

Desenvolvimento de um Modelo Previsão de Vendas Numa Indústria de Tintas

Jorge Miguel de Carvalho Cruz

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Osswald



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2020-06-29

Aos meus pais, irmã e namorada.

Resumo

A rápida evolução do mercado foi acompanhada de novas exigências, aumentando assim a competitividade entre empresas. O *timing* de produção, a otimização de *stocks*, antecipação e tempo de resposta ao cliente são determinantes ao sucesso da empresa, fatores estes que podem ser definidos através do cálculo de previsão de vendas.

Nesta dissertação é desenvolvido um modelo de previsão de vendas e de monitorização de desvios numa empresa de tintas e vernizes, após terem sido identificadas oportunidades de melhoria no processo de previsão.

Inicialmente foi identificada a cadeia de valor empresarial e seus pontos de informação e, posteriormente, o tratamento de dados e análise à tendência e sazonalidade.

Perante os dados obtidos, foram identificados dois tipos de distribuição de vendas, sazonal e não sazonal e testados os modelos de cálculo mais adequados e as diferenças entre produtos. Como resultado dos testes realizados concluiu-se que os modelos mais adequados para distribuições sazonais e não sazonais são o de *Holt-Winters* para efeitos sazonais multiplicativos e Linear de *Holt*, respetivamente.

Development of a Sales Forecast Model in a Paints Industry

Abstract

The fast evolution of the market was followed by new requirements, increasing the competitiveness between companies. The production timing, stocks optimization, anticipation and response timing to the customers are determinants to the company success and can be defined by the calculation of sales forecast.

In this dissertation is developed a model to sales forecast and deviation monitoring in a paints and varnishes company, after being identified the improvement opportunities in the forecasting process.

Initially was identified the business value chain e its information points and, after, the data treatment and the analysis to the tendency and seasonality.

In view of the data obtained, were identified two types of sales distribution, seasonal and not seasonal and tested the calculation models more suitable and the differences between products. As a result of the realized tests, was concluded that the most suitable models to seasonal and no seasonal distributions are the *Holt-Winters* to multiplicative seasonal effects and the *Holt* Linear model, respectively.

Agradecimentos

À CIN pela forma como me recebeu e pelos recursos disponibilizados que permitiram a realização desta dissertação.

Ao Departamento do Planeamento por toda a colaboração, disponibilidade e conhecimento transmitido. Aos Engenheiros José Paiva e Alexandra Melo pela orientação, disponibilidade, conhecimento e apoio dados durante a realização do projeto.

À minha família pelo apoio, educação e pela peça fundamental que representaram e aos meus amigos pela ajuda e compreensão ao longo tempo.

Por fim, à Leonor, por todo o apoio, ajuda e orientação na realização do relatório e por ser um pilar fundamental para a concretização do meu Mestrado e dos meus objetivos pessoais.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação	1
1.2	A empresa CIN.....	2
1.3	Objetivos do projeto	4
1.4	Metodologia do Projeto	4
1.5	Estrutura da dissertação	5
2	Revisão Bibliográfica.....	7
2.1	Como escolher a técnica de previsão correta?	7
2.1.1	Gestor, Previsor & Métodos de Escolha	7
2.1.2	Análise e Tratamento de Dados	8
2.2	Os Três Tipos Gerais de Metodologias de Previsão	9
2.2.1	Modelos de previsão.....	11
2.2.2	Avaliação de Métodos de Previsão.....	14
3	Funcionamento da atividade da empresa.....	16
3.1	Cadeia de Valor da CIN	16
3.2	Produtos do Grupo CIN.....	16
3.3	Previsão de Vendas – Situação Atual	18
3.3.1	Cálculo de previsões.....	18
3.3.2	Utilização das previsões	18
3.4	As Famílias do <i>Top 10</i>	19
3.4.1	Análise às Famílias A e B.....	21
4	Desenvolvimento do modelo de previsão e monitorização de desvios	23
4.1	Análise e Tratamento de Dados.....	23
4.2	Identificação e Seleção dos Modelos de Previsão	25
4.2.1	Identificação dos Modelos de Previsão.....	25
4.2.2	Seleção dos Modelos de Previsão.....	26
4.3	Estudos complementares.....	28
4.3.1	Identificação do procedimento de cálculo de previsões mais adequado	28
4.3.2	Desvios por Categoria de Produto	29
4.4	Monitorização e Ajuste de Desvios da Previsão Calculadas.....	30
5	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro.....	31
	Referências	32
ANEXO A:	Análise da Distribuição de Vendas do Produto 1	34
ANEXO B:	Análise da Distribuição de Vendas do Produto 2	36
ANEXO C:	<i>Layout</i> do modelo de <i>Holt-Winters</i> para Efeitos Sazonais Multiplicativos	38
ANEXO D:	<i>Layout</i> do modelo <i>Lineas de Holt</i>	39
ANEXO E:	Guião Para a Utilização dos Modelos de Cálculo	40
ANEXO F:	Distribuição de vendas de três produtos com categoria distinta	41
ANEXO G:	Modelo de Monitorização de Desvios e Ajuste de Previsões.....	43
ANEXO H:	Guião para monitorização de desvios face à previsão da Divisão Comercial para efeitos de S&OP	44

Siglas

CDM – Centro de Distribuição da Maia

CIN – Corporação Industrial do Norte

EMA – Erro Médio Absoluto

ERP – Enterprise Resource Planning

IFS – Industrial and Financial Systems

I&D – Investigação e Desenvolvimento

MM – Média Móvel

PALOP – Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa

PIB – Produto Interno Bruto

REQM – Raiz do Erro Quadrático Médio

RMQ – Regressão dos Mínimos Quadráticos

S&OP – Sales and Operations Planning

VP – Valor de Prova

Índice de Figuras

Figura 1 - Faturação por área de negócio.	3
Figura 2 - Organigrama da Direção de Operações.	3
Figura 3 - Metodologia do projeto.	4
Figura 4 - Custo da previsão vs custo da imprecisão (Chambers, Mullick, & Smith, 2017).	8
Figura 5 - Padrões estacionários (Chaudhary, 2017).	10
Figura 6 - Padrões de procura sazonal (Chaudhary, 2017).	10
Figura 7 - Padrões cíclicos (Chaudhary, 2017).	10
Figura 8 - Padrões de tendência (Chaudhary, 2017)	10
Figura 9 - Cadeia de valor do grupo CIN.	16
Figura 10 - Status de manuseamento dos produtos.	17
Figura 11 - Litros de tinta comercializados pelas famílias do <i>top 10</i>	20
Figura 12 - Percentagem de faturação por família.	20
Figura 13 - Distribuição anual de vendas da família A.	21
Figura 14 - Distribuição de vendas anual da família B.	22
Figura 15 - Distribuição de vendas Produto 1.	24
Figura 16 - Distribuição de vendas do Produto 2.	24
Figura 17 - Resultado do teste de hipóteses.	25
Figura 18 - Modelos de previsões selecionados.	26
Figura 19 - Seleção do modelo de previsão para distribuições sazonais.	26
Figura 20 - Seleção do modelo de previsão para distribuições não sazonais.	27
Figura 21 - Comparação de desvios dos diferentes métodos.	29
Figura 22 - Comparação de desvios por categoria ABC.	30
Figura 23 - Teste <i>Trend Analysis</i>	34
Figura 24 - Teste <i>Partial Autocorrelation</i>	34
Figura 25 - <i>Normality Test</i>	35
Figura 26 - Teste <i>Trend Analysis</i>	36
Figura 27 - Teste <i>Partial Autocorrelation</i>	36
Figura 28 - <i>Normality Test</i>	37
Figura 29 - Layout modelo de previsão para distribuições sazonais (Produto1).	38
Figura 30 - Comparação de vendas com previsões futuras calculadas (Produto 1).	38
Figura 31 - <i>Layout</i> do modelo de previsão para distribuições não sazonais (Produto 2).	39
Figura 32 - Comparação de vendas com previsões futuras (Produto 2).	39
Figura 33 - Distribuição de vendas de um produto da categoria A.	41
Figura 34 - Distribuição de vendas de um produto da categoria B.	41
Figura 35 - Distribuição de vendas de um produto da categoria C.	42
Figura 36 - Modelo de monitorização e ajuste.	43

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tipos de distribuição de vendas e correspondentes modelos de cálculo.....	5
Tabela 2 - Informações relativas à família A.	21
Tabela 3 - Informações relativas à família B.....	22
Tabela 4 - Informações dos produtos selecionados para desenvolvimento do projeto.	23
Tabela 5 - Resultados dos testes realizados à distribuição de vendas dos dois produtos.	25

1 Introdução

O aumento da competitividade do mercado gera a necessidade de melhoria continua por parte das empresas. Essa melhoria é representada pelas maiores flexibilidade e rapidez de resposta face às exigências dos clientes. Como resultado, a satisfação do cliente e a maximização dos lucros da empresa são expectáveis através da otimização do *timing* de produção, dos *stocks* e da antecipação e tempo de resposta ao cliente.

A razão pela qual a previsão de vendas é tão importante é pelo facto de que prever eventos futuros é um dado de entrada crítico para vários tipos de planeamento e realização de processos de decisão. Focado na área de Operações de Gestão, o desenvolvimento de um modelo de previsão de vendas permite programar a produção, controlar inventários, gerir a cadeia de abastecimento, determinar requisitos do pessoal e planear a capacidade (Montgomery, Jennings, & Kulahci, 2008).

Segundo os autores acima referidos, a previsão abrange diversas áreas como negócios e indústria, governo, economia, ciências ambientais, medicina, ciências sociais, política e finanças e pode ser classificada temporalmente:

- Curto prazo: dias, semanas, meses;
- Médio prazo: um, dois anos;
- Longo prazo: superior a dois anos.

As duas primeiras são requeridas por atividades desde gestão de operações até orçamentos e seleção de novos projetos de pesquisa e desenvolvimento. Na última, as previsões têm impacto em assuntos relacionados com o planeamento estratégico. As previsões a curto e médio prazo são baseadas na identificação, modelação e extrapolação de padrões existentes nos dados históricos e utilizam modelos estatísticos para o cálculo das previsões. Uma série temporal é uma sequência de observações cronológicas de uma variável de interesse (Montgomery, Jennings, & Kulahci, 2008). No caso do presente trabalho, a variável de interesse é a distribuição de vendas de tintas. A análise de séries temporais é uma técnica estatística utilizada quando existem dados históricos referentes a vários anos passados e a relações e tendências claras e estáveis. O previsor tem como princípio básico a utilização de dados relacionados com a *performance* histórica de forma a identificar a corrente taxa de crescimento ou declínio. Essa taxa de aceleração ou desaceleração constitui a base da previsão. Vários modelos matemáticos de previsão podem ser desenvolvidos a partir da identificação dessa taxa (Chambers, Mullick, & Smith, 2017).

Este relatório apresenta o trabalho desenvolvido durante o estágio realizado na empresa Corporação Industrial do Norte (CIN), no Departamento do Planeamento Industrial e orientado pelo Diretor Engenheiro José Paiva e Gestora de projetos e *stocks*, Engenheira Alexandra Melo.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

A empresa utiliza uma aplicação criada pelo Departamento do Planeamento que calcula as previsões de vendas tendo por base o seu histórico. Estas previsões identificadas como

“Previsões do Planeamento” são revistas periodicamente de acordo com o histórico de vendas que é gerado com os valores de vendas mensais por produto. No fim de cada trimestre os resultados obtidos nesse período são divulgados ao Planeamento, Divisão de Compras e Comercial. Nessas reuniões, o Departamento Comercial indica as previsões para o trimestre seguinte, designadas ao longo deste relatório como “Previsões do Departamento Comercial”. Estas são agrupadas por famílias de produtos e são geradas para as dez famílias com maior faturação no trimestre anterior e para as quinze famílias que apresentaram maior desvios de vendas face à previsão dada pelo Departamento Comercial para esse mesmo período.

O modelo de cálculo do Planeamento não considera os padrões de procura como base da previsão de vendas, ao contrário das previsões fornecidas pelo Departamento Comercial, que são geradas com grande conhecimento do estado atual do mercado e, portanto, espera-se que sejam mais aproximadas com a realidade. Com base na divergência encontrada entre as previsões dos dois departamentos surgiu a necessidade de ajustar as previsões calculadas por produto às previsões do departamento comercial dadas por família. Deste modo, o presente trabalho tem como foco o desenvolvimento de um modelo de cálculo que permita monitorizar os desvios e ajustar as previsões à realidade, através da análise da tendência e sazonalidade das vendas.

Desta forma, o modelo desenvolvido permitirá à empresa conjugar a produção com uma previsão mais real de forma a otimizar o planeamento, reduzir as ruturas de *stock* e desperdícios de forma a aumentar o valor acrescentado gerado.

1.2 A empresa CIN

O grupo CIN surge em 1917 com a fundação da Companhia Industrial do Norte, SARL. Em 1926, surge a CIN, SA, que vem a tornar-se a empresa-mãe do grupo. O objetivo da liderança e crescimento levam à aquisição das empresas concorrentes Tintas Lacose e Sotinco, assim como à expansão mundial do grupo, empregando mais de 1400 pessoas distribuídas pelos seguintes polos de produção:

- CIN;
- CIN *Industrial Coatings*;
- CIN *Valentine*;
- Pinturas CIN Canárias;
- CIN *Soritec*;
- CIN *Celliose*;
- CIN *Monopol*;
- Tintas CIN Angola;
- Tintas CIN de Moçambique;
- CIN *Govesan*.

Além dos polos acima referidos, o grupo exporta para diferentes partes do mundo entre as quais, África do Sul, Polónia, Turquia, México e Países africanos de língua oficial portuguesa (PALOP).

A CIN é líder nacional desde 1992 e líder do mercado ibérico desde 1995, ocupando o 16º lugar a nível Europeu e 48º lugar a nível Mundial.

O grupo é segmentado em diferentes áreas de negócio, nomeadamente Unidade 1, Unidade 2 e Unidade 3.

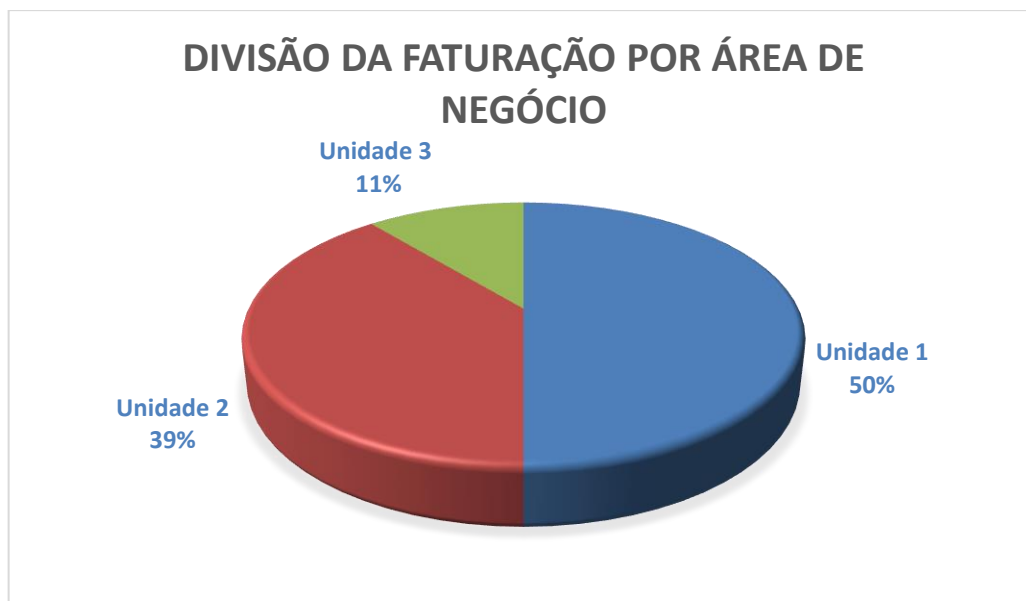


Figura 1 - Faturação por área de negócio.

Como demonstra a Figura 1, a área de negócio com maior percentagem de vendas é a Unidade 1, destinados ao mercado profissional e consumidores finais. Em 2015, o grupo CIN desenvolveu uma nova área de negócio destinada à produção de tintas náuticas, através da criação da empresa Navis.



Figura 2 - Organigrama da Direção de Operações.

O Departamento de Planeamento Industrial, onde foi realizado o presente projeto, faz parte da Direção de Operações e desempenha as seguintes funções:

- 1) Gestão de *stocks* dos produtos comercializados pela CIN;
- 2) Previsão de vendas mensais para produtos de lote da CIN, CIN Indústria e CIN Canárias produzidos na área fabril da Maia;
- 3) Planeamento do lançamento de fabricos e enchimentos;
- 4) Mapeamento da necessidade de matérias-primas e embalagens, de modo a informar o Departamento de Compras e o Serviço de Aprovisionamento de Embalagens;
- 5) Criação de uma lista de gestão dos produtos de compra;
- 6) Elaboração diária do mapa de fabricos prioritários para os responsáveis fabris;
- 7) Informação do Serviço ao Cliente sobre previsão de datas para entrada de produtos especiais e rutura de produtos de lote;

8) Gestão de *stocks* de produtos em loja.**1.3 Objetivos do projeto**

O projeto tem como objetivos o desenvolvimento de um modelo de cálculo de previsão de vendas e de um modelo de monitorização e ajuste de desvios das previsões calculadas face às previsões do Departamento Comercial.

Como referido no enquadramento do projeto, o Departamento do Planeamento tem vindo a calcular as previsões de vendas tendo por base as vendas contabilizadas em períodos anteriores. Analisados os resultados obtidos, foi concluído que o processo de cálculo apresenta dificuldades na deteção de padrões presentes no histórico de dados, principalmente em produtos que apresentam maior dispersão da série temporal. Os resultados gerados apresentam grandes desvios em relação à realidade, o que obriga a uma constante revisão e alteração das previsões.

O modelo a desenvolver deve fornecer previsões menos desviadas da realidade que o modelo atual, facilitando o processo de validação de previsões de forma a evitar constantes revisões e alterações. Os resultados obtidos devem ser fiáveis pois é esta informação que organiza a atividade produtiva da empresa.

