013	Nov	47	52,77 MIL	38,97145758	37,41931935	235,6433963
CY 108x132 2T	2013	Dez	48	31 MIL	38,16544746	38,97145758	63,544136
CY 108x132 2T	2014	Jan	49		34,30646222	38,16544746	
CY 108x132 2T	2014	Fev	50		34,30646222	34,30646222	
CY 108x132 2T	2014	Mar	51		34,30646222	34,30646222	
CY 108x132 2T	2014	Abr	52		34,30646222	34,30646222	
CY 108x132 2T	2014	Mai	53		34,30646222	34,30646222	
CY 108x132 2T	2014	Jun	54		34,30646222	34,30646222	
CY 108x132 2T	2014	Jul	55		34,30646222	34,30646222	
CY 108x132 2T	2014	Ago	56		34,30646222	34,30646222	
CY 108x132 2T	2014	Set	57		34,30646222	34,30646222	
CY 108x132 2T	2014	Out	58		34,30646222	34,30646222	
CY 108x132 2T	2014	Nov	59		34,30646222	34,30646222	
CY 108x132 2T	2014	Dez	60		34,30646222	34,30646222	
							296,6666287

Tabela A2 – Resultados do modelo de Médias Móveis Simples

Médias Móveis

N= 3

CY 108x132 2T

	Ano	Mês	t	Observações	Médias	Previsão	Erro Quadr Médio
				Vendas Totais (Yt)	nt	Yt_Prev	
CY 108x132 2T	2010	Jan	1	19,17 MIL			367,4889
CY 108x132 2T	2010	Fev	2	25,355 MIL			642,876025
CY 108x132 2T	2010	Mar	3	71,985 MIL			5181,840225
CY 108x132 2T	2010	Abr	4	17,583 MIL	38,83666667		309,161889
CY 108x132 2T	2010	Mai	5	41,511 MIL	38,30766667	38,83666667	7,152058778
CY 108x132 2T	2010	Jun	6	44,345 MIL	43,693	38,30766667	36,44939378
CY 108x132 2T	2010	Jul	7	20,172 MIL	34,47966667	43,693	553,237441
CY 108x132 2T	2010	Ago	8	10,529 MIL	35,34266667	34,47966667	573,6344338
CY 108x132 2T	2010	Set	9	45,524 MIL	25,01533333	35,34266667	103,6595484
CY 108x132 2T	2010	Out	10	39,242 MIL	25,40833333	25,01533333	202,3980444
CY 108x132 2T	2010	Nov	11	37,27 MIL	31,765	25,40833333	140,6991361
CY 108x132 2T	2010	Dez	12	13,229 MIL	40,67866667	31,765	343,583296
CY 108x132 2T	2011	Jan	13	23,067 MIL	29,91366667	40,67866667	310,1708028
CY 108x132 2T	2011	Fev	14	46,955 MIL	24,522	29,91366667	290,4070418
CY 108x132 2T	2011	Mar	15	19,779 MIL	27,75033333	24,522	22,496049
CY 108x132 2T	2011	Abr	16	19,822 MIL	29,93366667	27,75033333	62,85846944
CY 108x132 2T	2011	Mai	17	37,954 MIL	28,852	29,93366667	64,32574678
CY 108x132 2T	2011	Jun	18	49,513 MIL	25,85166667	28,852	426,876921
CY 108x132 2T	2011	Jul	19	38,054 MIL	35,763	25,85166667	148,8969388
CY 108x132 2T	2011	Ago	20	14,722 MIL	41,84033333	35,763	442,723681
CY 108x132 2T	2011	Set	21	75,163 MIL	34,09633333	41,84033333	1110,400114
CY 108x132 2T	2011	Out	22	24,691 MIL	42,64633333	34,09633333	88,46029511
CY 108x132 2T	2011	Nov	23	28,845 MIL	38,192	42,64633333	190,4768018

Tabela A2 (cont.) - Resultados do modelo de Médias Móveis Simples

	Observações			Médias		Previsão	Erro Quadr Médio
	Ano	Mês	t	Vendas Totais (Yt)	nt	Yt_Prev	
CY 108x132 2T	2011	Dez	24	6,78 MIL	42,89966667	38,192	986,713744
CY 108x132 2T	2012	Jan	25	29,129 MIL	20,10533333	42,89966667	189,6312604
CY 108x132 2T	2012	Fev	26	58 MIL	21,58466667	20,10533333	1436,005762
CY 108x132 2T	2012	Mar	27	29,492 MIL	31,303	21,58466667	62,52592044
CY 108x132 2T	2012	Abr	28	21 MIL	38,87366667	31,303	106,151809
CY 108x132 2T	2012	Mai	29	43,979 MIL	36,164	38,87366667	26,06442844
CY 108x132 2T	2012	Jun	30	29 MIL	31,49033333	36,164	51,322896
CY 108x132 2T	2012	Jul	31	48,901 MIL	31,32633333	31,49033333	303,1313138
CY 108x132 2T	2012	Ago	32	23 MIL	40,62666667	31,32633333	69,32782678
CY 108x132 2T	2012	Set	33	19,715 MIL	33,63366667	40,62666667	437,2978028
CY 108x132 2T	2012	Out	34	39 MIL	30,53866667	33,63366667	28,79753344
CY 108x132 2T	2012	Nov	35	44,9 MIL	27,23833333	30,53866667	206,2478951
CY 108x132 2T	2012	Dez	36	9 MIL	34,53833333	27,23833333	332,6368028
CY 108x132 2T	2013	Jan	37	29 MIL	30,96666667	34,53833333	30,67313611
CY 108x132 2T	2013	Fev	38	28 MIL	27,63333333	30,96666667	8,801111111
CY 108x132 2T	2013	Mar	39	40 MIL	22	27,63333333	152,9344444
CY 108x132 2T	2013	Abr	40	56 MIL	32,33333333	22	1156
CY 108x132 2T	2013	Mai	41	28,721 MIL	41,33333333	32,33333333	13,04895211
CY 108x132 2T	2013	Jun	42	35 MIL	41,57366667	41,33333333	40,11111111
CY 108x132 2T	2013	Jul	43	59 MIL	39,907	41,57366667	303,6770934
CY 108x132 2T	2013	Ago	44	26 MIL	40,907	39,907	193,404649
CY 108x132 2T	2013	Set	45	32,285 MIL	40	40,907	74,338884
CY 108x132 2T	2013	Out	46	60 MIL	39,095	40	400
CY 108x132 2T	2013	Nov	47	52,77 MIL	39,42833333	39,095	187,005625
CY 108x132 2T	2013	Dez	48	31 MIL	48,35166667	39,42833333	71,03680278