No início de cada trimestre, o Departamento Comercial projeta o total de vendas para esse período. As projeções estão mais em linha com as alterações do mercado e com as necessidades dos clientes e são dadas para algumas famílias de produtos. De forma a otimizar o processo produtivo, a Direção de Operações necessita que as quantidades a produzir se apresentem por produto e por mês. Assim, o projeto apresenta um segundo objetivo, a monitorização e o ajuste das previsões calculadas face às previsões fornecidas pelo Departamento Comercial

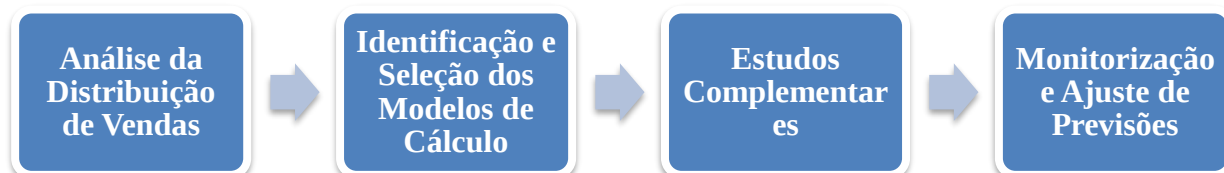
1.4 Metodologia do Projeto

Figura 3 - Metodologia do projeto.

De forma a identificar o funcionamento do mercado de tintas o primeiro passo do projeto foi a análise da distribuição de vendas de alguns produtos comercializados pela empresa. Esta análise teve como objetivo a identificação dos diferentes tipos de produtos existentes. Posteriormente, foi realizada uma pesquisa de forma a serem identificados os modelos de cálculo de previsões mais indicados para os tipos de distribuição existentes. A Tabela 1 apresenta os diferentes tipos de distribuição de vendas identificados e os correspondentes modelos de cálculo testados para cada tipo de distribuição.

Tabela 1 - Tipos de distribuição de vendas e correspondentes modelos de cálculo.

Tipo de Distribuição de Vendas	Modelo de Cálculo
Sazonal	Média Móvel
	Dupla Média Móvel
	<i>Holt-Winters</i> para efeitos sazonais aditivos
	<i>Holt-Winters</i> para efeitos sazonais multiplicativos
Não Sazonal	Regressão dos mínimos quadráticos
	Linear de <i>Holt</i>

Com o objetivo de selecionar os modelos que apresentam os melhores resultados para cada tipo de distribuição de vendas, foram realizados estudos aos modelos de cálculo e selecionados os dois que apresentaram menores desvios em relação às vendas contabilizadas num dado período. Foram também estudados os desvios obtidos para os diferentes tipos de produtos, nomeadamente por categoria ABC, por capacidade de embalagem e por produto com distribuição de vendas sazonal e não sazonal.

Por fim, utilizando os modelos de cálculo selecionados anteriormente foi desenvolvido um modelo de monitorização e ajuste de previsões com base nas previsões do Departamento Comercial. Este modelo analisa as previsões fornecidas pelo Departamento Comercial, compara com as previsões calculadas pelos modelos de cálculo desenvolvidos e gera um coeficiente que ajusta as previsões calculadas às previsões do Departamento Comercial.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos:

- **Introdução:** Apresenta uma breve introdução do tema e a importância do projeto, o enquadramento e motivação através da identificação dos problemas existentes no cálculo de previsões de vendas que levam à necessidade de desenvolvimento de um modelo mais preciso. Neste capítulo é também apresentada a história da empresa e o departamento onde foi realizado o estágio. Por fim são apresentados os objetivos do projeto e a metodologia seguida para o desenvolvimento do projeto e realização dos objetivos;
- **Revisão bibliográfica:** Realiza uma breve revisão dos conceitos fundamentais para a realização do projeto. É apresentada uma noção sobre previsão de vendas e os vários modelos de cálculo utilizados no projeto;
- **Funcionamento da atividade da empresa:** Este capítulo expõe a atividade económica da empresa, através da sua cadeia de valor e do tipo de produtos comercializados. Neste ponto é apresentado o modelo de cálculo de previsões de vendas atualmente utilizado pela empresa e o estudo efetuado à distribuição de vendas das duas famílias com maior faturação no primeiro trimestre de 2020;
- **Desenvolvimento de um modelo de previsão e monitorização de desvios:** Em primeiro lugar apresenta a análise e tratamento de dados necessários para o desenvolvimento dos modelos. De seguida, são apresentados os resultados obtidos nos diferentes modelos desenvolvidos e selecionados os modelos que satisfazem as necessidades do projeto. Com base nos modelos desenvolvidos são apresentados os resultados dos estudos realizados aos diferentes tipos de produtos das dez famílias com maior faturação no primeiro trimestre de 2020. Por fim, este capítulo apresenta o desenvolvimento de um modelo de monitorização e ajuste das previsões calculadas face as previsões fornecidas pelo Departamento Comercial;

- **Conclusões e perspectiva de trabalhos futuros:** Como finalização do presente relatório, são apresentadas as conclusões do projeto com base nos resultados obtidos e no trabalho desenvolvido e a perspectiva de trabalhos futuros que passa pela utilização dos resultados obtidos na validação das previsões calculadas por um *software* ERP que se pretende implementar no corrente ano civil.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Como escolher a técnica de previsão correta?

As decisões de gestão são tomadas de acordo com as previsões que podem ser obtidas através ou não do uso de técnicas formais. A seleção do melhor caminho a seguir, do ponto de vista produtivo, deve ser realizada tendo em conta uma visão do futuro. Assim, a previsão surge como um assistente no processamento de informação relativa ao futuro. O aumento da volatilidade dos mercados, o maior tempo de tomada de decisões, a adoção de procedimentos de planeamento abrangentes e a propagação dos computadores são os fatores que aumentam o interesse das empresas para o cálculo de previsões (Doyle & Fenwick, 1976)

Os métodos de previsão foram desenvolvidos de modo a identificar padrões no histórico da procura que possam ser projetados para o comportamento futuro, que podem ser a sazonalidade, tendências, alterações repentinas nos níveis de procura, reduções de preço, manobras da concorrência, greves e grandes oscilações da economia. Para calcular previsões é essencial selecionar o método que melhor responde à necessidade e que melhor se enquadra com as características do problema. Assim, o gestor e o previsor devem identificar a técnica mais simples, económica e que faz o melhor uso dos dados disponíveis, com base na informação existente e que apresente uma proporcionalidade direta entre um bom alcance de previsão e um bom resultado (Chambers, Mullick, & Smith, 2017).

Segundo os autores mencionados anteriormente, a seleção do método depende de vários fatores:

- Contexto da previsão;
- Relevância e disponibilidade de dados históricos;
- Grau de precisão desejado;
- Período de tempo a ser previsto;
- Custo/benefício da previsão para a empresa;
- Tempo disponível para realizar a análise;
- Estado de ciclo de vida do produto, que permite estabelecer relações entre fatores (Chambers, Mullick, & Smith, 2017).

2.1.1 Gestor, Previsor & Métodos de Escolha

A precisão e potência exigidas para as técnicas a utilizar podem ser definidas identificando o propósito da previsão, isto é, como é suposto utilizar a previsão calculada. Se o objetivo da previsão for desenvolver um padrão para avaliar o desempenho, o método a utilizar não deve ter em conta ações especiais, como promoções e outras ações de *marketing*, pois alteram os padrões históricos, as relações e fazem parte do desempenho a ser avaliado. Os efeitos das ações e eventos especiais devem ser contabilizados quando se pretende determinar a previsão do aumento de vendas de uma estratégia de *marketing*. O gestor deve identificar o nível de imprecisão tolerável, ou seja, deve decidir como os resultados podem variar, dependendo do alcance de precisão da previsão. Na produção e controlo de inventários, uma maior precisão da previsão resulta em menor *stock* de segurança que, por sua vez, representa um menor custo para a empresa. Deste modo, devem ser avaliados os custos de previsões mais e menos precisas e comparados com as possíveis reduções de custos (Chambers, Mullick, & Smith, 2017).

A figura seguinte apresenta a forma como o custo e a precisão aumentam com a sofisticação contra os custos correspondentes e erros de previsão, dadas premissas gerais. A técnica mais sofisticada que consegue ser economicamente justificada é aquela que cai na região onde o somatório de dois custos é mínimo.

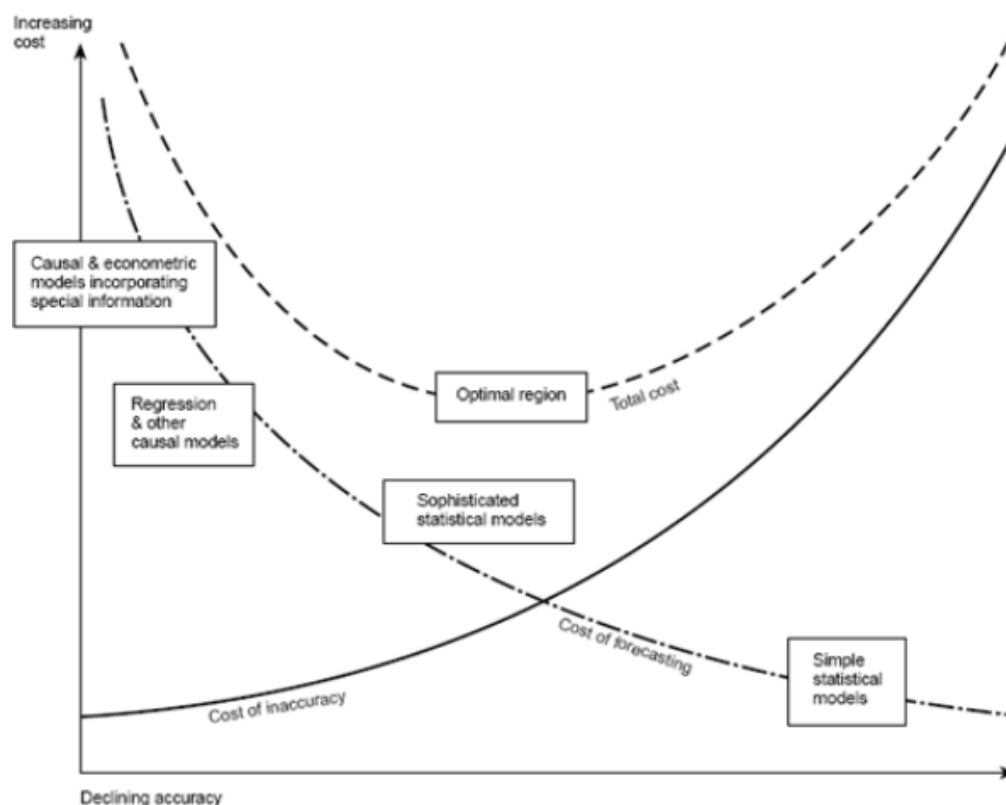


Figura 4 - Custo da previsão vs custo da imprecisão (Chambers, Mullick, & Smith, 2017).

2.1.2 Análise e Tratamento de Dados

A análise dos dados a utilizar no cálculo de previsões está dividida em dois pontos: análise preliminar e a análise ao comportamento da série temporal. A primeira relaciona-se com o tratamento de dados, de onde são retirados os dados atípicos. A segunda trata os padrões de previsão inerentes à série de dados históricos.

Análise Preliminar

Segundo Tolvi (1998) existem dois tipos de anomalias (*outliers*):

- **Erros grosseiros** - observações defeituosas, como erros de medição, gravação e digitação. A identificação deste tipo de erros é no mínimo um aspeto controverso da deteção de *outliers* pois são erros que deveriam ser identificados e corrigidos naturalmente. Hampel *et al.* estimaram que a frequência deste tipo de erros varia entre 1 e 10% (Hampel, Ronchetti, Rousseeuw, & Stahel, 2005).
- **Outliers “verdadeiros”** - caracterizam-se como valores reais e corretos, mas que de alguma forma são suspeitos ou inesperados.

Existem dois tipos de deteção de *outliers*: testes formais e informais, também designados testes de discordância e métodos de rotulagem de *outlier*, respetivamente. A maior parte dos testes formais necessita de um teste estatístico às hipóteses. Estes assumem distribuições constantes e testam se os valores extremos são *outliers* da série temporal. Para identificar *outliers*, os testes informais criam um intervalo ou critério e as observações que se apresentarem para além do intervalo ou critério são consideradas *outliers* (Seo, 2002).

Correção de outliers

Durante a análise de séries temporais foram identificados *outliers* e, devido à necessidade de os corrigir, foi realizada uma análise com o objetivo de associar causas aos valores encontrados.

Pellegrini (2000) sugere dois procedimentos para o tratamento de *outliers*:

- **Procedimento A:** Quando o *outlier* se encontra no fim da série temporal e existem valores suficientes para gerar previsões, este deve ser substituído pela previsão do período correspondente ao dado excluído.
- **Procedimento B:** Se o *outlier* se encontrar no início da série temporal deve ser substituído por um valor médio das observações imediatamente adjacentes.

2.2 Os Três Tipos Gerais de Metodologias de Previsão

Segundo Chambers, Mullick, & Smith (2017) existem três tipos gerais de metodologias de previsão,

- **Técnicas qualitativas** - utilizam dados qualitativos, como a opinião de um especialista, e informações de eventos especiais, podendo ter ou não o passado em consideração;
- **Análises e projeções temporais** – focam-se em padrões e alterações e dependem inteiramente de dados históricos;
- **Modelos causais** - utilizam informação altamente refinada e específica acerca das relações entre elementos do sistema e é suficientemente potente para ter em conta eventos especiais.

Para estes autores, as diferenças apresentadas implicam que o mesmo tipo de técnica de previsão não é apropriado para prever vendas nos vários estados do ciclo de vida do produto, pois uma técnica que depende de dados históricos não será útil em previsões de futuro de um produto completamente novo e sem histórico.

Técnicas Quantitativas

Análise de Séries Temporais

Segundo Chambers, Mullick, & Smith (2017), a análise de séries temporais para um produto ou uma linha de produtos é realizada recorrendo a técnicas estatísticas utilizadas quando há dados relativos a vários anos anteriores e quando as relações e as tendências são claras e relativamente estáveis. É usualmente difícil fazer projeções a partir de dados não tratados, uma vez que as tendências não são imediatamente óbvias e podem contemplar variações sazonais ou estarem distorcidas por vários fatores, como por exemplo os efeitos de uma larga campanha de promoção de vendas. Os dados devem ser tratados antes de serem utilizados, o que é geralmente realizado pela análise de séries temporais.

Uma série temporal é um conjunto de dados não tratados cronologicamente ordenados, como as vendas que uma divisão apresenta de um dado produto, por mês, ao longo de alguns anos. De acordo com os autores, as séries temporais ajudam a identificar e explicar:

- Alguma variação regular ou sistemática na série de dados que é devida à sazonalidade;
- Padrões cíclicos que se repetem a cada dois, três ou mais anos;
- Tendências nos dados.

Decomposição Clássica

A Decomposição Clássica consiste num modelo que utiliza simples formulações matemáticas para dividir uma série temporal em quatro componentes principais, a partir dos quais é possível prever o futuro. Os quatro componentes são a tendência, o ciclo, a sazonalidade e o termo aleatório que é gerado por alterações de curto período e inexplicáveis (Makridakis & Wheelwright, 1982).

A decomposição clássica de séries temporais possibilita escrever a série como soma ou multiplicação de componentes não observáveis. O modelo aditivo é utilizado quando os dados

são formados por adição dos componentes da série temporal e o modelo aplicativo formado por multiplicação dos componentes (Smailes & McGrane, 2000).

Padrões de procura: Segundo Chaudhary (2017), a previsão é realizada seguindo o padrão de um evento passado. O padrão pode ser visto em função do tempo e pode ser observado diretamente de dados históricos. Uma série temporal pode ter os seguintes padrões:

- **Padrões Históricos (Padrões Estacionários):** quando a média não se altera ao longo do tempo. Produtos com vendas estáveis são alguns exemplos (Chaudhary, 2017).

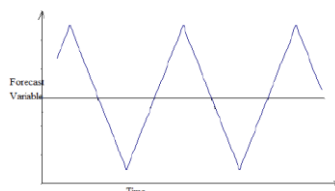


Figura 5 - Padrões estacionários (Chaudhary, 2017).

- **Padrões de Procura Sazonal:** quando a série flutua de acordo com algum fator sazonal. A série pode ser em meses, semanas ou dias (Chaudhary, 2017).

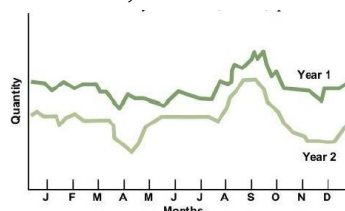


Figura 6 - Padrões de procura sazonal (Chaudhary, 2017).

- **Padrões Cíclicos:** a duração do ciclo único é maior que um ano. O ciclo não se repete em intervalos de tempo constantes. Alguns dos exemplos são preços de metal, produto interno bruto (PIB), etc (Chaudhary, 2017).

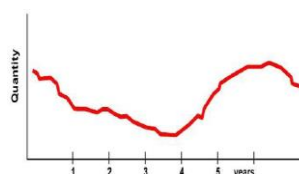


Figura 7 - Padrões cíclicos (Chaudhary, 2017).

- **Padrão de Tendência:** quando existe uma tendência de aumento ou diminuição nos valores das variáveis ao longo do tempo (Chaudhary, 2017).

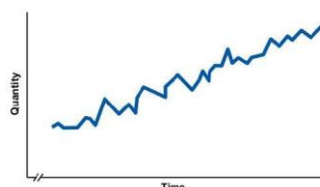


Figura 8 - Padrões de tendência (Chaudhary, 2017)

Para além dos padrões apresentados, os componentes de uma série temporal também apresentam uma componente de aleatoriedade.

2.2.1 Modelos de previsão

Método da Média Móvel (MM)

Médias móveis providenciam um método simples que tem como objetivo amortizar dados históricos e estimar a componente de tendência do ciclo. São blocos de construção fundamentais em todos os métodos de decomposição.

A ideia por trás das médias móveis é que as observações que se encontram próximas em tempo são também próximas em valor. Assim, utilizando uma média de pontos próximos de uma observação, espera-se providenciar uma estimativa razoável de tendência nessa observação. A média elimina alguns dados aleatórios, deixando um componente de tendência amortizado (Makridakis, Wheelwright, & Hyndman, 2008).

É necessário decidir a quantidade de dados a incluir em cada média. Supondo que são utilizadas médias com três pontos este processo é denominado por média de ordem 3 ou 3 MM.

O termo “média móvel” é utilizado para descrever este procedimento porque cada média é computada deixando a observação mais antiga e incluindo a observação seguinte. A média movimenta-se ao longo da série temporal e o número de dados em cada média permanece constante. Uma média móvel de ordem k (ou k MM), onde k é um inteiro ímpar, é definida como a média que consiste numa observação de $m = \frac{(k-1)}{2}$ pontos em cada lado dado que,

$$T_t = \frac{1}{k} \sum_{j=-m}^m Y_{t+j} \quad (2.1)$$

Determinar a extensão apropriada de uma média móvel é uma tarefa importante na decomposição de métodos. Como regra, um número grande de termos na média móvel aumenta a probabilidade da aleatoriedade ser eliminada, no entanto, quanto maior for a extensão, mais termos e informação são perdidos ao longo do processo, uma vez que k valores de dados são necessários para uma média de termo k (Makridakis, Wheelwright, & Hyndman, 2008).