Tabela A2 (cont.) - Resultados do modelo de Médias Móveis Simples

	Observações			Médias	Previsão	Erro Quadr Médio
Ano	Mês	t	Vendas Totais (Yt)	nt	Yt_Prev	
CY 108x132 2T	2014	Jan	49	47,92333333	48,35166667	2337,883669
CY 108x132 2T	2014	Fev	50		47,92333333	2296,645878
CY 108x132 2T	2014	Mar	51		0	0
CY 108x132 2T	2014	Abr	52		0	0
CY 108x132 2T	2014	Mai	53		0	0
CY 108x132 2T	2014	Jun	54		0	0
CY 108x132 2T	2014	Jul	55		0	0
CY 108x132 2T	2014	Ago	56		0	0
CY 108x132 2T	2014	Set	57		0	0
CY 108x132 2T	2014	Out	58		0	0
CY 108x132 2T	2014	Nov	59		0	0
CY 108x132 2T	2014	Dez	60		0	0
						385,1491678

Tabela A3 – Resultados do modelo de Decomposição Clássica Aditiva

Decomposição Clássica Aditiva

CY 108x132 2T

			Obs.		Diferenças		Sazonalidade	Forecast		
			Vendas Totais	Médias	(Aditiva)	Tendência	Aditiva Corrig	Aditivo	EQM (Aditivo)	
Ano	Mês	t	(Yt)	Mt	Xt=Yt-Mt		(S'i)			
CY 108x132 2T	2010	Jan	1	19,17 MIL		32,58244	-5,136	27,447	68,50452403	
CY 108x132 2T	2010	Fev	2	25,355 MIL		33,24980	11,916	45,165	392,4529112	
CY 108x132 2T	2010	Mar	3	71,985 MIL		38,28118	-3,443	34,838	1379,868444	
CY 108x132 2T	2010	Abr	4	17,583 MIL		32,41120	-1,300	31,111	182,9998287	
CY 108x132 2T	2010	Mai	5	41,511 MIL		34,99303	2,939	37,932	12,8119107	
CY 108x132 2T	2010	Jun	6	44,345 MIL		35,29882	3,484	38,783	30,93237071	
CY 108x132 2T	2010	Jul	7	20,172 MIL	32,32195	-12,14995	32,69055	3,529	36,219	257,5117083
CY 108x132 2T	2010	Ago	8	10,529 MIL	33,38433	-22,85533	31,65007	-14,763	16,887	40,42546452
CY 108x132 2T	2010	Set	9	45,524 MIL	32,10908	13,414916	35,42604	16,123	51,549	36,30483162
CY 108x132 2T	2010	Out	10	39,242 MIL	30,02712	9,214875	34,74821	2,135	36,883	5,563240138
CY 108x132 2T	2010	Nov	11	37,27 MIL	29,97220	7,2977916	34,53543	4,735	39,271	4,002251243
CY 108x132 2T	2010	Dez	12	13,229 MIL	30,03933	-16,81033	31,94141	-20,219	11,722	2,269773491
CY 108x132 2T	2011	Jan	13	23,067 MIL	30,99975	-7,93275	33,00293	-5,136	27,867	23,04222995
CY 108x132 2T	2011	Fev	14	46,955 MIL	31,91954	15,035458	35,58044	11,916	47,496	0,292750583
CY 108x132 2T	2011	Mar	15	19,779 MIL	33,32920	-13,5502083	32,64815	-3,443	29,205	88,85686772
CY 108x132 2T	2011	Abr	16	19,822 MIL	33,95787	-14,135875	32,65279	-1,300	31,352	132,9485336
CY 108x132 2T	2011	Mai	17	37,954 MIL	33,00054	4,95345833	34,60924	2,939	37,548	0,164976707
CY 108x132 2T	2011	Jun	18	49,513 MIL	32,38079	17,1322083	35,85645	3,484	39,341	103,470816
CY 108x132 2T	2011	Jul	19	38,054 MIL	32,36466	5,68933333	34,62003	3,529	38,149	0,008956568
CY 108x132 2T	2011	Ago	20	14,722 MIL	33,07745	-18,3554583	32,10250	-14,763	17,340	6,851447457