Dupla Média Móvel

As médias móveis centradas são um exemplo de como uma média móvel pode ser amortizada por outra média móvel. Juntas, a mais amortizada é conhecida como dupla média móvel. De facto, qualquer combinação de médias móveis pode ser utilizada para formar uma dupla média móvel. Por exemplo, $3 * 3$ média móvel é uma 3 MM de uma 3 MM (Makridakis, Wheelwright, & Hyndman, 2008).

$$T_2 = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3}{3} \quad (2.2)$$

$$T_3 = \frac{Y_2 + Y_3 + Y_4}{3} \quad (2.3)$$

$$T_4 = \frac{Y_3 + Y_4 + Y_5}{3} \quad (2.4)$$

$$T_3'' = \frac{T_2 + T_3 + T_4}{3} \quad (2.5)$$

Regressão dos Mínimos Quadráticos (RMQ)

Deriva uma equação descrevendo um relacionamento linear entre dados de vendas históricas para que o somatório dos quadrados das diferenças entre dados de vendas atuais e a linha de regressão sejam minimizados. A previsão é a projeção da linha linear no futuro. Este método

requer dados históricos de vendas para o período representado pelo número de períodos mais adequado, mais o número especificado de períodos históricos de dados. O número mínimo é de dois dados históricos. É útil para prever a procura quando existe tendência linear nos dados. Este é também o método mais popular para identificar tendências lineares em dados históricos de vendas. É necessário calcular os valores de a e b para serem utilizados na fórmula:

$$Y = a + b * X \quad (2.6)$$

em que:

$$b = \frac{n * \sum X * Y - \sum X \sum Y}{n * \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2.7)$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b * \frac{\sum X}{n} \quad (2.8)$$

onde:

n corresponde ao número de períodos utilizados,

Y corresponde às vendas contabilizadas num dado período,

X corresponde ao período, com $X=1, 2, 3, \dots, n$.

onde o Y representa vendas e X o tempo. A Regressão linear é lenta para reconhecer pontos de viragem e mudanças no degrau da função na procura. A regressão linear encaixa a linha reta nos dados, mesmo quando os dados são sazonais ou mais bem descritos por uma curva. Quando assim é, é normal ocorrerem erros sistemáticos. Por exemplo, especificar $n=4$ para utilizar no histórico de setembro até dezembro como base para cálculos. Quando os dados estão disponíveis, um n maior deverá ser usado. A RMQ permite definir a linha para poucos pontos, como dois pontos de dados. O mínimo de vendas históricas necessárias é de n períodos mais o número de períodos de tempo que são precisos para avaliarem a *performance* da previsão (JD Edwards EnterpriseOne, 2016).

Método Linear de Holt

Em 1957, Holt criou um método de previsão, a partir do já existente método de amortecimento exponencial, que permite a previsão de dados tendo em conta a tendência da série temporal. O cálculo de previsões segundo este método é realizado utilizando dois parâmetros de amortização, α e β , com valores compreendidos entre 0 e 1, e três equações (Makridakis, Wheelwright, & Hyndman, 2008):

$$N_t = \alpha V_t + (1 - \alpha)(N_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.9)$$

$$T_t = \beta(N_t - N_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2.10)$$

$$F_{t+m} = N_t + T_t * m \quad (2.11)$$

em que:

F_{t+m} é a previsão calculada para o período $t+m$,

N_t é a estimativa do nível da série no instante t ,

T_t é a estimativa da tendência da série no instante t ,

m é o número de períodos futuros a serem previstos.

As equações anteriores apresentam dois processos de amortecimento, relativamente ao nível, pela equação (2.9) e relativamente à tendência pela equação (2.10). Este método é também conhecido como método de amortecimento exponencial duplo.

Segundo os autores, para séries temporais que apresentam tendência, este método é o que apresenta melhores resultados no cálculo de previsões. Ao contrário do amortecimento

exponencial simples, pelo método apresentado, a previsão de períodos futuros deixa de ser fixa e passa a considerar possíveis tendências.

Modelo de Holt-Winter

Os métodos estatísticos de séries temporais são técnicas quantitativas frequentemente utilizadas para realizar previsões de variáveis. Dentro destes métodos estão presentes os métodos de amortecimento exponencial, em particular o método *Holt-Winters*. Estes métodos são aplicáveis em séries temporais que apresentam tendência e sazonalidade e são os mais utilizados para a previsão de procura a curto prazo devido à sua simplicidade, baixo custo de operação, boa precisão e capacidade de ajustamento automático e rápido a mudanças na série em análise. Winter propõe métodos de projeção para essas séries, considerando dois tipos de efeitos sazonais: multiplicativo e aditivo (Veríssimo, Alves, Henning, & Amaral, 2012).

Método de Holt-Winter para Efeitos Sazonais Aditivos

Este método é utilizado na modelação de dados onde a amplitude sazonal permanece constante ao longo do tempo. O cálculo de previsões para futuros períodos da série temporal é dada por (Veríssimo, Alves, Henning, & Amaral, 2012):

$$F_{t+m} = N_t + T_t * m + S_{t-s+m}, \quad m = 1, 2, \dots \quad (2.12)$$

em que:

- F_{t+m} é a previsão calculada para o período $t+m$,
- N_t é a estimativa do nível da série no instante t ,
- T_t é a estimativa da tendência da série no instante t ,
- m é o número de períodos futuros a serem previstos,
- S_t é a estimativa da sazonalidade da série no instante t ,
- s é o período sazonal.

Para além da equação (2.12) que calcula as previsões para períodos futuros, este método utiliza três outras equações que calculam o nível (2.13), a tendência (2.14) e o fator sazonal (2.15) da série temporal.

$$N_t = \alpha * (V_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha) * (N_{t-1} + T_{t-1}) \quad 0 < \alpha < 1 \quad (2.13)$$

$$T_t = \beta * (N_t - N_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1} \quad 0 < \beta < 1 \quad (2.14)$$

$$S_t = \gamma * (V_t - L_t + (1 - \gamma) * S_{t-s}) \quad 0 < \gamma < 1 \quad (2.15)$$

Segundo os autores, os parâmetros α , β e γ são constantes de amortização que controlam o peso relativo do nível, da tendência e da sazonalidade, respetivamente. Uma forma simples de estimar os fatores sazonais iniciais é:

$$S_t = V_t - \sum_{n=1}^s \frac{V_n}{S}, \quad t = 1, 2, \dots, s \quad (2.16)$$

Modelo de Holt-Winter para Efeitos Sazonais Multiplicativos

Este método é geralmente utilizado na modelação de dados onde a amplitude do ciclo sazonal varia proporcionalmente ao nível da série com o passar do tempo. Segundo Veríssimo, Alves, Henning, & Amaral (2012), as projeções dos valores futuros da série são calculadas através da função de previsão do método representada por,

$$F_{t+m} = (N_t + T_t * m) * S_{t-s+m}, \quad m = 1, 2 \dots \quad (2.17)$$

em que:

- F_{t+m} é a previsão calculada para o período $t+m$,
- N_t é a estimativa do nível da série no instante t ,
- T_t é a estimativa da tendência da série no instante t ,
- m é o número de períodos futuros a serem previstos,
- St é a estimativa da sazonalidade da série no instante t ,
- s é o período sazonal.

Para além da equação (2.17), outras três equações são utilizadas para estimar o nível, a tendência da série no período atual e os valores do fator sazonal correspondente ao último período de sazonalidade, conforme as equações (2.18), (2.19) e (2.20), respetivamente.

$$N_t = \alpha * \frac{V_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha) * (N_{t-1} + T_{t-1}) \quad 0 < \alpha < 1 \quad (2.18)$$

$$T_t = \beta * (N_t - N_{t-1}) + (1 - \beta) * T_{t-1} \quad 0 < \beta < 1 \quad (2.19)$$

$$S_t = \gamma * \frac{V_t}{N_t} + (1 - \gamma) * S_{t-s} \quad 0 < \gamma < 1 \quad (2.20)$$

Os parâmetros α , β e γ são as constantes de amortização que controlam o peso relativo do nível (N_t), da tendência (T_t) e da sazonalidade (S_t), respetivamente e V_t as vendas correspondentes ao período t . É necessário estimar valores para $S_1, S_2, \dots, S_p$. Uma forma simples de fazer essas estimativas é:

$$S_t = \frac{V_t}{\sum_{n=1}^s \frac{V_n}{S}}, \quad t = 1, 2, \dots, s \quad (2.21)$$

2.2.2 Avaliação de Métodos de Previsão

Erro Médio Absoluto

O erro médio absoluto (EMA) é a média de valores absolutos dos erros entre dados atuais e previsões. O EMA é definido por primeiramente tornar cada erro positivo através da utilização do seu valor absoluto e depois calculando a média dos resultados. Quando são comparados múltiplos métodos de previsão, aquele que apresentar menor EMA é considerado o método mais confiável para esse produto e tem a vantagem de ser de mais fácil entendimento e de explicar a não especialistas na matéria. Quando a previsão é imparcial e os erros normalmente distribuídos, existe uma relação matemática simples entre EMA e duas outras medições comuns de distribuição, que são nomeadamente, desvio padrão e Erro Médio Quadrático (JD Edwards EnterpriseOne, 2016) (Makridakis, Wheelwright, & Hyndman, 2008).

$$EMA = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| \quad (2.22)$$

$$\sigma \cong 1.25 \text{ EMA} \quad (2.23)$$

$$\text{Erro Médio Quadrático} \cong -\sigma^2 \quad (2.24)$$

Raiz do erro quadrático médio

A raiz do erro quadrático médio (REQM) tem sido utilizada como uma medida estatística *standard* para medir a *performance* dos modelos de previsão. Geralmente e por definição a REQM é inferior ao EMA. Willmott e Matsuura (2005) provaram que a REQM não é equivalente ao EMA e que não é possível derivar o valor do EMA a partir da REQM e vice-versa. Definiram que para vários conjuntos de erros com o mesmo REQM o EAM varia de conjunto em conjunto. Para simplificar, assumindo que já se possui n amostras de erros do modelo de previsão e calculados como $e_i, i = 1, 2, \dots, n$, o REQM é calculado a partir dos dados através da equação (2.24) (Chai & Draxler, 2014).

$$REQM = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (2.24)$$

3 Funcionamento da atividade da empresa

3.1 Cadeia de Valor da CIN

Uma empresa pode ser identificada como uma coleção de atividades desempenhadas de forma a projetar, produzir, comercializar, distribuir e sustentar os seus produtos. Estas atividades podem ser representadas com o recurso a uma cadeia de valor. A cadeia de valor de uma empresa e a forma como esta desempenha as atividades individuais é uma reflexão da sua história, estratégia, aproximação da implementação de uma estratégia e da economia subjacentes às próprias atividades (Porter, 1985).

A CIN é uma empresa que possui uma cadeia de valor diversificada, pois comercializa os seus produtos para diferentes pontos do planeta. O fluxograma seguinte apresenta as transações da empresa contabilizadas a partir de movimentos do seu armazém de distribuição. Inicialmente os produtos são produzidos na fábrica e transportados para o centro de distribuição. Daqui esses produtos podem ser transportados para outros armazéns do grupo, para clientes de consumo final ou retalhistas, para as lojas do grupo situadas em Portugal e podem ser exportados para o resto do mundo.

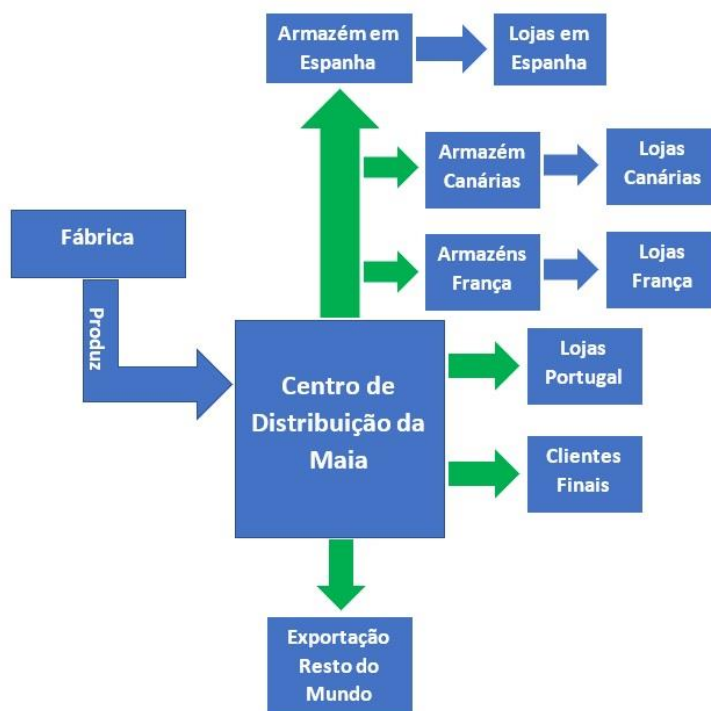


Figura 9 - Cadeia de valor do grupo CIN.

Como referido anteriormente, o histórico de vendas gerado pela empresa e base do cálculo de previsões é criado a partir dos movimentos representados na figura pelas setas verdes, isto é, pelas saídas do centro de distribuição.

3.2 Produtos do Grupo CIN

Os produtos são classificados quanto ao tipo, *status* de manuseamento e ao grupo de conta.

A empresa apresenta três classificações para os produtos que comercializa:

- **Tipo de produto:** podem ser de fabrico, de compra ou compostos. Os produtos de fabrico são os produtos gerados de raiz numa das naves de produção. Os produtos de compra são aqueles que não são produzidos pela CIN, mas por outras empresas do grupo e são

comercializados por esta. Os produtos compostos são artigos fictícios compostos por um ou mais produtos, geralmente conhecidos por *kits*, que possuem código próprio.

- **Status de manuseamento:** informa os procedimentos de gestão de *stocks*. A Figura 10 contém a divisão dos produtos quanto ao *status* de manuseamento.

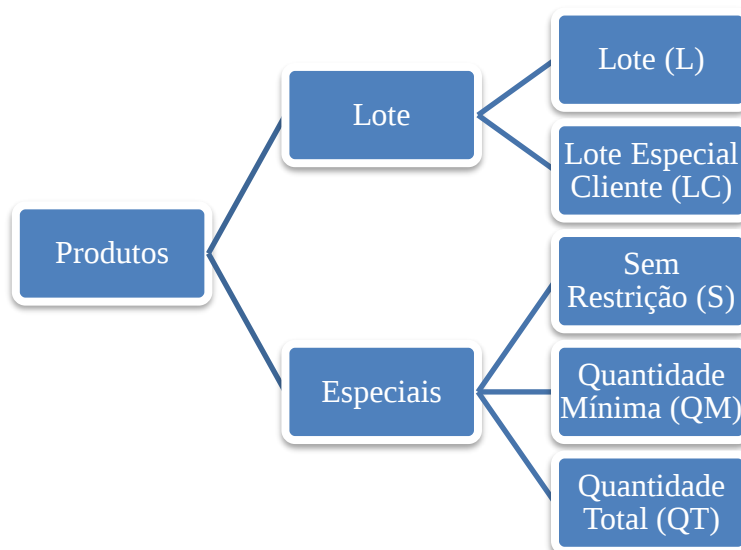


Figura 10 - Status de manuseamento dos produtos.

Os produtos de lote são os produtos para os quais é fundamental a existência de *stock* e a quantidade ideal em *stock* é dada através do cálculo de índice de cobertura, apresentado mais à frente neste capítulo.

Os produtos de lote especial cliente são produtos de lote como especificados anteriormente, mas que podem apresentar um ou mais clientes específicos para os quais são comercializados.

Os produtos especiais sem restrição não possuem *stock* em armazém e são fabricados ou comprados quando é recebida uma encomenda. As quantidades de encomenda não têm restrições.

Os produtos especiais de quantidade mínima seguem o mesmo tratamento que os produtos especiais sem restrição, no entanto possuem uma quantidade mínima de encomenda, isto é, a encomenda apenas é processada se a quantidade encomendada for superior a uma quantidade mínima estabelecida.

Os produtos especiais de quantidade total, mediante uma pré-encomenda, são fabricados ou comprados na quantidade total encomendada, passando a ser geridos como produtos de lote até a quantidade de encomenda se esgotar. Os produtos utilizados com este *status* de manuseamento podem ser, por exemplo, encomendados para uma obra planeada para a qual é conhecida a quantidade necessária, mas não a sua cadência de consumo.

- **Grupo de conta:** Produto acabado (PP), como tintas e vernizes, Produto Complementar (PC), acessórios como pincéis e trinchas e Produto de Marketing (PK), produtos comercializados com o intuito de promover a empresa.

Para além das classificações apresentadas, os produtos também são geridos segundo o método ABC.

Segundo Ravinder & Misra (2014) a análise ABC é uma técnica que estabelece prioridades na gestão de inventários. Os produtos são categorizados em três classes – A, B e C. Grande parte do esforço e vigilância são gastos na gestão de produtos do tipo A. Produtos do tipo C recebem menos atenção e os do tipo B formam a classe intermédia.

Normalmente, os negócios modernos apresentam inventários com uma grande variedade de produtos, como produtos acabados, peças de reposição e matérias primas podendo ultrapassar o milhar. A gestão de todos estes produtos envolve a resposta a pelo menos duas perguntas – quanto e quando encomendar. As respostas a estas perguntas baseiam-se na análise da procura e do tempo de reposição. Não é eficaz realizar esta análise produto a produto, no entanto é necessário gerir os *stocks*. Estes são geralmente os maiores custos de produção controláveis e representam porções significativas dos ativos da empresa (Ravinder & Misra, 2014).

A análise ABC é baseada no critério de valor e no princípio de um número reduzido de produtos – categoria A – que representam a maior parte do volume de faturação. No outro extremo, um grande número de produtos – categoria C – representam uma parte reduzida desse mesmo valor. Por este critério, os produtos do tipo A são de elevado valor e procura e os do tipo C são de baixo valor e baixa procura (Ravinder & Misra, 2014).

Os produtos podem, também, apresentar um *status* referente ao fim do ciclo de vida:

- **Produto descontinuado (X):** o produto deixa de ser produzido, no entanto apresenta *stock* para venda;
- **Produto obsoleto (O):** surge na sequência de um produto descontinuado e caracteriza-se como produto ultrapassado por outro com a mesma finalidade, com melhores características e mais recentes.
- **Produto inativo (D):** surge na sequência de um produto obsoleto e é descrito como um produto para o qual é inexistente o material exclusivo à sua produção, como embalagens e matérias primas.

No desenvolvimento do presente projeto foram utilizados produtos decorativos, de lote, com categoria A, B e C que constituem as dez famílias com maior faturação na empresa mãe.