Tabela A3 (cont.) - Resultados do modelo de Decomposição Clássica Aditiva

	Ano	Mês	t	Obsv.	Médias	Diferenças (Aditiva)	Tendência	Sazonalidade Aditiva Corrig	Forecast Aditivo	EQM (Aditivo)	
				Vendas Totais							
				(Yt)	Mt	Xt=Yt-Mt		(S'i)			
CY 108x132 2T	2011	Set	21	75,163	MIL 33,94237	41,220625	38,62409	16,123	54,747	416,7968382	
CY 108x132 2T	2011	Out	22	24,691	MIL 34,39616	-9,70516666	33,17816	2,135	35,313	112,83314929	
CY 108x132 2T	2011	Nov	23	28,845	MIL 34,69629	-5,85129166	33,62638	4,735	38,362	90,56387182	
CY 108x132 2T	2011	Dez	24	6,78	MIL 34,09262	-27,312625	31,24556	-20,219	11,027	18,03340903	
CY 108x132 2T	2012	Jan	25	29,129	MIL 33,68987	-4,560875	33,65702	-5,136	28,521	0,369272454	
CY 108x132 2T	2012	Fev	26	58	MIL 34,48675	23,51325	36,77220	11,916	48,688	86,71669997	
CY 108x132 2T	2012	Mar	27	29,492	MIL 32,52133	-3,02933333	33,69619	-3,443	30,253	0,579767702	
CY 108x132 2T	2012	Abr	28	21	MIL 30,80720	-9,80720833	32,77990	-1,300	31,479	109,8186046	
CY 108x132 2T	2012	Mai	29	43,979	MIL 32,07237	11,906625	35,25933	2,939	38,198	33,4208368	
CY 108x132 2T	2012	Jun	30	29	MIL 32,83383	-3,83383333	33,64310	3,484	37,128	66,05766626	
CY 108x132 2T	2012	Jul	31	48,901	MIL 32,92095	15,9800416	35,79042	3,529	39,319	91,81414051	
CY 108x132 2T	2012	Ago	32	23	MIL 31,66558	-8,66558333	32,99570	-14,763	18,233	22,72692834	
CY 108x132 2T	2012	Set	33	19,715	MIL 30,85341	-11,1384166	32,64125	16,123	48,765	843,8768192	
CY 108x132 2T	2012	Out	34	39	MIL 32,74958	6,25041666	34,72210	2,135	36,857	4,591437503	
CY 108x132 2T	2012	Nov	35	44,9	MIL 33,57216	11,3278333	35,35871	4,735	40,094	23,09917653	
CY 108x132 2T	2012	Dez	36	9	MIL 33,18641	-24,1864166	31,48510	-20,219	11,266	5,13527336	
CY 108x132 2T	2013	Jan	37	29	MIL 33,85720	-4,85720833	33,64310	-5,136	28,507	0,242651823	
CY 108x132 2T	2013	Fev	38	28	MIL 34,403	-6,403	33,53520	11,916	45,451	304,5311119	
CY 108x132 2T	2013	Mar	39	40	MIL 35,05175	4,94825	34,83000	-3,443	31,387	74,17966954	
CY 108x132 2T	2013	Abr	40	56	MIL 36,4505	19,5495	36,55640	-1,300	35,256	430,3161403	
CY 108x132 2T	2013	Mai	41	28,721	MIL 37,65341	-8,93241666	33,61300	2,939	36,552	61,31807792	
CY 108x132 2T	2013	Jun	42	35	MIL 38,898	-3,898	34,29050	3,484	37,775	7,700551424	
CY 108x132 2T	2013	Jul	43	59	MIL		36,88010	3,529	40,409	345,6359691	
CY 108x132 2T	2013	Ago	44	26	MIL		33,31940	-14,763	18,556	55,40683597	

Tabela A3 (cont.) - Resultados do modelo de Decomposição Clássica Aditiva

	Ano	Mês	t	Obsv.	Médias	Diferenças (Aditiva)	Tendência	Sazonalidade Aditiva Corrig	Forecast Aditivo	EQM (Aditivo)
				Vendas Totais (Yt)	Mt	Xt=Yt-Mt	(S'i)			
CY 108x132 2T	2013	Set	45	32,285 MIL			33,99755	16,123	50,121	318,1179372
CY 108x132 2T	2013	Out	46	60 MIL			36,98800	2,135	39,123	435,8434499
CY 108x132 2T	2013	Nov	47	52,77 MIL			36,20788	4,735	40,943	139,8776278
CY 108x132 2T	2013	Dez	48	31 MIL			33,85890	-20,219	13,640	301,3725806
CY 108x132 2T	2014	Jan	49				30,51400	-5,136	25,378	
CY 108x132 2T	2014	Fev	50				30,51400	11,916	42,430	
CY 108x132 2T	2014	Mar	51				30,51400	-3,443	27,071	
CY 108x132 2T	2014	Abr	52				30,51400	-1,300	29,214	
CY 108x132 2T	2014	Mai	53				30,51400	2,939	33,453	
CY 108x132 2T	2014	Jun	54				30,51400	3,484	33,998	
CY 108x132 2T	2014	Jul	55				30,51400	3,529	34,043	
CY 108x132 2T	2014	Ago	56				30,51400	-14,763	15,751	
CY 108x132 2T	2014	Set	57				30,51400	16,123	46,637	
CY 108x132 2T	2014	Out	58				30,51400	2,135	32,649	
CY 108x132 2T	2014	Nov	59				30,51400	4,735	35,249	
CY 108x132 2T	2014	Dez	60				30,51400	-20,219	10,295	
										149,3804236

Tabela A4 - Resultados do modelo de Decomposição Clássica Multiplicativa

Decomposição Clássica Multipl

CY 108x132 2T

	Ano	Mês	t	Observ.	Médias	Diferenças (Multipl.)	Tendência	Sazonalidade Multipl. Corri	Forecast Multipl.	EQM (Mult)
				Vendas		rt=Yt/Mt				
				Totais (Yt)	Mt		(S'i)			
CY 108x132 2T	2010	Jan	1	19,17	MIL		32,58244	0,874	28,475	86,57701931
CY 108x132 2T	2010	Fev	2	25,355	MIL		33,24980	1,267	42,134	281,5365849
CY 108x132 2T	2010	Mar	3	71,985	MIL		38,28118	1,040	39,808	1035,340512
CY 108x132 2T	2010	Abr	4	17,583	MIL		32,41120	1,126	36,501	357,9022633
CY 108x132 2T	2010	Mai	5	41,511	MIL		34,99303	1,084	37,917	12,91744614
CY 108x132 2T	2010	Jun	6	44,345	MIL		35,29882	0,905	31,957	153,4526555
CY 108x132 2T	2010	Jul	7	20,172	MIL	32,321	32,69055	1,351	44,173	576,0283417
CY 108x132 2T	2010	Ago	8	10,529	MIL	33,384	31,65007	0,595	18,825	68,82740091
CY 108x132 2T	2010	Set	9	45,524	MIL	32,109	35,42604	1,449	51,327	33,6694716
CY 108x132 2T	2010	Out	10	39,242	MIL	30,027	34,74821	0,969	33,676	30,97802914
CY 108x132 2T	2010	Nov	11	37,27	MIL	29,972	34,53543	1,101	38,031	0,578505173
CY 108x132 2T	2010	Dez	12	13,229	MIL	30,039	31,94141	0,239	7,624	31,41932549
CY 108x132 2T	2011	Jan	13	23,067	MIL	30,999	33,00293	0,874	28,842	33,35237623
CY 108x132 2T	2011	Fev	14	46,955	MIL	31,919	35,58044	1,267	45,087	3,487810443
CY 108x132 2T	2011	Mar	15	19,779	MIL	33,329	32,64815	1,040	33,951	200,832902
CY 108x132 2T	2011	Abr	16	19,822	MIL	33,957	32,65279	1,126	36,773	287,3492855
CY 108x132 2T	2011	Mai	17	37,954	MIL	33,000	34,60924	1,084	37,501	0,205167326
CY 108x132 2T	2011	Jun	18	49,513	MIL	32,380	35,85645	0,905	32,462	290,7283924

Tabela A4 (cont.) - Resultados do modelo de Decomposição Clássica Multiplicativa

	Ano	Mês	t	Observ.			Diferenças			Sazonalidade			EQM (Mult)
				Vendas			Médias	(Multipl.)	Tendência	Multipl. Corri	Forecast Multipl.		
				Totais (Yt)	Mt	rt=Yt/Mt	(S'i)						
CY 108x132 2T	2011	Jul	19	38,054	MIL	32,364	1,175788411	34,62003	1,351	46,780	76,13876013		
CY 108x132 2T	2011	Ago	20	14,722	MIL	33,077	0,445076519	32,10250	0,595	19,094	19,1172426		
CY 108x132 2T	2011	Set	21	75,163	MIL	33,942	2,214429603	38,62409	1,449	55,960	368,7556317		
CY 108x132 2T	2011	Out	22	24,691	MIL	34,396	0,71784162	33,17816	0,969	32,155	55,70522322		
CY 108x132 2T	2011	Nov	23	28,845	MIL	34,696	0,831356857	33,62638	1,101	37,030	66,98663791		
CY 108x132 2T	2011	Dez	24	6,78	MIL	34,092	0,19886999	31,24556	0,239	7,458	0,459172011		
CY 108x132 2T	2012	Jan	25	29,129	MIL	33,689	0,864621789	33,65702	0,874	29,414	0,081098719		
CY 108x132 2T	2012	Fev	26	58	MIL	34,486	1,681805331	36,77220	1,267	46,598	130,0142487		
CY 108x132 2T	2012	Mar	27	29,492	MIL	32,521	0,906850888	33,69619	1,040	35,040	30,78466851		
CY 108x132 2T	2012	Abr	28	21	MIL	30,807	0,681658649	32,77990	1,126	36,917	253,335809		
CY 108x132 2T	2012	Mai	29	43,979	MIL	32,072	1,371242385	35,25933	1,084	38,205	33,33372895		
CY 108x132 2T	2012	Jun	30	29	MIL	32,833	0,883235281	33,64310	0,905	30,458	2,12694939		
CY 108x132 2T	2012	Jul	31	48,901	MIL	32,920	1,485406333	35,79042	1,351	48,361	0,291356977		
CY 108x132 2T	2012	Ago	32	23	MIL	31,665	0,726340638	32,99570	0,595	19,626	11,38662081		
CY 108x132 2T	2012	Set	33	19,715	MIL	30,853	0,638989199	32,64125	1,449	47,292	760,4817205		
CY 108x132 2T	2012	Out	34	39	MIL	32,749	1,190854845	34,72210	0,969	33,651	28,61284093		
CY 108x132 2T	2012	Nov	35	44,9	MIL	33,572	1,337417404	35,35871	1,101	38,937	35,55507788		
CY 108x132 2T	2012	Dez	36	9	MIL	33,186	0,271195293	31,48510	0,239	7,515	2,205834704		
CY 108x132 2T	2013	Jan	37	29	MIL	33,857	0,856538428	33,64310	0,874	29,402	0,161293878		
CY 108x132 2T	2013	Fev	38	28	MIL	34,403	0,81388251	33,53520	1,267	42,496	210,1254427		
CY 108x132 2T	2013	Mar	39	40	MIL	35,051	1,141169842	34,83000	1,040	36,219	14,29266005		
CY 108x132 2T	2013	Abr	40	56	MIL	36,450	1,536330091	36,55640	1,126	41,170	219,9408271		
CY 108x132 2T	2013	Mai	41	28,721	MIL	37,653	0,762772745	33,61300	1,084	36,422	59,29867685		
CY 108x132 2T	2013	Jun	42	35	MIL	38,898	0,899789192	34,29050	0,905	31,045	15,64579951		