3.3 Previsão de Vendas - Situação Atual

3.3.1 Cálculo de previsões

A CIN possui um sistema de previsão realizado a partir de uma aplicação informática desenvolvida pelo Departamento de Planeamento. Estas previsões são revistas semanalmente à medida que novas vendas vão sendo contabilizadas no histórico de vendas. As previsões, assim como o histórico de vendas, são apresentados por *Stock Keeping Unit* (SKU) e são realizadas apenas para produtos acabados e complementares, que têm como *status* de manuseamento lote e armazém principal o centro de distribuição da Maia (CDM).

O histórico de vendas possui dados dos últimos 36 meses, que são apresentados em unidades por produto. Para o cálculo das previsões são utilizados os últimos 24 meses e, para validação das mesmas, são utilizados os dados de todos os meses do histórico.

O Departamento do Planeamento não calcula previsões para produtos de exportação nem para produtos em fase de lançamento, uma vez que os primeiros são identificados como *make to order* e não possuem previsões e a previsão dos segundos é da inteira responsabilidade dos Gestores de Produto.

3.3.2 Utilização das previsões

O objetivo do cálculo de previsões, para além de ser dar a conhecer as quantidades expectáveis a comercializar para um dado produto, permite realizar uma gestão do *stock* do mesmo e das matérias primas que o compõem. O Departamento do Planeamento utiliza as previsões calculadas para a obtenção do índice de cobertura de cada produto num dado instante. O índice de cobertura permite identificar quando é necessário fabricar/comprar um dado produto para que o *stock* do mesmo não entre em rutura.

São calculados três índices distintos com base na procura diária estimada:

- **Índice de cobertura objetivo (ic0):** número de dias de vendas que o *stock* do produto deve ter para que não entre em rutura;

$$ic0 = n^{\circ} \text{ dias úteis mês corrente} + n^{\circ} \text{ dias úteis mês anterior} + (n^{\circ} \text{ dias úteis mês seguinte} * \text{perfil de stock}) \quad (3.1)$$

O perfil de stock é um parâmetro interno, dado em percentagem, que tem por base a classificação ABC e definido para cada produto pelo Departamento do Planeamento.

- **Índice de cobertura atual (ic1):** número de dias de vendas que o *stock* do produto apresenta em cada momento;

$$ic1 = \frac{\text{Saldo disponível}}{\text{Previsão diária}} \quad (3.2)$$

$$\begin{aligned} \text{Saldo disponível} &= \text{Stock Físico Existente} \\ &+ \text{Ordens de Enchimento Lançadas} \\ &- \text{Encomendas Gravadas} - \text{Stock de Segurança} \end{aligned} \quad (3.3)$$

O saldo disponível é projetado num horizonte temporal de 15 dias, as encomendas gravadas e as ordens de enchimento lançadas que são utilizadas no cálculo são todas as que surgem neste espaço de tempo. O *stock* de segurança é o *stock* disponível que permite a uma empresa prevenir a rutura do mesmo no caso de acontecer uma eventualidade.

- **Índice de cobertura final (ic2):** número de dias de vendas que o produto obterá com novo lançamento de ordem de fabrico.

$$ic2 = \frac{\text{Saldo disponível} + \text{Possíveis Lançamentos}}{\text{Previsões}} * n^{\circ} \text{ de dias} \quad (3.4)$$

O ic2 é calculado em função de decisões estratégicas na medida em que depende de ordens de enchimento futuras.

Com o intuito de organizar e gerir as atividades de produção da empresa foram definidos dois valores de ic1 a partir dos quais são lançadas novas ordens de fabrico para produtos. Um dos valores é referente a produtos do mercado nacional e o outro a produtos comercializado pela CIN Valentine e pela Pinturas CIN Canárias.

3.4 As Famílias do Top 10

Como referido anteriormente, no desenvolvimento do projeto foram utilizadas as vendas das dez famílias que mais faturaram no primeiro trimestre de 2020 e que fazem parte da área de negócio Unidade 1.

O top 10 é composto pelas famílias com maior valor faturado nos três primeiros meses do ano corrente. O gráfico seguinte apresenta o total de litros comercializados por cada família deste top 10.

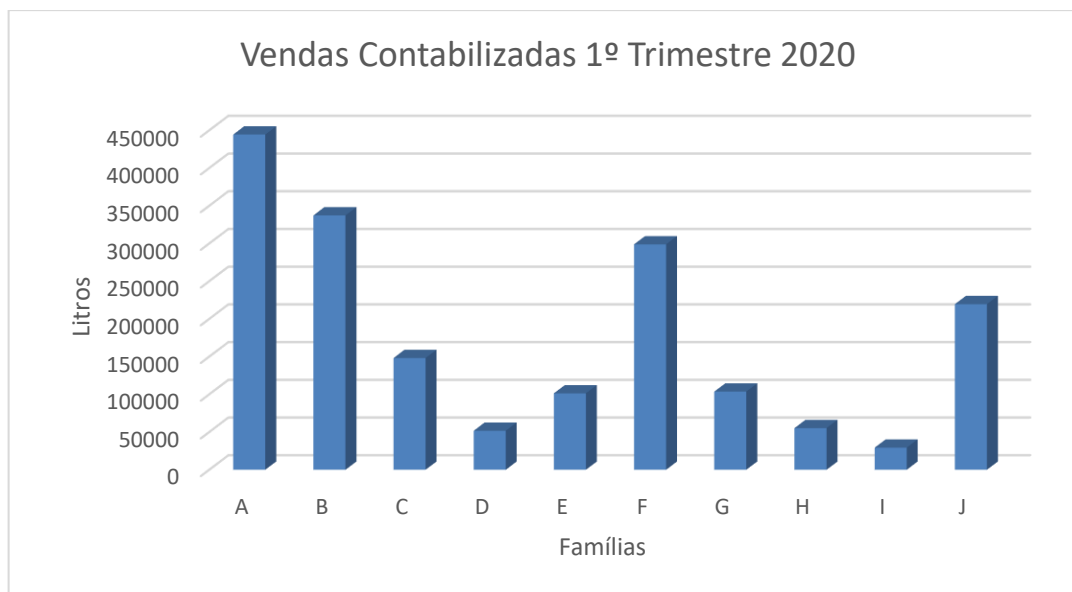


Figura 11 - Litros de tinta comercializados pelas famílias do top 10.

Para uma dada família, não é correto associar a quantidade de litros comercializados com o valor de faturação, uma vez que não existe uma relação de proporcionalidade entre ambas as variáveis. Assim, é possível existirem famílias que, quando comparadas com outras, apresentam uma maior quantidade vendida e uma menor receita. Este fator está relacionado com o preço por litro de cada produto.

Em termos de valor gerado, estas famílias são responsáveis por 48% da faturação total desta área de negócio. O gráfico circular seguinte contém a comparação entre a faturação de cada família e a faturação global da presente área de negócio.

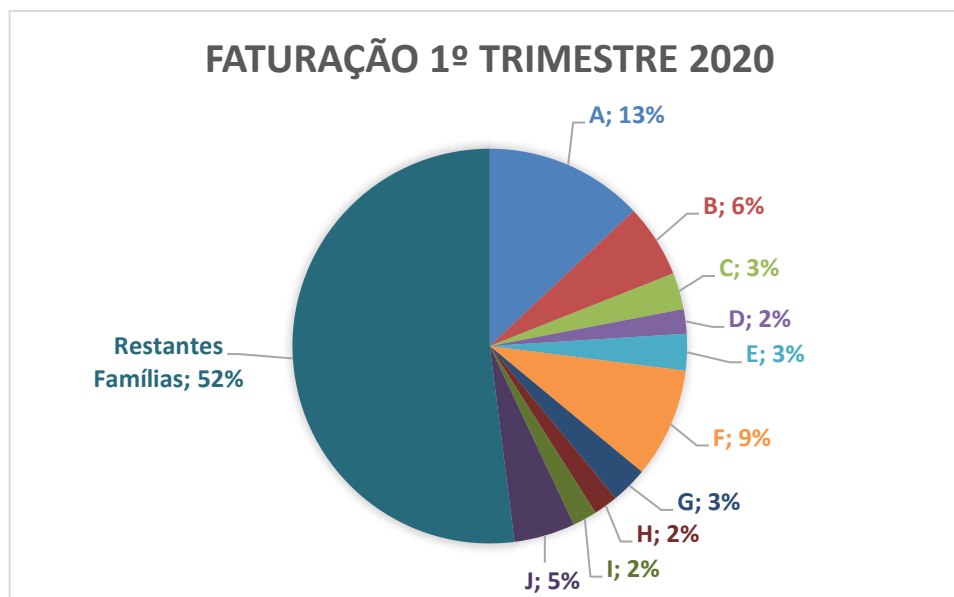


Figura 12 - Percentagem de faturação por família.

Pela análise dos dois gráficos é possível verificar que não existe relação entre as quantidades vendidas e o valor gerado. Apesar de a família B apresentar maior quantidade comercializada, compõe uma menor percentagem de faturação quando comparada com a família F.

Com base nos gráficos foi analisada a distribuição de vendas das duas famílias com maior volume comercializado neste período, de forma a dar uma visão geral dos tipos de distribuição de vendas existente.

3.4.1 Análise às Famílias A e B

Através dos gráficos anteriores é possível afirmar que as famílias A e B foram as que no primeiro trimestre de 2020 apresentaram os maiores volumes de tinta comercializados.

As informações relativas à família A encontram-se na tabela seguinte. Esta apresenta o número de produtos que constituem a família, a divisão destes pelas categorias A, B e C, o total de litros comercializados entre março de 2017 e fevereiro de 2020 (como referido anteriormente, período de vendas que compõe o histórico de vendas) e a média de vendas mensal em litros.

Tabela 2 - Informações relativas à família A.

Quantidade de Produtos	Por Categoria			
	Categoria	Número de Produtos	Total de Litros Comercializados	Média Mensal de Vendas
14	A	12	4319719	119992
	B	2	42027	1167
	C	0	0	0
		Total da Família	4361746	121159

O gráfico seguinte apresenta a distribuição de vendas da família A distribuídas em vendas por ano. Verificou-se que, ao longo dos anos presentes no histórico, as vendas apresentaram uma distribuição muito semelhante. Os picos existentes em março e em julho demonstram um aumento significativo da procura dos produtos desta família, justificados pelas ações comerciais. Estas são ações comerciais sistemáticas, uma vez que ocorrem todos os anos, sempre nos mesmos períodos. A existência de ações comerciais sistemáticas leva a uma diminuição da procura nos meses adjacentes, uma vez que os clientes aguardam a ação comercial para efetuar a compra dos produtos, e pelo facto de a obtenção de elevados volumes de tinta reduzirem a necessidade de abastecimento *a posteriori*.

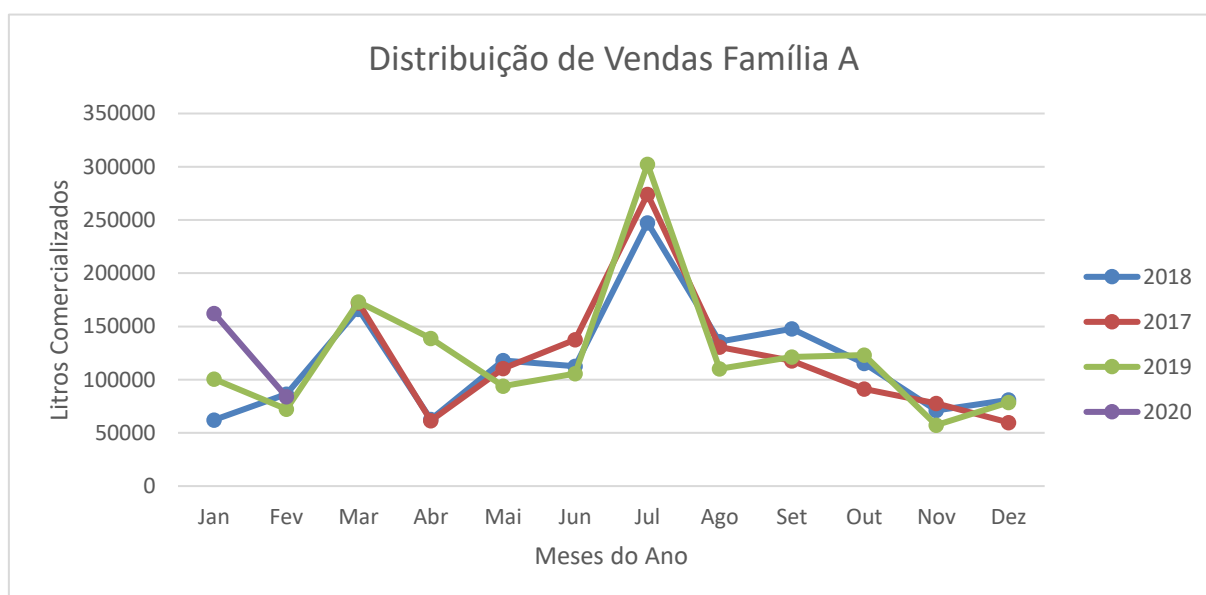


Figura 13 - Distribuição anual de vendas da família A.

As informações relativas à família B encontram-se na tabela seguinte.

Tabela 3 - Informações relativas à família B.

Quantidade de Produtos	Por Categoria			
	Categoria	Número de Produtos	Total de Litros Comercializados	Média Mensal de Vendas [L]
15	A	5	1665139	46254
	B	3	89080	2474
	C	7	74697	2075
		Total da Família	1828916	50803

A distribuição anual de vendas da família B apresenta maior dispersão que a distribuição de vendas da família A. Ao longo do histórico verificou-se que o ano de 2019 apresentou uma distribuição de vendas bastante diferente dos restantes anos, principalmente nos meses de março e agosto.

Apesar de não ocorrerem ações comerciais em agosto e dezembro, a procura de produtos desta família é maior, como verificado no seguinte gráfico.

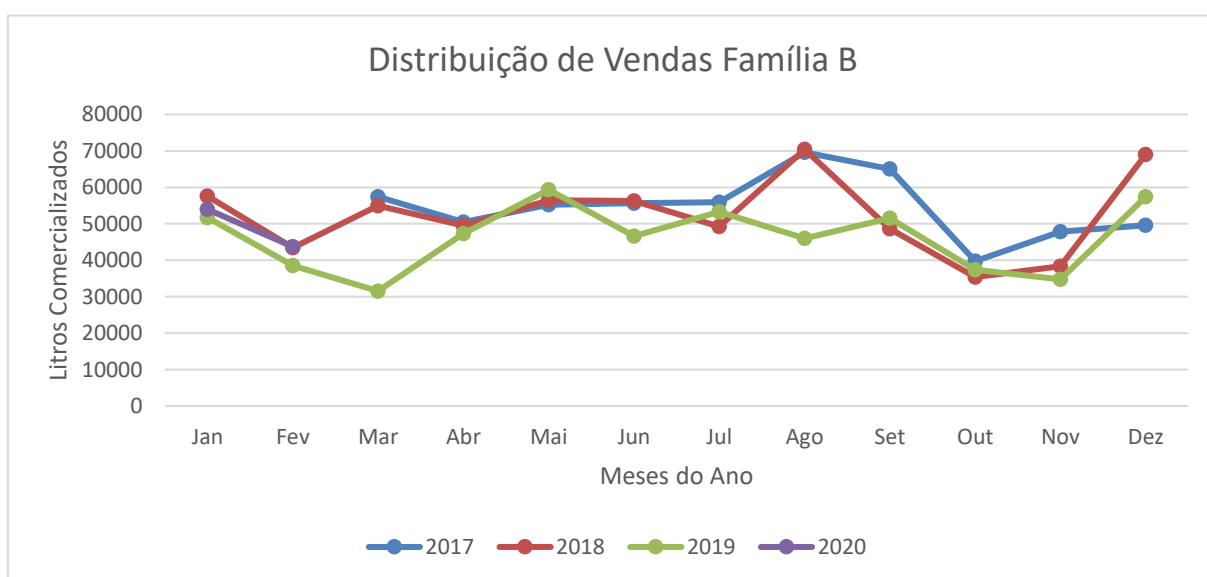


Figura 14 - Distribuição de vendas anual da família B.

4 Desenvolvimento do modelo de previsão e monitorização de desvios

4.1 Análise e Tratamento de Dados

O primeiro passo do desenvolvimento de um modelo de previsão de vendas consiste na análise e tratamento dos dados das séries temporais. Como referido anteriormente, os produtos comercializados pela empresa apresentam dois tipos de distribuição: sazonal e não sazonal. Para o desenvolvimento do projeto foram selecionados dois produtos com diferente tipo de distribuição de vendas.

Na tabela seguinte encontram-se as informações relativas aos produtos selecionados.

Tabela 4 - Informações dos produtos selecionados para desenvolvimento do projeto.

Nome do Produto	Família	Categoria ABC	Total de Vendas [L]	Média Mensal de Vendas [L]
Produto 1	A	A	1095930	46418
Produto 2	C	C	55965	2404

Inicialmente foram identificadas as ações comerciais aplicadas aos produtos selecionados. Seguidamente, procedeu-se à identificação dos dois tipos de ações comerciais, sistemáticas e não sistemáticas:

- **Ações comerciais sistemáticas** - como apresentado anteriormente, são as que acontecem no mesmo período do ano ao longo de todos os anos de comercialização do produto.
- **Ações comerciais não sistemáticas** - acontecem aleatoriamente ao longo dos anos.

Para o tratamento de dados foi necessário identificar as quantidades comercializadas em ações comerciais não sistemáticas e proceder à remoção dessas quantidades no histórico de vendas, uma vez que se apresentam como *outliers*.

O Produto 1 apresenta uma distribuição de vendas muito idêntica ao longo dos anos. Como identificado no capítulo anterior, o produto apresenta picos de procura nos meses de março e julho derivados de ações comerciais sistemáticas que ocorreram nestes períodos. A figura seguinte apresenta a distribuição de vendas do Produto 1, repartidas por ano após realização do tratamento de dados.