Tabela A4 (cont.) - Resultados do modelo de Decomposição Clássica Multiplicativa

	Ano	Mês	t	Observ.	Diferenças	Sazonalidade			EQM (Mult)	
				Totais (Yt)	Mt	rt=Yt/Mt	Tendência	Multipl. Corri		Forecast Multipl.
				Vendas		(S'i)				
CY 108x132 2T	2013	Jul	43	59 MIL			36,88010	1,351	49,834	84,02214767
CY 108x132 2T	2013	Ago	44	26 MIL			33,31940	0,595	19,818	38,21554659
CY 108x132 2T	2013	Set	45	32,285 MIL			33,99755	1,449	49,257	288,0451983
CY 108x132 2T	2013	Out	46	60 MIL			36,98800	0,969	35,847	583,3723147
CY 108x132 2T	2013	Nov	47	52,77 MIL			36,20788	1,101	39,872	166,3505167
CY 108x132 2T	2013	Dez	48	31 MIL			33,85890	0,239	8,081	525,2636876
CY 108x132 2T	2014	Jan	49				30,51400	0,874	26,667	
CY 108x132 2T	2014	Fev	50				30,51400	1,267	38,667	
CY 108x132 2T	2014	Mar	51				30,51400	1,040	31,731	
CY 108x132 2T	2014	Abr	52				30,51400	1,126	34,365	
CY 108x132 2T	2014	Mai	53				30,51400	1,084	33,064	
CY 108x132 2T	2014	Jun	54				30,51400	0,905	27,626	
CY 108x132 2T	2014	Jul	55				30,51400	1,351	41,232	
CY 108x132 2T	2014	Ago	56				30,51400	0,595	18,149	
CY 108x132 2T	2014	Set	57				30,51400	1,449	44,210	
CY 108x132 2T	2014	Out	58				30,51400	0,969	29,573	
CY 108x132 2T	2014	Nov	59				30,51400	1,101	33,602	
CY 108x132 2T	2014	Dez	60				30,51400	0,239	7,283	
										157,610213

Tabela A5 - Tabela de índices sazonais do modelo de Decomposição Clássica Aditiva

Índices sazonais Aditivos		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2010		0	0	0	0	0	0	-12,15	-22,85	13,414	9,2148	7,29779	-16,810
2011		-7,9327	15,0354	-13,550	-14,135	4,95345	17,132	5,6893	-18,35	41,220	-9,7051	-5,8512	-27,312
2012		-4,5608	23,5132	-3,0293	-9,8072	11,9066	-3,8338	15,980	-8,665	-11,138	6,2504	11,3278	-24,186
2013		-4,8572	-6,403	4,9482	19,549	-8,9324	-3,898	0	0	0	0	0	0
Médias		-5,784	10,715	-3,877	-1,465	2,643	3,133	3,173	-16,62	14,499	1,920	4,258	-22,770
Índices Corrigidos		-5,136	11,916	-3,443	-1,300	2,939	3,484	3,529	-14,763	16,123	2,135	4,735	-20,219

Tabela A6 - Tabela de índices sazonais do modelo de Decomposição Clássica Multiplicativa

Índices sazonais Multiplicativos		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2010		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011		0	0	0	0	0	0	1,1757	0,4450	2,2144	0,7178	0,831	0,1988
2012		0,8646	1,6818	0,9068	0,6816	1,3712	0,8832	1,4854	0,7263	0,6389	1,1908	1,337	0,2711
2013		0,8565	0,8138	1,1411	1,5363	0,7627	0,8997	0	0	0	0	0	0
Médias		0,574	0,832	0,683	0,739	0,711	0,594	0,887	0,390	0,951	0,636	0,723	0,157
Índices Corrigidos		0,874	1,267	1,040	1,126	1,084	0,905	1,351	0,595	1,449	0,969	1,101	0,239

Tabela A7 – Resultados do modelo de Holt-Winters Aditivo

Holt-Winters Aditivo

Formato: CY 108x132 2T

				Observações	n	b	f			
		Ano	Mês	t	Vendas Totais (Yt)	Base Level	Trend	Seasonal Factor	One Month Forecast	EQM
$\alpha=$	0	2010	Jan	1	19,17 MIL	30,3219		-11,15		
$\beta=$	0,5196	2010	Fev	2	25,355 MIL	30,4298		-5,07		
$\gamma=$	0,5769	2010	Mar	3	71,985 MIL	30,5377		41,45		
Duração do Ciclo Sazonal=	12	2010	Abr	4	17,583 MIL	30,6456		-13,06		
Média primeiros 12 meses (Estimador Inicial Nível)=	32,15958333	2010	Mai	5	41,511 MIL	30,7535		10,76		
Estimador Inicial Tendência=	0	2010	Jun	6	44,345 MIL	30,8614		13,48		
		2010	Jul	7	20,172 MIL	30,9693		-10,80		
		2010	Ago	8	10,529 MIL	31,0772		-20,55		
		2010	Set	9	45,524 MIL	31,1851		14,34		
		2010	Out	10	39,242 MIL	31,293		7,95		
		2010	Nov	11	37,27 MIL	31,4009		5,87		
		2010	Dez	12	13,229 MIL	31,5088	0,108	-18,28		
		2011	Jan	13	23,067 MIL	31,6167	0,108	-9,65	18,63	19,71
		2011	Fev	14	46,955 MIL	31,7246	0,108	6,64	24,92	485,54
		2011	Mar	15	19,779 MIL	31,8325	0,108	10,58	71,66	2691,42
		2011	Abr	16	19,822 MIL	31,9404	0,108	-12,52	17,36	6,04
		2011	Mai	17	37,954 MIL	32,0483	0,108	7,96	41,40	11,87