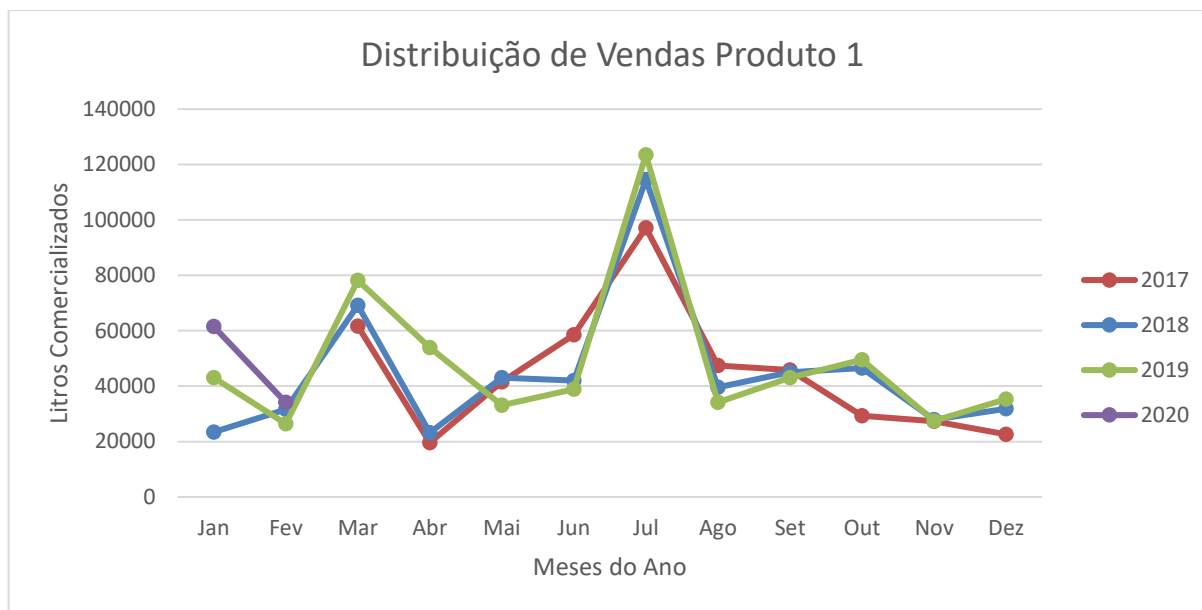


Figura 15 - Distribuição de vendas Produto 1.

Pela análise do gráfico seguinte verificou-se que os dados da distribuição de vendas do Produto 2 vão-se dispersando ao longo dos anos, concluindo-se que para este produto não existe um padrão na distribuição de vendas.

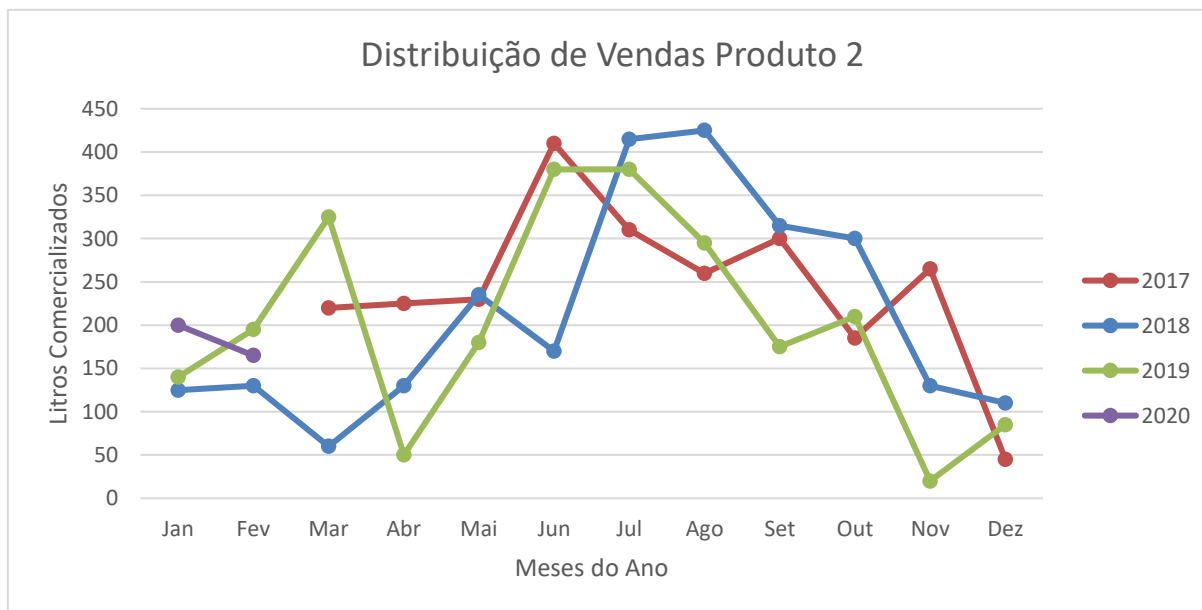


Figura 16 - Distribuição de vendas do Produto 2.

Com recurso ao *software Minitab*, procedeu-se à análise da tendência através do estudo *Trend Analysis*, e à identificação do tipo de distribuição de vendas, através de uma conjugação dos estudos *Partial Autocorrelation* com o *Normality test*.

O estudo *Partial Autocorrelation* mede a autocorrelação existente entre observações e permite identificar os valores de autocorrelação entre observações para um dado período sazonal. Uma vez que a contabilização de vendas é realizada mensalmente, utilizou-se um período sazonal igual a 12. O *Normality test* foi realizado com o intuito de identificar eu tipo de distribuição os valores de autocorrelação gerados apresentam. Este é um teste que contém duas hipóteses possíveis:

- **H0 ou Hipótese Nula:** A série segue uma distribuição normal;
- **H1 ou Hipótese Não Nula:** A série não segue uma distribuição normal.

O resultado é dado em função de um valor de prova (VP). Uma vez que o teste é realizado com um nível de confiança de 95%, o valor de referência do VP é 0,05 e as conclusões do teste são dadas em função deste valor. Se VP assumir um valor igual ou superior ao valor de referência a hipótese nula não é rejeitada. Se o VP assumir um valor inferior a 0,05 a hipótese nula é rejeitada (Wetzels & Wagenmakers, 2012). Os resultados do teste significam, no caso da Hipótese Nula não ser rejeitada, que não existe autocorrelação entre observações e, portanto, não existe sazonalidade. Caso a Hipótese Nula seja rejeitada conclui-se que existe autocorrelação entre as observações e que a distribuição de vendas é sazonal.

A figura seguinte resume os resultados do teste de hipóteses e a identificação do tipo de distribuição com base no teste.

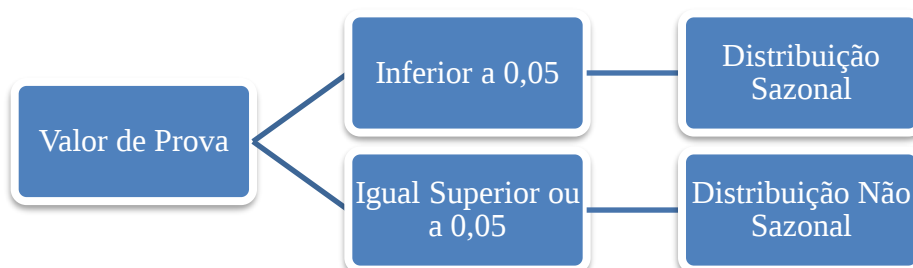


Figura 17 - Resultado do teste de hipóteses.

A tabela seguinte apresenta os resultados e as conclusões dos estudos realizados à distribuição de vendas dos produtos 1 e 2. Os gráficos gerados com a realização dos testes encontram-se em anexo (Anexos A e B).

Tabela 5 - Resultados dos testes realizados à distribuição de vendas dos dois produtos.

Identificação do Produto	Tipo de Tendência	Valor de Prova	Tipo de Distribuição
Produto 1	Crescente pouco significativa	0,037	Sazonal
Produto 2	Decrescente	0,319	Não Sazonal

4.2 Identificação e Seleção dos Modelos de Previsão

4.2.1 Identificação dos Modelos de Previsão

Os testes apresentados no subcapítulo anterior permitiram identificar os tipos de distribuição de vendas que os produtos comercializados pela empresa apresentam. A figura seguinte apresenta os modelos de cálculo selecionados para a identificação do mais indicado para cada tipo de distribuição existente. O cálculo de previsões pelos modelos identificados, permitiu selecionar os que melhor resultados apresentam para cada tipo de distribuição de vendas, através da comparação do EMA obtido em cada modelo.

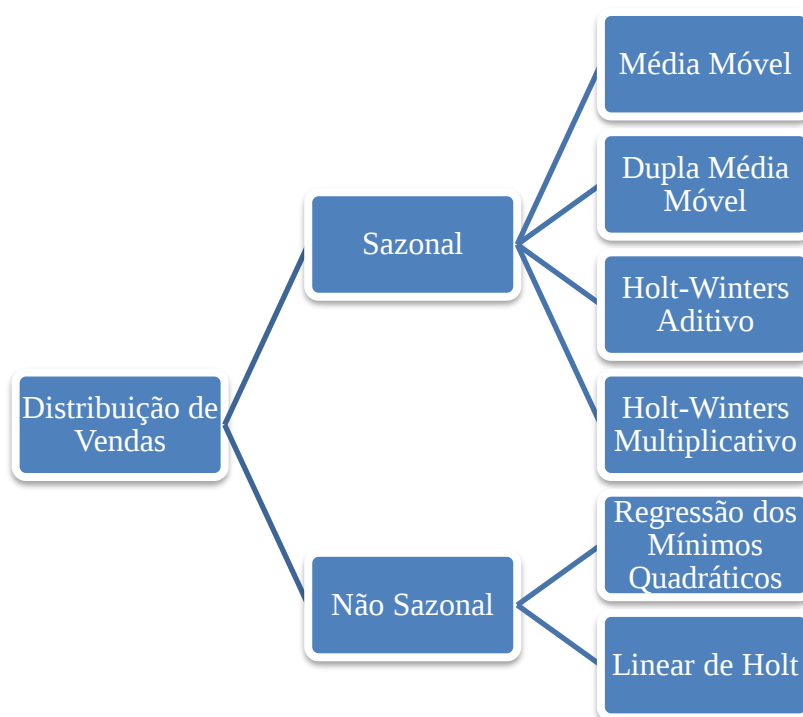


Figura 18 - Modelos de previsões selecionados.

4.2.2 Seleção dos Modelos de Previsão

Em *excel* foram elaborados os seis modelos de previsão identificados anteriormente, no entanto, de forma a manter a objetividade do relatório, apenas foram apresentados os modelos selecionados para cada tipo de distribuição de vendas. Os cálculos realizados tiveram como base as vendas contabilizadas dos produtos 1 e 2.

A seleção do modelo foi baseada pelo menor EMA através da comparação entre as previsões calculadas e as vendas contabilizadas no histórico de vendas. Os resultados do estudo foram divididos pelos dois tipos de distribuição de vendas identificados:

- **Distribuição de vendas sazonal:** Através da comparação do EMA obtido em cada modelo de previsão e apresentado no gráfico seguinte foi possível concluir que para este tipo de distribuição o modelo de cálculo mais adequado é o modelo de *Holt-Winters* para Efeitos Sazonais Multiplicativos. Este é um modelo de previsão abrangente que relaciona os padrões de tendência e sazonalidade identificados na série temporal.

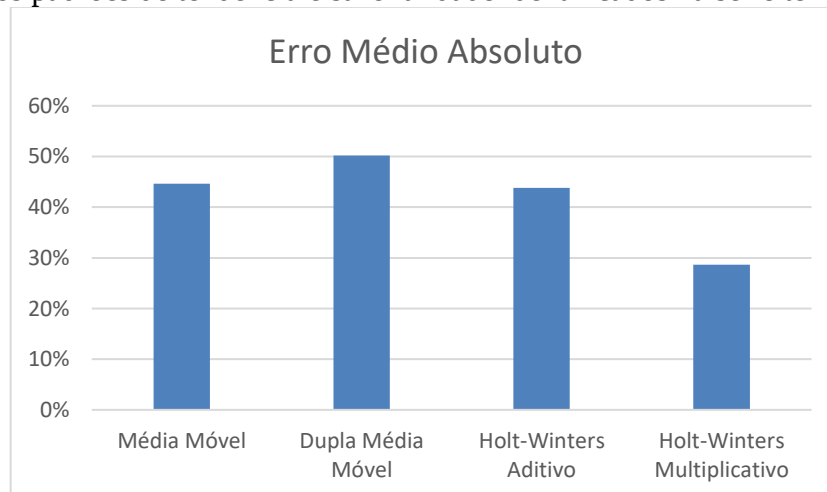


Figura 19 - Seleção do modelo de previsão para distribuições sazonais.

- **Distribuição de vendas não sazonal:** Para este tipo de distribuição, o modelo de previsão que apresentou o menor EMA foi o modelo Linear de *Holt*. A figura seguinte apresenta os resultados do estudo realizado que permitiram selecionar o método mais adequado para este tipo de distribuição. O modelo Linear de *Holt* calcula as previsões através do padrão de tendência identificado.

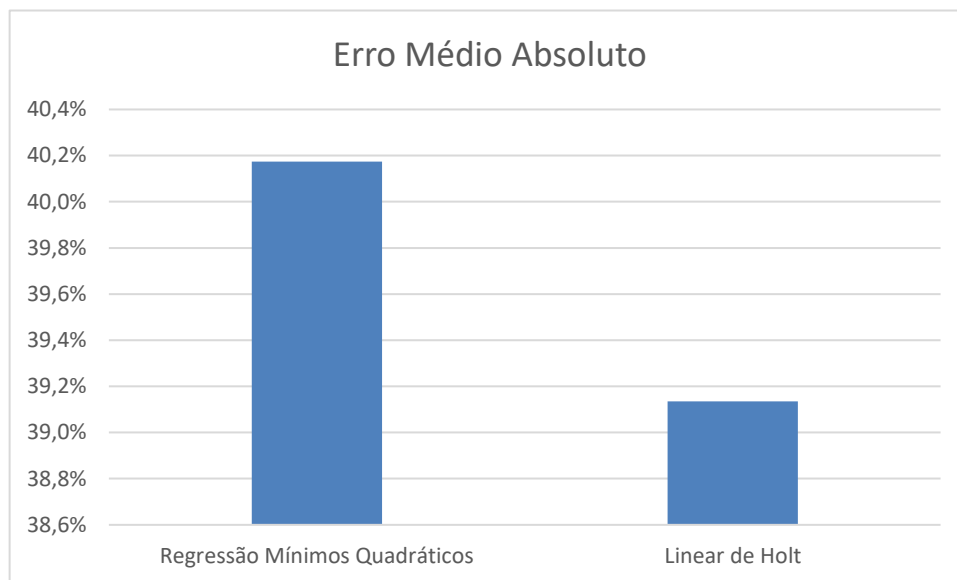


Figura 20 - Seleção do modelo de previsão para distribuições não sazonais

Segundo o modelo de *Holt-Winters* para Efeitos Sazonais Multiplicativos, as previsões são calculadas segundo três padrões - nível, tendência e sazonalidade. Para os primeiros doze meses do histórico de vendas foram calculados os coeficientes de sazonalidade e, para os restantes, foram calculados os três padrões. O primeiro mês para o qual foi possível calcular a previsão de vendas é o mês ao qual antecede o primeiro mês com os três coeficientes calculados, ou seja, o mês catorze do histórico de vendas. As equações dos padrões apresentam um parâmetro que pode assumir valores entre zero e um:

- **Nível:** α ;
- **Tendência:** β ;
- **Sazonalidade:** γ

Através da ferramenta *solver* do *excel*, e de forma a minimizar a REQM, foi desenvolvida uma fórmula que minimiza a REQM alterando os valores dos parâmetros identificadas anteriormente. Esta fórmula teve como objetivo a minimização do erro das previsões calculadas.

No Anexo C encontra-se apresentado o *layout* do modelo de previsão, com os cálculos realizados para o Produto 1, e um gráfico que compara as vendas contabilizadas ao longo dos anos e as previsões calculadas para os doze períodos futuros.

As previsões calculadas segundo o modelo Linear de *Holt* são dadas em função do cálculo dos padrões de Nível e Tendência. Este modelo permite o cálculo de previsões a partir do segundo mês presente no histórico de vendas. Da mesma forma que no modelo anterior, com recurso à ferramenta *solver*, foi desenvolvida uma fórmula que permitiu minimizar o erro das previsões calculadas. As variáveis utilizadas neste modelo são as mesmas identificadas anteriormente para os padrões de Nível e Tendência.

O Anexo D apresenta o *layout* do modelo Linear de *Holt*, com os cálculos realizados para o Produto 2, e um gráfico que compara as vendas contabilizadas ao longo dos anos e as previsões calculadas para os doze períodos futuros.

Para previsões futuras, os cálculos foram desenvolvidos para os doze meses que sucedem o último mês no histórico de vendas. Este período foi definido com o limite dos doze meses uma vez que a partir deste ponto é expectável que as previsões se apresentem mais distantes da realidade. Este longo período de previsões é relevante para o Departamento do Planeamento pois permite melhorar a gestão dos *timings* de produção e, em concordância com o Departamento Comercial, seleccionar de uma forma mais rentável os meses em que devem ser realizadas as ações comerciais.

Os modelos desenvolvidos encontram-se num ficheiro *excel* e o processo de tratamento de dados e cálculo de previsões encontram-se desenvolvidos num guião de utilização apresentado no Anexo E.

4.3 Estudos complementares

Além dos testes apresentados anteriormente, foram realizados testes complementares de forma a identificar qual a melhor forma de prever as vendas através da comparação das previsões calculadas com as previsões geradas pelo Departamento do Planeamento, e para que tipo de produtos a previsão é mais incerta. Realizaram-se os seguintes testes:

- **Identificação do procedimento de cálculo de previsões mais adequado;**
- **Desvio de previsões por categoria de produto;**

Para a realização dos estudos foram utilizados todos os dados das dez famílias com maior faturação no primeiro trimestre de 2020.

4.3.1 Identificação do procedimento de cálculo de previsões mais adequado

Este estudo compara dois processos de cálculo distintos:

- **Previsão de vendas através da utilização dos modelos desenvolvidos:** Os modelos de cálculo desenvolvidos permitem agrupar os dados presentes no histórico de vendas de formas distintas que possibilita três procedimentos de cálculo:
 - **Previsão agregada por família:** Cálculo de previsões agrupando as vendas de todos os produtos de uma dada família. Os resultados obtidos são as vendas expectáveis para essa família;
 - **Previsão individual por produto e agregada por família:** Cálculo de previsões individualmente por produto e agrupadas em previsões por família. As previsões de cada produto são agrupadas de modo a gerar previsões por família e um termo de comparação com o método anterior;
 - **Previsão por família e desagregada por peso de produto:** Através das vendas em períodos anteriores foi calculado, para cada produto, um peso em percentagem que possibilita a transformação das previsões calculadas pelo primeiro procedimento em previsões por produto, através da multiplicação destas pela percentagem calculada.
- **Previsão de vendas gerada pelo Departamento do Planeamento:** Estas previsões são geradas individualmente por produto e, para a realização das comparações, foram identificados dois procedimentos:
 - **Por família:** Previsões geradas agrupadas por família;
 - **Por produto:** Previsões geradas individualmente por produto.