Tabela A7 (cont.) - Resultados do modelo de Holt-Winters Aditivo

Ano	Mês	t	Observações			n	b	f	One Month Forecast	EQM
			Vendas Totais (Yt)	Base Level	Trend					
2011	Jun	18	49,513	MIL	32,1562	0,108	15,72	44,34	26,74	
2011	Jul	19	38,054	MIL	32,2641	0,108	-1,23	20,28	316,04	
2011	Ago	20	14,722	MIL	32,372	0,108	-18,88	10,74	15,85	
2011	Set	21	75,163	MIL	32,4799	0,108	30,69	45,84	859,59	
2011	Out	22	24,691	MIL	32,5878	0,108	-1,19	39,67	224,38	
2011	Nov	23	28,845	MIL	32,6957	0,108	0,26	37,81	80,30	
2011	Dez	24	6,78	MIL	32,8036	0,108	-22,75	13,87	50,31	
2012	Jan	25	29,129	MIL	32,9115	0,108	-6,27	22,17	48,43	
2012	Fev	26	58	MIL	33,0194	0,108	17,22	38,68	373,42	
2012	Mar	27	29,492	MIL	33,1273	0,108	2,38	42,83	178,03	
2012	Abr	28	21	MIL	33,2352	0,108	-12,35	19,95	1,10	
2012	Mai	29	43,979	MIL	33,3431	0,108	9,50	40,64	11,13	
2012	Jun	30	29	MIL	33,451	0,108	4,08	48,62	384,86	
2012	Jul	31	48,901	MIL	33,5589	0,108	8,33	31,89	289,46	
2012	Ago	32	23	MIL	33,6668	0,108	-14,14	14,46	73,01	
2012	Set	33	19,715	MIL	33,7747	0,108	4,87	64,24	1982,29	
2012	Out	34	39	MIL	33,8826	0,108	2,45	32,57	41,34	
2012	Nov	35	44,9	MIL	33,9905	0,108	6,40	34,24	113,62	
2012	Dez	36	9	MIL	34,0984	0,108	-24,10	11,45	5,99	
2013	Jan	37	29	MIL	34,2063	0,108	-5,65	27,91	1,18	
2013	Fev	38	28	MIL	34,3142	0,108	3,64	51,61	557,66	
2013	Mar	39	40	MIL	34,4221	0,108	4,22	36,99	9,06	
2013	Abr	40	56	MIL	34,53	0,108	7,16	22,47	1124,18	
2013	Mai	41	28,721	MIL	34,6379	0,108	0,61	44,54	250,40	
2013	Jun	42	35	MIL	34,7458	0,108	1,87	39,34	18,84	

Tabela A7 (cont.) - Resultados do modelo de Holt-Winters Aditivo

Ano	Mês	t	Observações			n	b	f	One Month Forecast	EQM
			Vendas Totais (Yt)	Base Level	Trend					
2013	Jul	43	59 MIL	34,8537	0,108	17,46	43,80	230,90		
2013	Ago	44	26 MIL	34,9616	0,108	-11,15	21,55	19,81		
2013	Set	45	32,285 MIL	35,0695	0,108	0,46	40,78	72,15		
2013	Out	46	60 MIL	35,1774	0,108	15,36	38,57	459,31		
2013	Nov	47	52,77 MIL	35,2853	0,108	12,80	42,74	100,58		
2013	Dez	48	31 MIL	35,3932	0,108	-12,73	12,45	344,15		
2014	Jan	49					31,02			
2014	Fev	50					40,42			
2014	Mar	51					41,11			
2014	Abr	52					44,15			
2014	Mai	53					37,71			
2014	Jun	54					39,08			
2014	Jul	55					54,77			
2014	Ago	56					26,27			
2014	Set	57					37,99			
2014	Out	58					53,00			
2014	Nov	59					50,55			
2014	Dez	60					25,12			
									318,85	

Tabela A8 - Resultados do modelo de Holt-Winters Multiplicativo

Holt-Winters Multiplicativo

Formato: CY 108x132 2T

			Observ.	n	b	f			
			Vendas	Base	Trend	Seasonal	One Month		
			Totais (Yt)	Level		Factor	Forecast		EQM
Ano	Mês	t							
$\alpha =$	0								
$\beta =$	0,05058								
$\gamma =$	0,58729								
Duração do Ciclo Sazonal=	12								
Média primeiros 12 meses (Estimador Inicial Nível) =	32,15958333								
Estimador Inicial Tendência=	0								
2010	Jan	1	19,17	MIL	30,622		0,626		
2010	Fev	2	25,355	MIL	30,730		0,825		
2010	Mar	3	71,985	MIL	30,838		2,334		
2010	Abr	4	17,583	MIL	30,946		0,568		
2010	Mai	5	41,511	MIL	31,054		1,337		
2010	Jun	6	44,345	MIL	31,161		1,423		
2010	Jul	7	20,172	MIL	31,269		0,645		
2010	Ago	8	10,529	MIL	31,377		0,336		
2010	Set	9	45,524	MIL	31,485		1,446		
2010	Out	10	39,242	MIL	31,593		1,242		
2010	Nov	11	37,27	MIL	31,701		1,176		
2010	Dez	12	13,229	MIL	31,809	0,108	0,416		
2011	Jan	13	23,067	MIL	31,701	0,097	0,686	19,981	9,526
2011	Fev	14	46,955	MIL	31,604	0,087	1,213	26,236	429,266
2011	Mar	15	19,779	MIL	31,517	0,078	1,332	73,977	2937,432
2011	Abr	16	19,822	MIL	31,438	0,070	0,605	17,952	3,497
2011	Mai	17	37,954	MIL	31,368	0,063	1,262	42,120	17,353
2011	Jun	18	49,513	MIL	31,305	0,057	1,516	44,729	22,886
2011	Jul	19	38,054	MIL	31,248	0,051	0,981	20,232	317,641