Na figura seguinte encontram-se os resultados obtidos dos testes realizados aos diferentes procedimentos de cálculo de previsão. É do interesse do Departamento que as previsões sejam dadas individualmente por produto. Assim, com base nos resultados obtidos, é possível concluir que o procedimento de cálculo mais assertivo é realizado através do modelo desenvolvido e calculado individualmente por produto. Apesar do menor erro remeter ao método de previsão gerado pelo Departamento do Planeamento para previsões por família é também possível

observar que quando as previsões são geradas individualmente por produto o erro é bastante significativo. Desta forma, apesar de as previsões geradas pelo Departamento serem mais precisas por família, são bastante imprecisas por produto, podendo originar ruturas indesejadas de *stock* para alguns produtos.

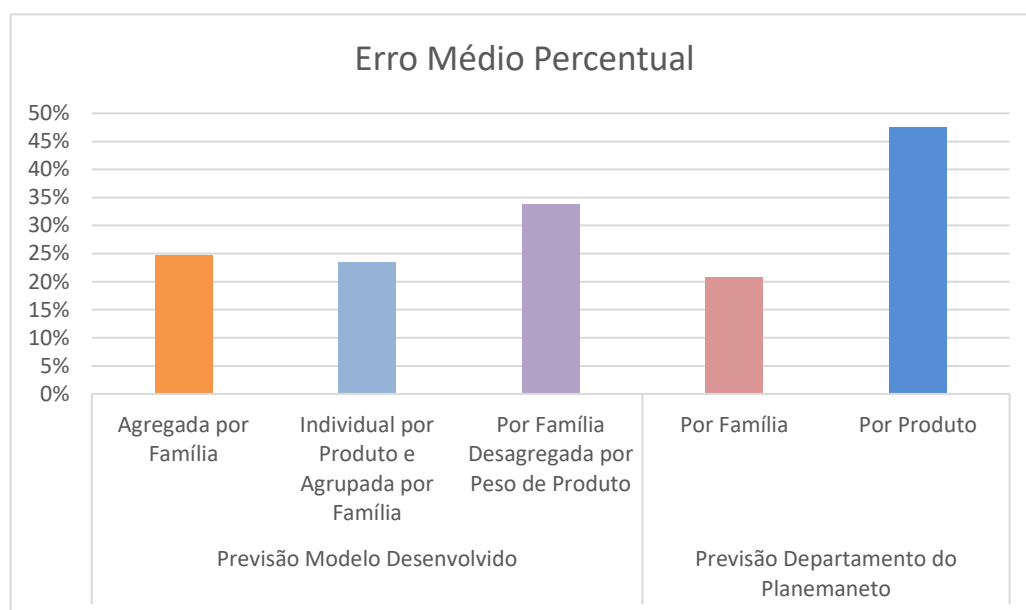


Figura 21 - Comparação de desvios dos diferentes métodos.

4.3.2 Desvios por Categoria de Produto

Neste subcapítulo são apresentados os resultados dos testes realizados às previsões quando calculadas por categoria de produto. Neste estudo também são comparados os desvios das previsões calculadas pelo modelo desenvolvido e geradas pelo Departamento do Planeamento. Como referido anteriormente, os produtos podem ser identificados segundo três categorias diferentes – A, B, C.

Do estudo realizado concluiu-se que as previsões para produtos da categoria A apresentam menores desvios que as restantes e que as previsões para produtos da categoria C apresentam os maiores desvios. Com base no estudo anterior era expectável que os desvios das previsões geradas pelo Departamento do Planeamento se apresentassem superiores aos desvios das previsões calculadas pelo modelo desenvolvido. Estes resultados também se encontram comprovados na figura seguinte.

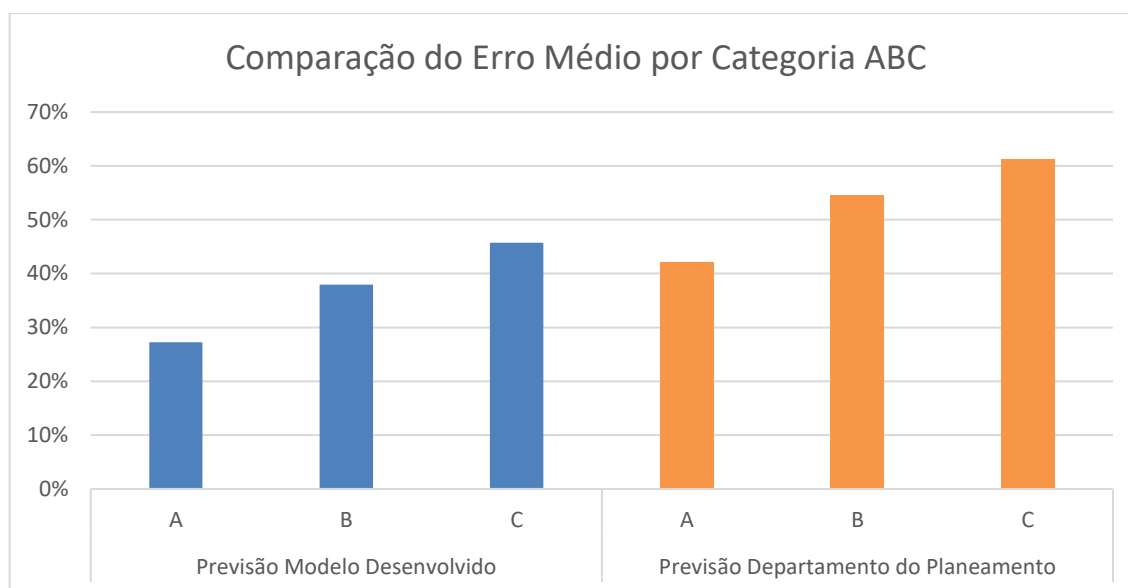


Figura 22 - Comparação de desvios por categoria ABC

Os resultados obtidos podem ser explicados através do tipo de distribuição de vendas dos produtos. Grande parte dos produtos de categoria A apresenta uma distribuição de vendas sazonal e muito idêntica ao longo dos anos presentes no histórico de vendas. Ao contrário dos produtos de categoria A, os produtos de categoria B e C são produtos cujas vendas contabilizadas surgem com maior dispersão ao longo dos anos. Para além deste fator, as categorias B e C apresentam maior quantidade de produtos com o tipo de distribuição não sazonal. Dos estudos realizados anteriormente concluiu-se que o cálculo de previsões para produtos com uma distribuição de vendas não sazonal é menos preciso, justificando os resultados obtidos neste estudo.

O Anexo F apresenta três exemplos de distribuição de vendas, um para cada categoria de produto.

4.4 Monitorização e Ajuste de Desvios da Previsão Calculadas

No início de cada trimestre, os Departamentos discutem os resultados do trimestre que terminou e perspetivam os resultados do atual. Dos resultados discutidos em reuniões anteriores concluiu-se que as previsões dadas pelo Departamento Comercial se apresentam mais próximas da realidade. Estas são fornecidas por família e por trimestre e, para a produção de tinta, o Departamento do Planeamento necessita dessas previsões por produto e por mês.

Assim, surgiu a necessidade de ajustar as previsões calculadas pelo modelo desenvolvido para o cálculo de previsões individualmente por produto às previsões fornecidas pelo Departamento Comercial.

As previsões calculadas são agrupadas por família e por trimestre e comparadas com as previsões do Departamento Comercial. Através do quociente entre os valores do Departamento Comercial e as previsões calculadas foi obtido um valor denominado como coeficiente de ajuste. As previsões calculadas individualmente por produto, para os meses que compõem o trimestre em questão, devem ser multiplicadas por este coeficiente de forma a ajustar os valores calculados aos valores fornecidos.

O Anexo G e H apresentam o layout do modelo desenvolvido e o guião de utilização do modelo de monitorização e ajuste desenvolvido, respetivamente.

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

A distinção dos tipos de distribuição de vendas existentes entre os produtos comercializados pela empresa permitiu a identificação dos modelos de previsão mais indicados para cada tipo de distribuição, sazonal e não sazonal.

De forma a seleccionar o modelo de previsão mais indicado para cada situação, foram realizados estudos aos desvios obtidos entre as previsões calculadas e as vendas reais. Com base nos resultados concluiu-se que para o tipo de distribuição de vendas sazonal o modelo mais indicado é o modelo de *Holt-Winters* para efeitos sazonais multiplicativos e para o tipo não sazonal o modelo Linear de *Holt*.

Através de estudos complementares concluiu-se que as previsões calculadas pelo modelo desenvolvido apresentaram menores desvios quando comparadas com as previsões geradas pela aplicação utilizada pelo Departamento do Planeamento.

Utilizando as vendas contabilizadas dos produtos que constituem as dez famílias com maior faturação, compararam-se os desvios obtidos em cada método de cálculo que possibilitou concluir que a forma mais correta de calcular previsões é individualmente por produto. Através deste método de cálculo analisaram-se os desvios que as previsões para cada categoria de produto apresentam. Como resultado do estudo concluiu-se que os produtos de Categoria A apresentam os menores desvios e os de Categoria C os maiores.

Como finalização do projeto desenvolveu-se um modelo que permitiu monitorizar os desvios e ajustar as previsões calculadas. O ajuste tem por base as previsões fornecidas pelo Departamento Comercial e tem como objetivo alterar as previsões calculadas para que os dados obtidos sejam o mais precisos possível.

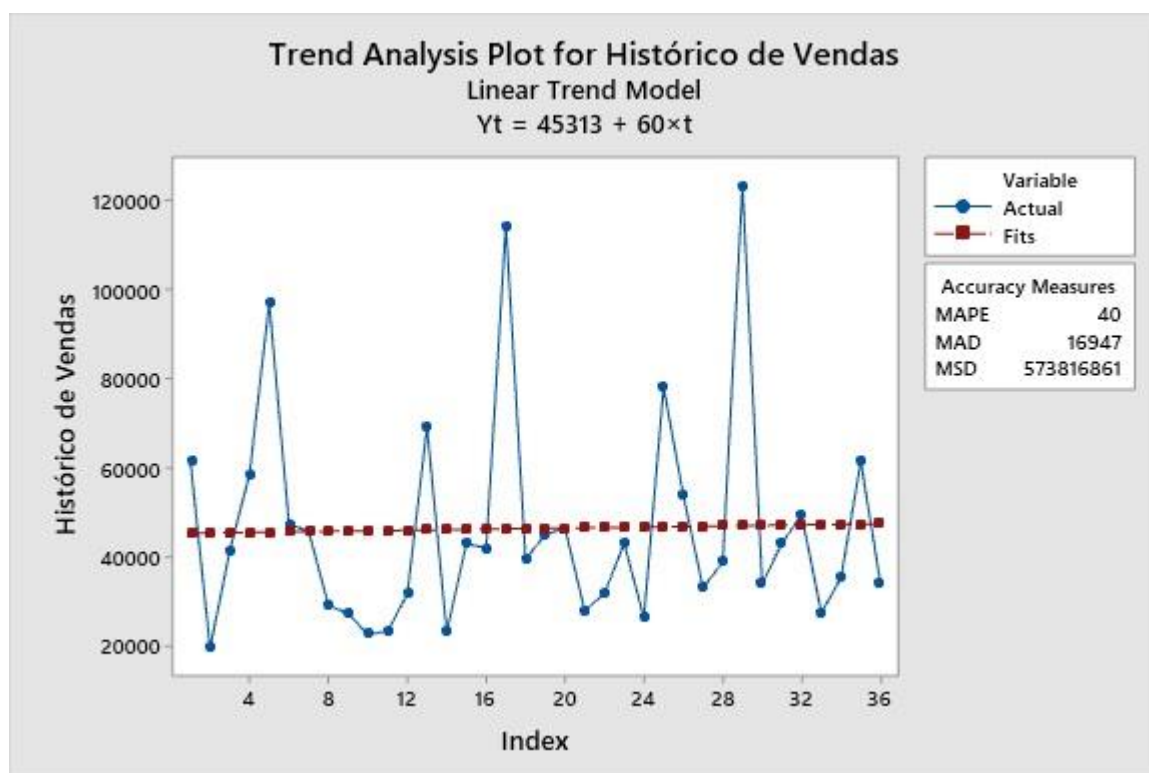
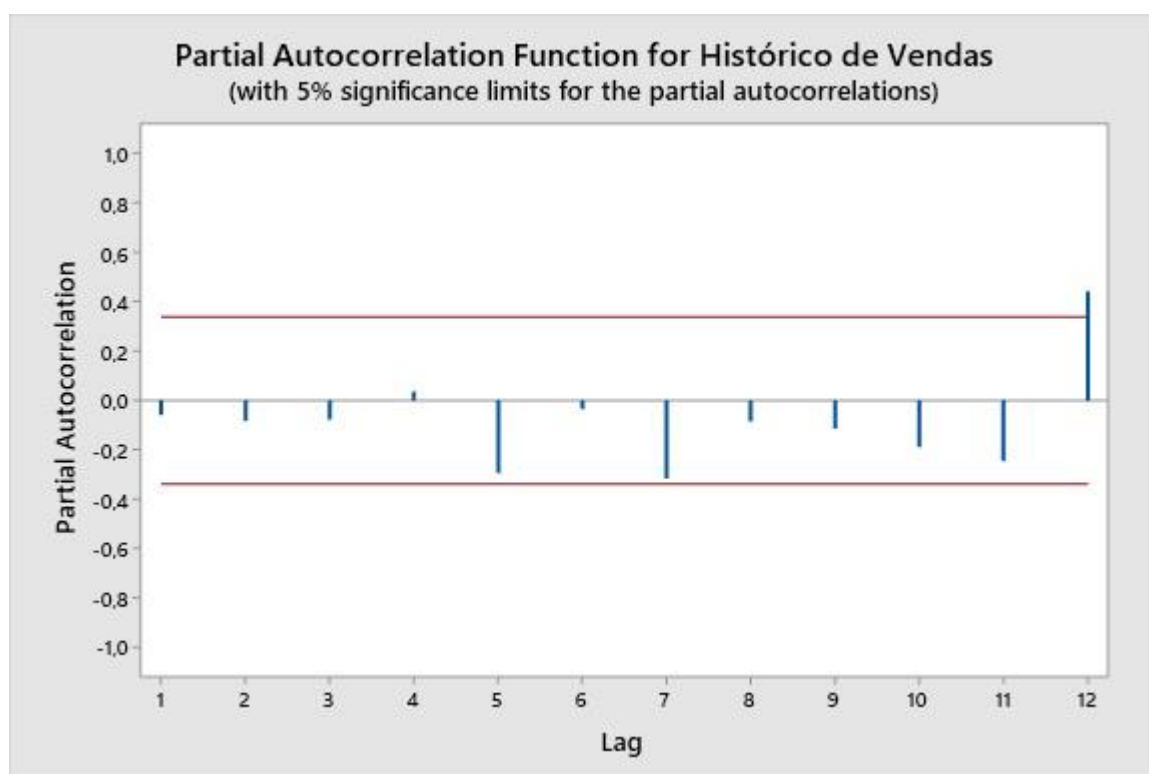
Durante a realização deste projeto foi identificada uma possível melhoria dos processos da empresa que facilitariam o cálculo de previsões. O histórico de vendas apresenta todos os movimentos realizados a partir do centro de distribuição, incluindo os movimentos em época de ação comercial. O facto de os dados serem processados desta forma implicou a eliminação das vendas contabilizadas em ações comerciais não sistemáticas. Como melhoria foi sugerido o desenvolvimento de dois históricos de vendas, para contabilizar as vendas em períodos normais e para contabilizar em época de ação comercial, respetivamente.

A empresa encontra-se num processo de implementação de um novo *software* ERP. Futuramente, é esperado que o projeto desenvolvido auxilie na modelização do processo de cálculo de previsões do *software*, através da identificação dos modelos de cálculo mais indicados e pela comparação dos resultados gerados pelo *software* com as previsões calculadas utilizando o modelo desenvolvido.

Referências

- Brown, R. G. (1956). *Exponential Smoothing for Predicting Demand*. Little.
- Chai, T., & Draxler, R. R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? . *Geoscientific Model Devellopment*, 1-4.
- Chambers, J. C., Mullick, S. K., & Smith, D. D. (2017). How to Choose the Right Forecasting Technique. *Harvard Business Review*, 1-19.
- Chaudhary, D. (2017). Forecasting: An Engineer's Perspective. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 2-3.
- Chen, C., & Liu, L.-M. (1993). Joint Estimation of Model Parameters and Outlier Effects in Time Series. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 88, No. 421, 284-293.
- Doyle, P., & Fenwick, I. (1976). Sales Forecasting - using a combination of approaches. *International Journal of Strategic Management*, 60-64.
- Hampel, F. R., Ronchetti, E. M., Rousseeuw, P. J., & Stahel, W. A. (2005). *Robust Statistics: The Approach Based on Influence Functions*. John Wiley & Sons, Inc.
- Hermann, F. (2012). Simulation of the control of exponential smoothing by methods used in industrial pratice. *European Conference on Modelling and Simulation* (pp. 560-566). Koblenz: Ulf Lotzmann.
- JD Edwards EnterpriseOne. (2016). *Applications Forecast Management Implementation Guide*. Obtido de Oracle Documentation: https://docs.oracle.com/cd/E64610_01/EOAFM/eoafm_glossary.htm#EOAFM253
- Makridakis, S., & Wheelwright, S. (1982). *The handbook of forecasting: a manager's guide*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (2008). *Forecasting Methods and Applications*. Wiley India Pvt. Limited.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2008). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Pellegrini, F. R. (2000). *Metodologia para Implementação de Sistemas de Previsão de Demanda*. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Engenharia de Produção, Porto Alegre.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Nova Iorque: The Free Press.
- Ravinder, H., & Misra, R. B. (2014). ABC Analysis For Inventory Management: Bridging The Gap Between Research And Classroom. *American Journal Of Business Education*, 1.
- Seo, S. (2002). *A Review and Comparison of Methods for Detecting Outliers*. Tese de Mestrado, University of Pittsburgh, Master of Science, Pittsburgh.

- Smailes, J., & McGrane, A. (2000). Essential business statistics. *Harlow: Pearson Education Limited*.
- Tolvi, J. (1998). *Outliers in time series: A review*.
- Veríssimo, A. J., Alves, C. C., Henning, E., & Amaral, C. E. (2012). Métodos Estatísticos de Suavização Exponencial Holt-Winters Para Previsão De Demanda Em Uma Empresa Do Setor Metal Mecânico. *Revista Gestão Industrial*, 161-163.
- Wetzels, R., & Wagenmakers, E.-J. (2012). A default Bayesian hypothesis test for correlations and partial correlations. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1057-1064.
- Willmott, C., & Matsuura, K. (2005). Advantages of the Mean Absolute Error (MAE) over the Root Mean Square Error (RMSE) in assessing average model performance. *Clim. Res.*, 30, 79-82.

ANEXO A: Análise da Distribuição de Vendas do Produto 1Figura 23 - Teste *Trend Analysis*.Figura 24 - Teste *Partial Autocorrelation*.