Tabela A8 (cont.) - Resultados do modelo de Holt-Winters Multiplicativo

Ano	Mês	t	Observ.	n	b	f	One Month Forecast	EQM
			Vendas Totais (Yt)	Base Level	Trend	Seasonal Factor		
2011	Ago	20	14,722	MIL 31,197	0,046	0,416	10,503	17,802
2011	Set	21	75,163	MIL 31,151	0,041	2,014	45,173	899,379
2011	Out	22	24,691	MIL 31,109	0,037	0,979	38,744	197,483
2011	Nov	23	28,845	MIL 31,072	0,033	1,030	36,618	60,422
2011	Dez	24	6,78	MIL 31,039	0,030	0,300	12,937	37,903
2012	Jan	25	29,129	MIL 31,009	0,027	0,835	21,304	61,230
2012	Fev	26	58	MIL 30,982	0,024	1,600	37,649	414,163
2012	Mar	27	29,492	MIL 30,958	0,022	1,109	41,299	139,398
2012	Abr	28	21	MIL 30,936	0,020	0,648	18,736	5,126
2012	Mai	29	43,979	MIL 30,916	0,018	1,356	39,075	24,052
2012	Jun	30	29	MIL 30,899	0,016	1,177	46,902	320,482
2012	Jul	31	48,901	MIL 30,883	0,014	1,335	30,341	344,469
2012	Ago	32	23	MIL 30,869	0,013	0,609	12,842	103,185
2012	Set	33	19,715	MIL 30,856	0,011	1,206	62,189	1804,034
2012	Out	34	39	MIL 30,844	0,010	1,147	30,211	77,239
2012	Nov	35	44,9	MIL 30,834	0,009	1,280	31,793	171,799
2012	Dez	36	9	MIL 30,825	0,008	0,295	9,251	0,063
2013	Jan	37	29	MIL 30,816	0,007	0,897	25,736	10,654
2013	Fev	38	28	MIL 30,809	0,007	1,194	49,321	454,594
2013	Mar	39	40	MIL 30,802	0,006	1,220	34,181	33,866
2013	Abr	40	56	MIL 30,796	0,005	1,335	19,972	1298,019
2013	Mai	41	28,721	MIL 30,791	0,005	1,108	41,779	170,510
2013	Jun	42	35	MIL 30,786	0,004	1,153	36,245	1,550
2013	Jul	43	59	MIL 30,781	0,004	1,677	41,105	320,24352,53

Tabela A8 (cont.) - Resultados do modelo de Holt-Winters Multiplicativo

Ano	Mês	t	Observ.	n	b	f	One Month Forecast	EQM
			Vendas Totais (Yt)	Base Level	Trend	Seasonal Factor		
2013	Ago	44	26 MIL	30,777	0,004	0,748	18,752	52,532
2013	Set	45	32,285 MIL	30,774	0,003	1,114	37,133	23,500
2013	Out	46	60 MIL	30,771	0,003	1,618	35,286	610,760
2013	Nov	47	52,77 MIL	30,768	0,003	1,536	39,404	178,641
2013	Dez	48	31 MIL	30,765	0,002	0,714	9,085	480,262
2014	Jan	49					27,603	
2014	Fev	50					36,740	
2014	Mar	51					37,550	
2014	Abr	52					41,090	
2014	Mai	53					34,078	
2014	Jun	54					35,488	
2014	Jul	55					51,586	
2014	Ago	56					22,999	
2014	Set	57					34,275	
2014	Out	58					49,792	
2014	Nov	59					47,250	
2014	Dez	60					21,957	
								334,749

Anexo 2 – Volumes de previsão para os formatos da família RO108

Na tabela A9 estão apresentados os volumes previstos de CY 108x130 2T, CY 108x130 FT, CY 108x132 1T, CY 108x132 2T, para o ano de 2014, com base no melhor modelo de previsão para cada formato.

Tabela A9 - Volumes previstos para 2014 por formato

CY 108x130 2T		CY 108x130 FT		CY 108x132 1T		CY 108x132 2T	
Instante	Previsão HWA	Instante	Previsão HWA	Instante	Previsão HWA	Instante	Previsão DCA
Jan (2014)	13,36142409	Jan (2014)	3,999600017	Jan (2014)	0	Jan (2014)	25,37830298
Fev (2014)	3,948208123	Fev (2014)	5,183495434	Fev (2014)	0	Fev (2014)	42,42961981
Mar (2014)	16,11180635	Mar (2014)	0,492233994	Mar (2014)	0	Mar (2014)	27,07123798
Abr (2014)	12,55936918	Abr (2014)	0,000269195	Abr (2014)	0	Abr (2014)	29,21353723
Mai (2014)	7,600823474	Mai (2014)	0,303121885	Mai (2014)	0	Mai (2014)	33,45259015
Jun (2014)	13,25078896	Jun (2014)	4,430846808	Jun (2014)	0	Jun (2014)	33,99848674
Jul (2014)	22,29675936	Jul (2014)	5,876886669	Jul (2014)	0	Jul (2014)	34,04261255
Ago (2014)	15,01922703	Ago (2014)	0,488951104	Ago (2014)	0	Ago (2014)	15,75102317
Set (2014)	47,17709468	Set (2014)	1,25587442	Set (2014)	0	Set (2014)	46,63730949
Out (2014)	17,41310648	Out (2014)	6,507534606	Out (2014)	0,433867193	Out (2014)	32,64913601
Nov (2014)	3,120067311	Nov (2014)	3,830829389	Nov (2014)	0	Nov (2014)	35,24912973
Dez (2014)	15,32887553	Dez (2014)	0,799984352	Dez (2014)	0	Dez (2014)	10,29501415
EQM (Série Total)	15,86839054	EQM (Série Total)	2,008488696	EQM (Série Total)	2,818661801	EQM (Série Total)	149,804

Na tabela A10 estão apresentados os volumes previstos de CY 108x132 3T, CY 108x132 FT, CY 108x137 FF, CY 108x141,5 1T, para o ano de 2014, com base no melhor modelo de previsão para cada formato.