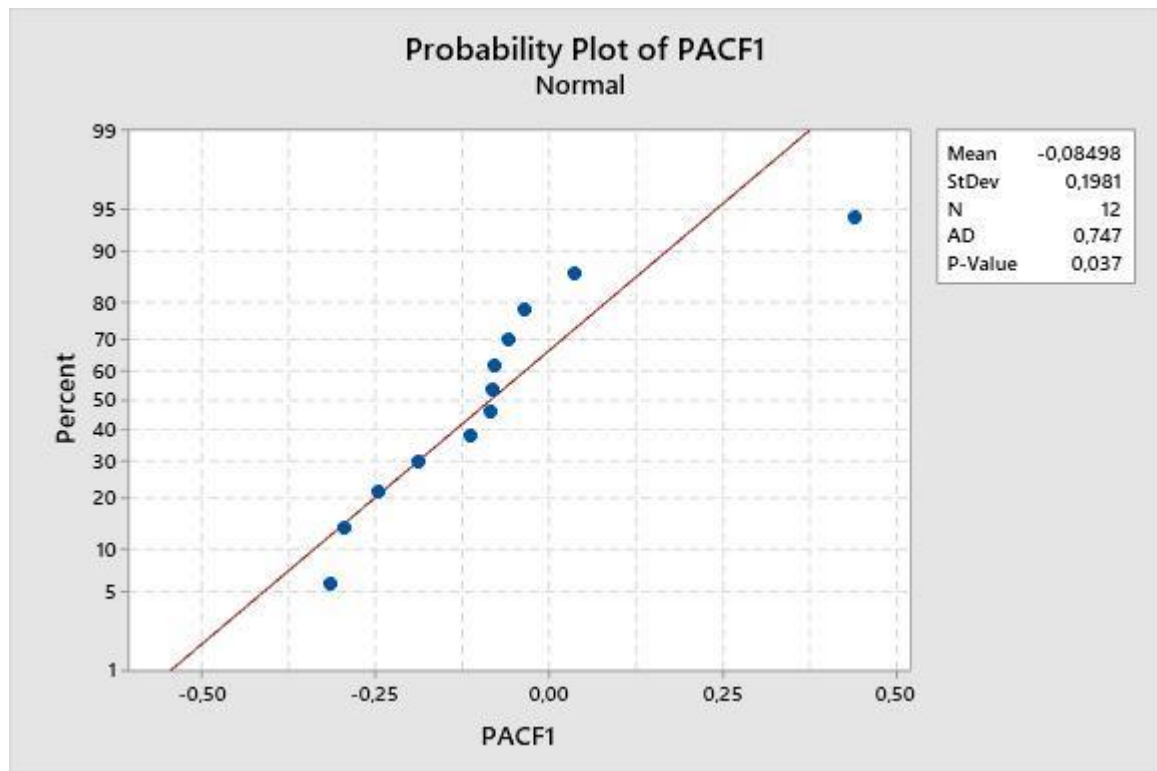
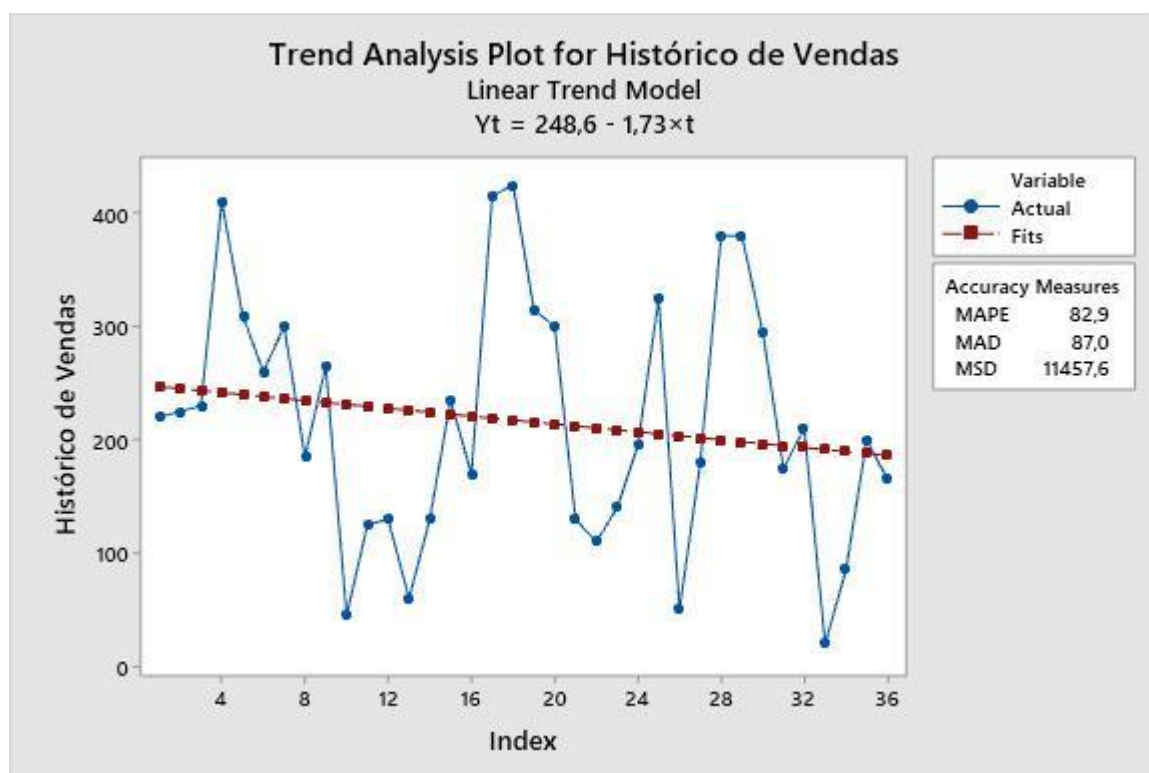
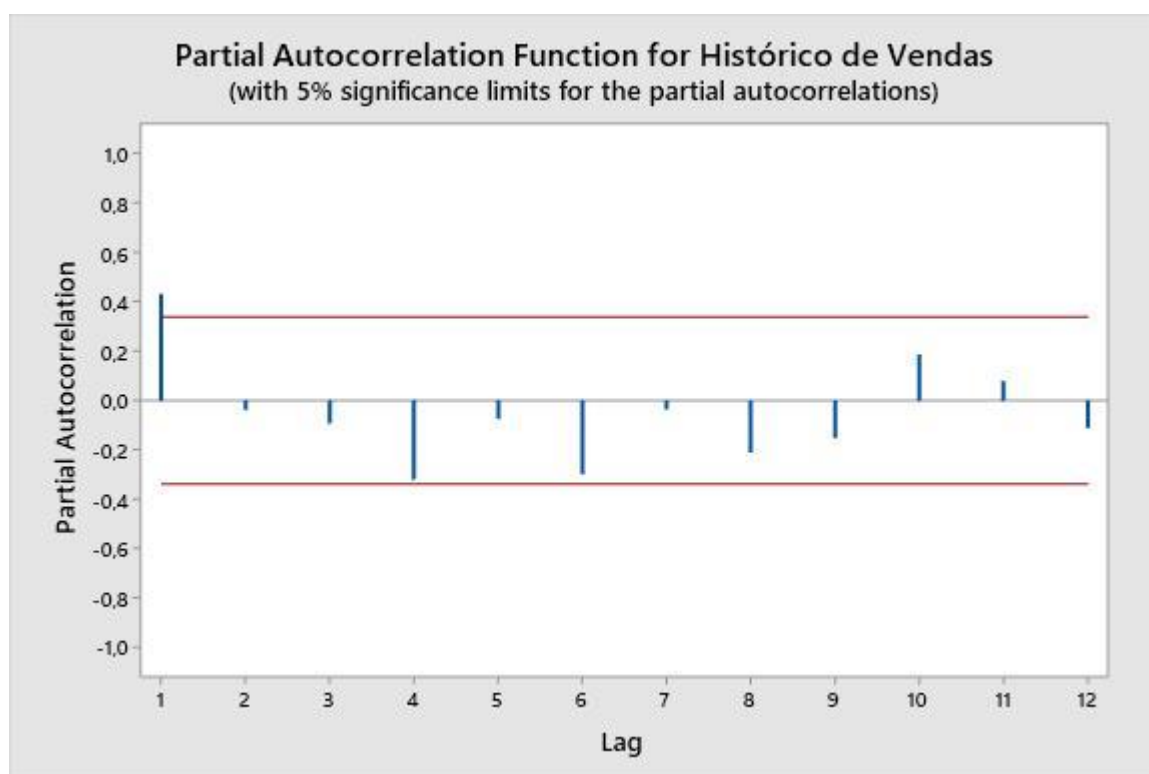


Figura 25 - Normality Test.

ANEXO B: Análise da Distribuição de Vendas do Produto 2

Figura 26 - Teste *Trend Analysis*.Figura 27 - Teste *Partial Autocorrelation*.

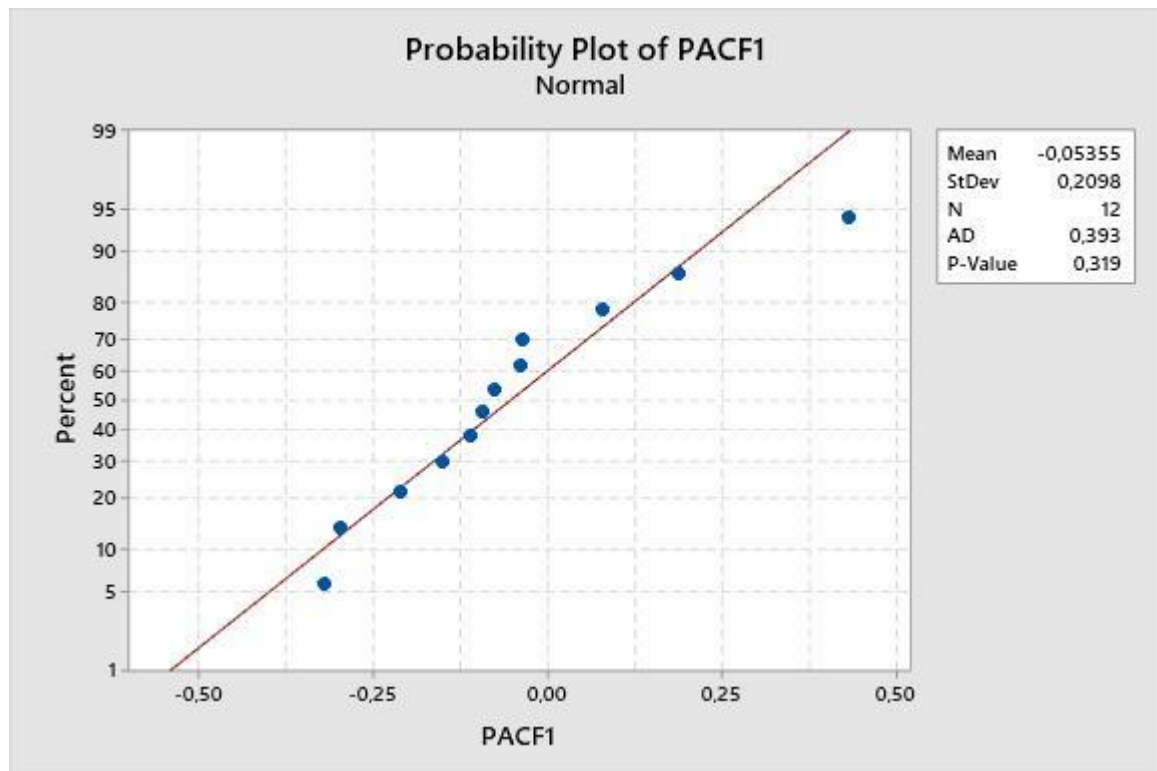


Figura 28 - Normality Test.

ANEXO C: *Layout* do modelo de *Holt-Winters* para Efeitos Sazonais Multiplicativos

Valores		Ano	Mês	Período	Vendas	Nível	Tendência	Sazonalidade	Previsão	Erro	Erro Absoluto		α	0,083261308
Soma de BQT1	61620	2017	Mar	1	61620			1,461444962					β	0,820715741
Soma de BQT2	19620		Abr	2	19620			0,465328629					γ	1
Soma de BQT3	41535		Mai	3	41535			0,985087901					REQM	15871,23855
Soma de BQT4	58575		Jun	4	58575			1,389226528					Total de Vendas	1095930
Soma de BQT5	97140		Jul	5	97140			2,303874774					Erro Total	280038
Soma de BQT6	47400		Ago	6	47400			1,124188432					% Erro	26%
Soma de BQT7	45810		Set	7	45810			1,086478314					Média de Vendas	46418
Soma de BQT8	29250		Out	8	29250			0,693723874						
Soma de BQT9	27330		Nov	9	27330			0,648187128						
Soma de BQT10	22635		Dez	10	22635			0,536835552						
Soma de BQT11	23400	2018	Jan	11	23400			0,554979099						
Soma de BQT12	31650		Fev	12	31650			0,750644807						
Soma de BQT13	69165		Mar	13	69165	47326	5162,6987	1,461444962						
Soma de BQT14	23175		Abr	14	23175	52266	4979,1789	0,443408811	24425	-1250	1250			
Soma de BQT15	43065		Mai	15	43065	56118	4054,7716	0,767395721	56391	-13326	13326			
Soma de BQT16	42000		Jun	16	42000	57680	2008,8218	0,728152049	83594	-41594	41594			
Soma de BQT17	114525		Jul	17	114525	58858	1326,8943	1,945778529	137516	-22991	22991			
Soma de BQT18	39540		Ago	18	39540	58102	-382,34372	0,68052191	67659	-28119	28119			
Soma de BQT19	45075		Set	19	45075	56369	-1491,5984	0,79964802	62712	-17637	17637			
Soma de BQT20	46515		Out	20	46515	55891	-659,68675	0,832250951	38069	8446	8446			
Soma de BQT21	27375	2019	Nov	21	27375	54226	-1484,6183	0,515898616	35800	-7825	7825			
Soma de BQT22	31860		Dez	22	31860	53291	-1033,1616	0,597846974	28313	3547	3547			
Soma de BQT23	43080		Jan	23	43080	54370	700,22786	0,792347067	29002	14078	14078			
Soma de BQT24	26415		Fev	24	26415	53415	-658,2901	0,494523483	41338	-14923	14923			
Soma de BQT25	78120		Mar	25	78120	52815	-610,64915	1,479130432	77101	1019	1019			
Soma de BQT26	53910		Abr	26	53910	57981	4130,1248	0,929794472	23148	30762	30762			
Soma de BQT27	33120		Mai	27	33120	60533	2835,0804	0,547141971	47663	-14543	14543			
Soma de BQT28	38895		Jun	28	38895	62539	2155,0372	0,621929749	46141	-7246	7246			
Soma de BQT29	123480		Jul	29	123480	64592	2070,7272	1,911705833	125881	-2401	2401			
Soma de BQT30	34110		Ago	30	34110	65285	940,55607	0,522476769	45365	-11255	11255			
Soma de BQT31	43095	2020	Set	31	43095	65199	97,77441	0,660977722	52957	-9862	9862			
Soma de BQT32	49500		Out	32	49500	64812	-299,88708	0,763746117	54343	-4843	4843			
Soma de BQT33	27495		Nov	33	27495	63578	-1066,3793	0,432458908	33282	-5787	5787			
Soma de BQT34	35370		Dez	34	35370	62233	-1295,2717	0,568347781	37373	-2003	2003			
Soma de BQT35	61500		Jan	35	61500	62327	-155,47977	0,986738739	48284	13216	13216			
Soma de BQT36	34110		Fev	36	34110	62738	309,49409	0,543693137	30745	3365	3365			
		2020	Mar					93255	1					
			Abr					58909	2					
			Mai					34834	3					
			Jun					39788	4					
			Jul					122894	5					
			Ago					33749	6					
			Set					42900	7					
			Out					49807	8					
			Nov					28336	9					
			Dez					37416	10					
		2021	Jan					65265	11					
			Fev					36129	12					

Figura 29 - Layout modelo de previsão para distribuições sazonais (Produto1).

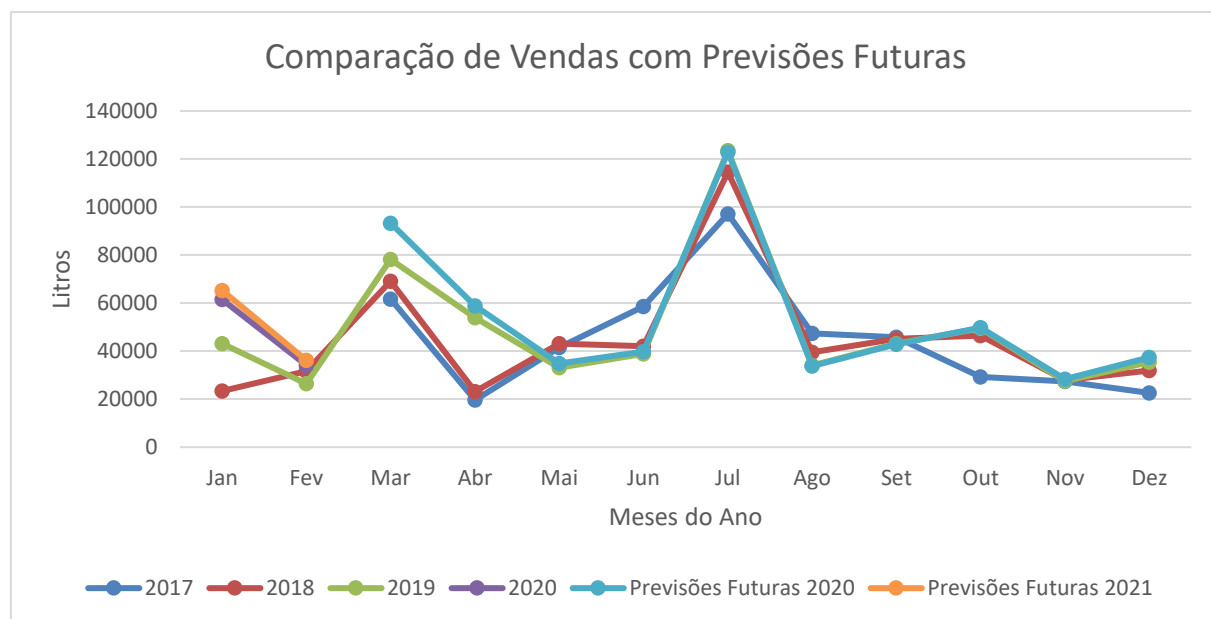


Figura 30 - Comparação de vendas com previsões futuras calculadas (Produto 1).