Tabela A10 - Volumes previstos para 2014 por formato

<u>CY 108x132 3T</u>		<u>CY 108x132 FT</u>		<u>CY 108x137 FF</u>		<u>CY 108x141,5 1T</u>	
Instante	Previsão HWA	Instante	Previsão HWA	Instante	Previsão HWA	Instante	Previsão HWA
Jan (2014)	9,899425978	Jan (2014)	14,08560419	Jan (2014)	0,783922603	Jan (2014)	0,284085038
Fev (2014)	11,09937732	Fev (2014)	20,93190324	Fev (2014)	0	Fev (2014)	0,403008152
Mar (2014)	8,719285558	Mar (2014)	12,14839764	Mar (2014)	0	Mar (2014)	0,44810503
Abr (2014)	1,86145279	Abr (2014)	21,88517777	Abr (2014)	0	Abr (2014)	0,477902502
Mai (2014)	12,42415721	Mai (2014)	7,360275019	Mai (2014)	0	Mai (2014)	1,158409135
Jun (2014)	11,99967329	Jun (2014)	16,65742593	Jun (2014)	0	Jun (2014)	0,483723983
Jul (2014)	14,58386541	Jul (2014)	16,06146807	Jul (2014)	0	Jul (2014)	1,506433445
Ago (2014)	8,011836452	Ago (2014)	7,438025875	Ago (2014)	0,799921631	Ago (2014)	0,376309348
Set (2014)	11,25680891	Set (2014)	8,669005843	Set (2014)	0	Set (2014)	0,439949451
Out (2014)	10,89967596	Out (2014)	18,00672173	Out (2014)	0	Out (2014)	1,178783417
Nov (2014)	4,478552349	Nov (2014)	18,54956576	Nov (2014)	0,799921764	Nov (2014)	1,049392179
Dez (2014)	0,319968078	Dez (2014)	5,632695799	Dez (2014)	0	Dez (2014)	0,333884499
EQM (Série Total)	14,37863374	EQM (Série Total)	14,816	EQM (Série Total)	7,93461E-09	EQM (Série Total)	0,221042071

Na tabela A11 estão apresentados os volumes previstos de CY 108x141,5 2T, CY 108x153 3T, CY 108x153 FF, CY 108x50 FF, para o ano de 2014, com base no melhor modelo de previsão para cada formato.

Tabela A11 - Volumes previstos para 2014 por formato

CY 108x141,5 2T		CY 108x153 3T		CY 108x153 FF		CY 108x50 FF	
Instante	Previsão HWA	Instante	Previsão HWA	Instante	Previsão HWA	Instante	Previsão HWA
Jan (2014)	0,074240783	Jan (2014)	5,954672122	Jan (2014)	0,161624462	Jan (2014)	1,015804908
Fev (2014)	0,081631588	Fev (2014)	0,242244944	Fev (2014)	0,146159195	Fev (2014)	1,910079359
Mar (2014)	0,78445067	Mar (2014)	0,031749903	Mar (2014)	0,119942131	Mar (2014)	2,379030839
Abr (2014)	0,044179912	Abr (2014)	1,871001416	Abr (2014)	0,222597013	Abr (2014)	8,902183424
Mai (2014)	0,046681119	Mai (2014)	2,196839471	Mai (2014)	0,081832583	Mai (2014)	6,9697605
Jun (2014)	0,124574682	Jun (2014)	3,276317425	Jun (2014)	2,88026432	Jun (2014)	3,80540312
Jul (2014)	0,787938185	Jul (2014)	0,218971936	Jul (2014)	6,388539084	Jul (2014)	7,2150346
Ago (2014)	0,03023777	Ago (2014)	2,159460756	Ago (2014)	4,173426211	Ago (2014)	4,533129638
Set (2014)	0,03703965	Set (2014)	0,831488714	Set (2014)	3,243166842	Set (2014)	10,614956
Out (2014)	0,037909273	Out (2014)	5,452175542	Out (2014)	4,770694271	Out (2014)	4,348190026
Nov (2014)	0,041289372	Nov (2014)	0,359219172	Nov (2014)	5,716329286	Nov (2014)	4,177231687
Dez (2014)	0,045088168	Dez (2014)	1,095382058	Dez (2014)	1,514889158	Dez (2014)	4,292230621
EQM (Série Total)	0,325767416	EQM (Série Total)	22,33464084	EQM (Série Total)	10,35249067	EQM (Série Total)	12,04798203

Na tabela A12 estão apresentados os volumes previstos de CY 108x85 2T, CY 108x85 3T e CY 108x85 FF para o ano de 2014, com base no melhor modelo de previsão para cada formato.

Tabela A12 - Volumes previstos para 2014 por formato

<u>CY 108x85 2T</u>		<u>CY 108x85 3T</u>		<u>CY 108x85 FF</u>	
Instante	Previsão HWA	Instante	Previsão HWA	Instante	Previsão HWA
Jan (2014)	0	Jan (2014)	0	Jan (2014)	0
Fev (2014)	2,999828607	Fev (2014)	0	Fev (2014)	0
Mar (2014)	5,221948867	Mar (2014)	0	Mar (2014)	0
Abr (2014)	0	Abr (2014)	0	Abr (2014)	0
Mai (2014)	0	Mai (2014)	0	Mai (2014)	0
Jun (2014)	0	Jun (2014)	0	Jun (2014)	0
Jul (2014)	2,18430146	Jul (2014)	0	Jul (2014)	0
Ago (2014)	0	Ago (2014)	1,2488751	Ago (2014)	0
Set (2014)	1,296870325	Set (2014)	0	Set (2014)	0
Out (2014)	0	Out (2014)	0	Out (2014)	0
Nov (2014)	0	Nov (2014)	0	Nov (2014)	0,00100131
Dez (2014)	0	Dez (2014)	0	Dez (2014)	0
EQM (Série Total)	0,302515637	EQM (Série Total)	4,33334E-10	EQM (Série Total)	5,24135E-08