ANEXO D: *Layout do modelo Linear de Holt*

Valores		Ano	Mês	Período	Vendas	Nível	Tendência	Previsão		Erro	Erro Absoluto		α	0,772405077
Soma de BQT1	220	2017	Mar	1	220	220	230			0	0		β	0,410734565
Soma de BQT2	450		Abr	2	450	450	230	450		-450	450			
Soma de BQT3	230		Mai	3	230	332,42	87,235941	680		-10	10		REQM	149,5911908
Soma de BQT4	410		Jun	4	410	412,2	84,173285	420		-186	186		Total de Vendas	7800
Soma de BQT5	310		Jul	5	310	352,42	25,046628	496		-117	117		Erro Total	4143
Soma de BQT6	260		Ago	6	260	286,73	-12,219102	377		25	25		% Erro	53%
Soma de BQT7	300		Set	7	300	294,2	-4,1339018	275		-105	105		Média de Vendas	223
Soma de BQT8	185		Out	8	185	208,91	-37,466405	290		94	94			
Soma de BQT9	265		Nov	9	265	243,71	-7,7860896	171		-191	191			
Soma de BQT10	45		Dez	10	45	88,453	-68,356599	236		105	105			
Soma de BQT11	125	2018	Jan	11	125	101,12	-35,075494	20		64	64			
Soma de BQT12	130		Fev	12	130	115,45	-14,786794	66		-41	41			
Soma de BQT13	60		Mar	13	60	69,254	-27,68577	101		88	88			
Soma de BQT14	130		Abr	14	130	109,87	0,3696374	42		125	125			
Soma de BQT15	235		Mai	15	235	206,61	39,949251	110		-77	77			
Soma de BQT16	170		Jun	16	170	187,42	15,661856	247		212	212			
Soma de BQT17	415		Jul	17	415	366,77	82,892489	203		-25	25			
Soma de BQT18	425		Ago	18	425	430,61	75,068445	450		-191	191			
Soma de BQT19	315		Set	19	315	358,4	14,574127	506		-73	73			
Soma de BQT20	300		Out	20	300	316,61	-8,5765666	373		-178	178			
Soma de BQT21	130	2019	Nov	21	130	170,52	-65,05769	308		5	5			
Soma de BQT22	110		Dez	22	110	108,97	-63,617799	105		95	95			
Soma de BQT23	140		Jan	23	140	118,46	-33,589516	45		110	110			
Soma de BQT24	195		Fev	24	195	169,93	1,3500995	85		154	154			
Soma de BQT25	325		Mar	25	325	290,02	50,116805	171		-290	290			
Soma de BQT26	50		Abr	26	50	116,03	-41,928573	340		106	106			
Soma de BQT27	180		Mai	27	180	155,9	-8,3326982	74		232	232			
Soma de BQT28	380		Jun	28	380	327,1	65,407822	148		-13	13			
Soma de BQT29	380		Jul	29	380	382,85	61,439932	393		-149	149			
Soma de BQT30	295		Ago	30	295	328,98	14,078285	444		-168	168			
Soma de BQT31	175	2020	Set	31	175	213,25	-39,237786	343		36	36			
Soma de BQT32	210		Out	32	210	201,81	-27,820058	174		-154	154			
Soma de BQT33	20		Nov	33	20	55,047	-76,67359	174		85	85			
Soma de BQT34	85		Dez	34	85	60,732	-42,845968	0		182	182			
Soma de BQT35	200		Jan	35	200	158,55	14,930207	18		-8	8			
Soma de BQT36	165		Fev	36	165	166,93	12,23924	173	K					
		2020	Mar					179	1					
			Abr					191	2					
			Mai					204	3					
			Jun					216	4					
			Jul					228	5					
			Ago					240	6					
			Set					253	7					
			Out					265	8					
			Nov					277	9					
			Dez					289	10					
		2021	Jan					302	11					
			Fev					314	12					

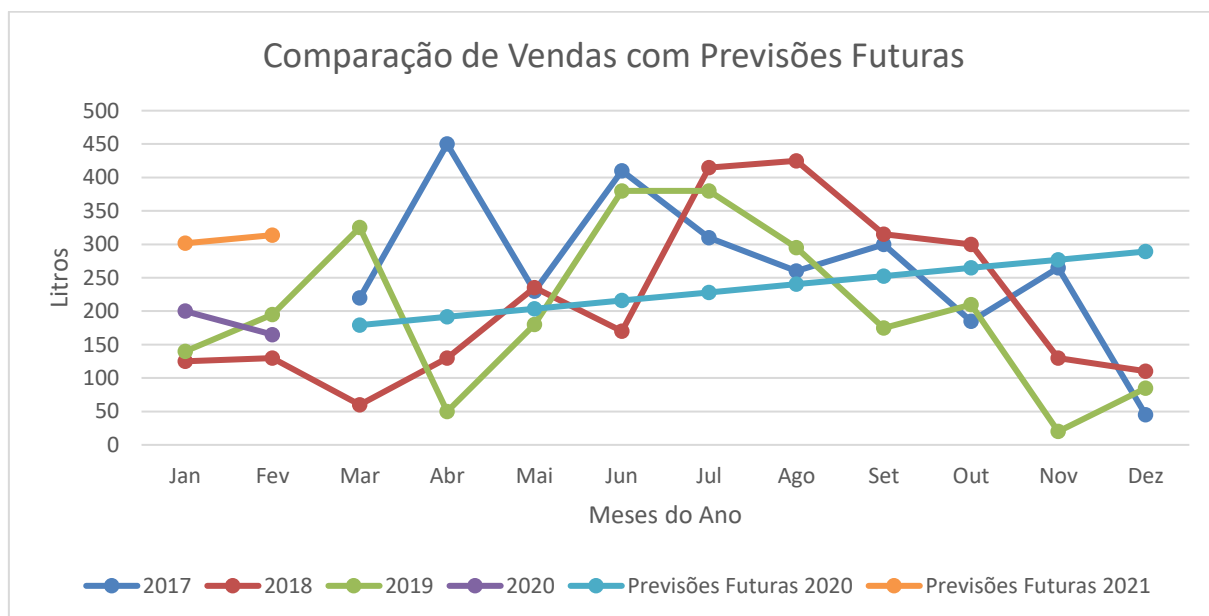
Figura 31 - *Layout do modelo de previsão para distribuições não sazonais (Produto 2).*

Figura 32 - Comparação de vendas com previsões futuras (Produto 2).

ANEXO E: Guião Para a Utilização dos Modelos de Cálculo

1. Abrir a pasta da Rede, aceder à pasta do Planeamento e seguidamente à pasta “SOP”. Dentro da pasta “SOP” encontra-se uma pasta com o nome “Modelo de Previsão de Vendas – Jorge Cruz” onde está o ficheiro *excel* “Modelo de Previsão de Vendas”.
2. Após abertura do ficheiro, na folha “Histórico_de_Vendas” filtrar a coluna “BPRO” e procurar a família pretendida pelo seu código associado.
3. Copiar os cabeçalhos da folha “Histórico_de_Vendas” para a folha “Histórico_Vendas Família” e nesta folha, no espaço onde são contabilizadas as vendas, criar uma equação que transforme as unidades contabilizadas na folha “Histórico_de_Vendas” em litros, multiplicando pelas capacidades associadas a cada produto. Copiar as fórmulas para todos os meses do histórico.
4. Abrir o ficheiro *access* “Base_Dados_Simulação”, que se encontra na mesma pasta que o ficheiro *excel*, nas tabelas “T_Campanhas_27_02_2019” e “T_Campanhas” procurar para a família/produto pretendido, o histórico de campanhas que coincidem com o período em análise, seleccionando os períodos na coluna “DataInicio_CMP”.
5. Abrir a vista de estrutura da consulta “C01_Historico_LinhasEncomenda_IROs_Campanha” e no campo “SKU: OLPRDC” colocar como critério: Como “XXXX*” (dentro de aspas colocar a família pretendida, o * é colocado para seleccionar todos os produtos dessa família). Para campanhas que decorreram num só mês, inserir como critério em “Data Grav”: Entre AAAAMMDD e AAAAMMDD (Exemplo: Campanha que decorreu entre 05/07/2019 e 23/07/2019, Critério: Entre 20190701 e 20190731). No caso de campanhas com mais de um mês de duração, filtrar como anteriormente mas no campo “DATA ENTREGA PEDIDA”. Realizar duas pesquisas, uma para o primeiro mês da campanha e a outra para o segundo mês da campanha. Após se colocarem os critérios, abrir a tabela em vista de tabela, contabilizar as unidades vendidas em período de campanha, multiplicar pela capacidade de cada produto e subtrair ao histórico de vendas nos meses coincidentes. Este processo deve ser realizado para campanhas não sistemáticas, isto é para campanhas que tenham sido realizadas em diferentes períodos ao longo dos 35 meses de histórico, ou para campanhas que não tenham acontecido nos anos do histórico de vendas.
6. Na folha “Distribuição de Vendas” colocar o cursor sobre a tabela dinâmica e nas opções desta, alterar a origem dos dados e seleccionar todos os dados da folha “Historico_Vendas Família”. Analisar a distribuição de vendas de forma a concluir se o produto apresenta ou não sazonalidade.
7. Se o produto apresentar sazonalidade utilizar a folha “Método Sazonal”, se o produto não apresentar sazonalidade utilizar a folha “Método Não Sazonal”. Da mesma forma que no ponto anterior, alterar a origem dos dados da tabela dinâmica e atualizar os dados. Após os dados serem atualizados, na secção “Dados” do *excel* abrir a ferramenta solver e executar. Após execução da ferramenta as previsões são calculadas de forma a minimizar o desvio das previsões, para que os resultados obtidos sejam mais precisos.
8. Analisar a distribuição de vendas do próximo produto pretendido e copiar a folha de previsões de acordo com essa distribuição. Repetir este passo para os restantes produtos pretendidos.

ANEXO F: Distribuição de vendas de três produtos com categoria distinta

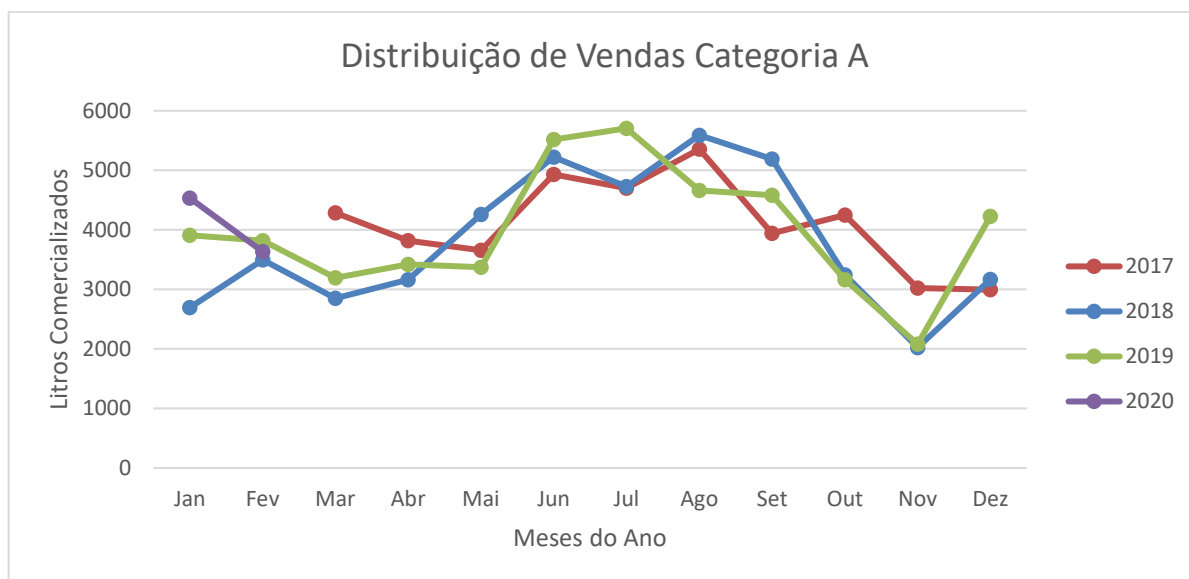


Figura 33 - Distribuição de vendas de um produto da categoria A.

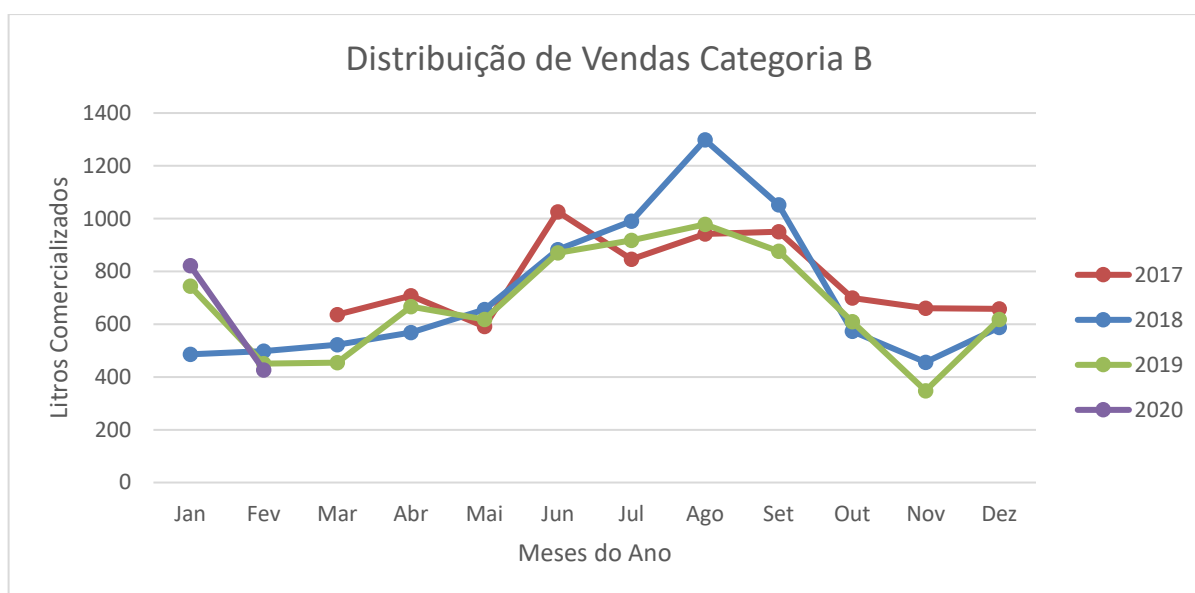


Figura 34 - Distribuição de vendas de um produto da categoria B.

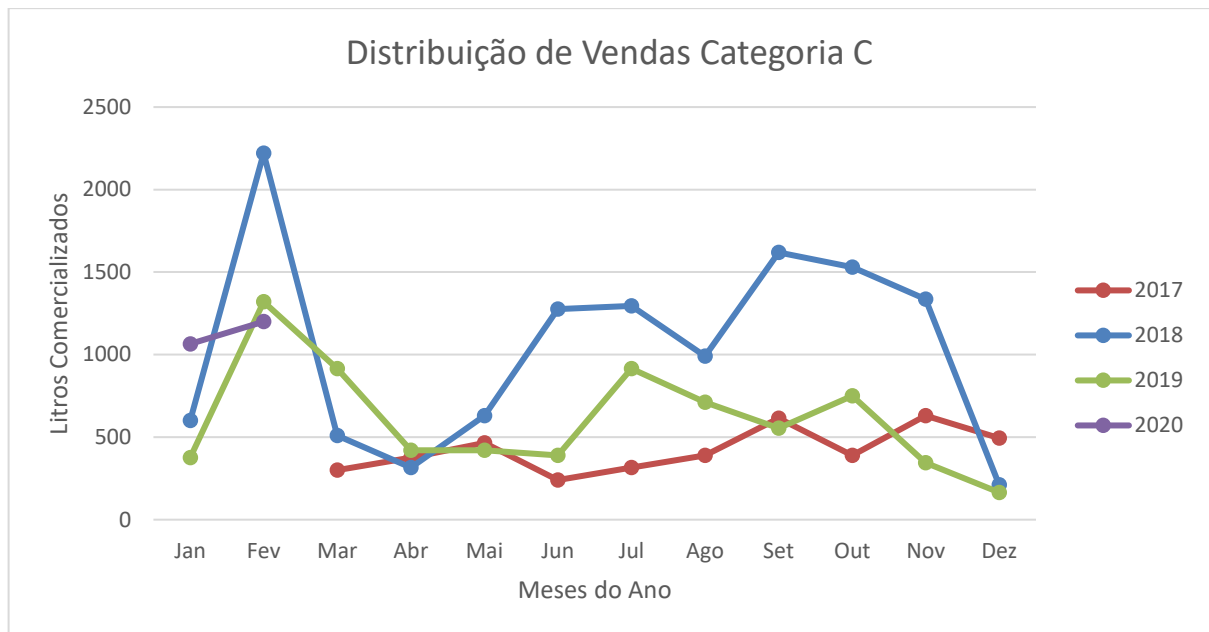


Figura 35 - Distribuição de vendas de um produto da categoria C.

ANEXO G: Modelo de Monitorização de Desvios e Ajuste de Previsões

Previsão	Família	Previsão Divisão Comercial	Previsão Planejamento	Desvios	
306032	B	306032	146718	2	As previsões calculadas pelo planejamento devem multiplicadas pelo valor deste campo
Total Geral					

Produto	Embalagem	Mês	Previsões	Previsões Trimestre	Coefficiente de Ajuste	Ajuste Previsões
3	01	Abr	2196	6956	2	4581
		Mai	2219			4628
		Jun	2542			5301
	05	Abr	7124	23261		14860
		Mai	6861			14311
		Jun	9276			19348
	15	Abr	34977	116501		72956
		Mai	30173			62936
		Jun	51351			107112
					Total=	306032

Figura 36 - Modelo de monitorização e ajuste.

ANEXO H: Guião para monitorização de desvios face à previsão da Divisão Comercial para efeitos de S&OP

1. Abrir o ficheiro *excel* “Monitorização de Desvios S&OP” e de acordo com o “guião para a utilização do modelo de previsão de vendas” calcular as previsões para a família desejada.
2. Na folha “S&OP – Monitorização de Desvios” seleccionar, na tabela dinâmica, a família para o qual se pretende realizar o estudo.
3. Adaptar as tabelas para o trimestre desejado. Para o desenvolvimento deste modelo foram utilizadas as previsões dadas para o 2º Trimestre de 2020. Para outros trimestres, inserir em primeiro lugar as previsões fornecidas pela divisão comercial na folha “Previsão Divisão Comercial”.

Na folha “S&OP – Monitorização de Desvios” adaptar as fórmulas para os meses pretendidos, nomeadamente nas colunas “Previsão Planeamento” e “Previsões”

Nota: Caso, para uma dada família, já tenha sido realizado o cálculo de previsões, na coluna “Previsões” da folha “S&OP – Monitorização de Desvios” seleccionar as previsões calculadas previamente.