



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO CURSO DE GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Marcos Felipe Rodrigues Rocha**

**PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO ALIMENTÍCIO  
DO ESTADO DO CEARÁ**

**Junho – 2011**

**Marcos Felipe Rodrigues Rocha**

**PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO ALIMENTÍCIO  
DO ESTADO DO CEARÁ**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Msc.Eng . Anselmo  
Pitombeira

**Fortaleza - Junho – 2011**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- R574p Rocha, Marcos Felipe Rodrigues.  
Previsão de demanda em uma indústria do ramo alimentício do estado do Ceará / Marcos Felipe Rodrigues Rocha. – 2011.  
58 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2011.  
Orientação: Prof. Dr. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto.
1. Previsão de demanda. 2. Séries temporais. 3. Planejamento. I. Título.

CDD 658.5

---

**Marcos Felipe Rodrigues Rocha**

**PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO ALIMENTÍCIO  
DO ESTADO DO CEARÁ**

Presidente da Banca: Prof. : Prof. Msc.Eng . Anselmo Pitombeira

Banca Examinadora

Prof. Dr. João Vitor Moccelin

Prof. Dr Maxweel Veras Rodrigues

Aprovada em: 22 / 06 / 2011

NOTA = \_\_\_\_\_

# Dedicatória

*Dedico este trabalho à minha família  
que sempre esteve ao meu lado, meus  
amigos, aos meus pais e a Deus.*

## RESUMO

O principal objetivo deste estudo é analisar o desempenho de modelos de previsão, diferente do utilizado atualmente pela instituição em estudo, para melhorar a demanda para um horizonte de 6 meses dos produtos acabados em uma indústria do ramo alimentício. A determinação do método com maior grau de acuracidade, ou menor margem de erro, constitui-se em uma etapa de fundamental importância para que o processo de planejamento da administração se desenvolvesse adequadamente. No presente estudo, foram abordados os principais aspectos teóricos condizentes aos métodos de previsão de demanda utilizado. Em seguida, foi realizado o processo de testes, aplicados aos dados históricos disponibilizados. Os modelos de previsão utilizados no estudo foram: Média Móvel de 2 e 3 períodos, Suavização Exponencial Simples, Holt e o de Decomposição Clássica. Os resultados obtidos, com o uso dessa estratégia, demonstraram que os modelos utilizados nesse estudo são, no geral, mais adequadas do que a do método utilizado pela instituição, com menores erros e superiores em acurácia para uma a projeção de valores futuros a um período de 6 meses. O modelo que obteve o maior grau de acuracidade foi o de exponencial simples, apresentando maior acuracidade.

**Palavras-chaves:** Previsão de demanda; séries temporais; planejamento.

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Resultados dos modelos para o produto X .....	33
Quadro 2: Resultados dos modelos para o produto Y .....	34
Quadro 3: Resultados dos modelos para o produto Z.....	35
Quadro 4: Resultados dos modelos para o produto W .....	36
Quadro 5: Resumo dos resultados obtidos. ....	38

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas do modelo de previsão.....	13
Figura 2: Horizonte de incertezas .....	16
Figura 3 - Divisão dos métodos de previsão em causais ou de séries temporais .....	18
Figura 4: Observações de uma série temporal com previsões d e origem t e horizontes de previsão iguais a um, dois e h .....	19
Figura 5: Vendas em paralelo Produto X .....	28
Figura 6: Vendas em série Produto X.....	29
Figura 7: Vendas em paralelo Produto Y .....	29
Figura 8: Vendas em série Produto Y.....	30
Figura 9: Vendas em paralelo Produto Z.....	30
Figura 10: Vendas em série Produto Z .....	31
Figura 11: Vendas em paralelo Produto W .....	31
Figura 12: Vendas em série Produto W.....	32
Figura 13: Previsões para o Produto X.....	32
Figura 14: Previsões para o Produto Y .....	33
Figura 15: Previsões para o Produto Z .....	33
Figura 16: Previsões para o Produto W .....	34

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	9
1.1. Objetivo Geral .....	9
1.2. Objetivos Específicos .....	10
1.3 Estrutura da Monografia.....	10
1.4 Justificativa.....	10
1.5 Delimitação.....	11
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
2.1 Previsão de Demanda .....	12
2.2 Competitividade .....	15
2.3 Métodos Qualitativos: .....	16
2.3.1 Método de Delphi. ....	17
2.4 Métodos Quantitativos.....	18
2.4.1 Séries Temporais .....	18
2.4.2 Média Móvel .....	19
2.4.3 Exponencial simples .....	20
2.4.4 Método de Holt.....	22
2.4.5 Decomposição Clássica .....	22
2.5 Erros de Previsão .....	24
CAPÍTULO 3 METODOLOGIA.....	25
CAPÍTULO 4 ESTUDO DE CASO.....	25
4.1 Apresentação .....	27
4.2 Considerações iniciais sobre os dados e sua coleta .....	27
4.3 Análise prévia dos dados .....	28
4.4 Avaliação dos modelos e a determinação do método ideal. ....	33
4.4.1 Análise do Produto X .....	33
4.4.2 Análise do Produto Y .....	34
4.4.3 Análise do Produto Z.....	36
4.4.4 Análise do Produto W.....	37
4.5 Resumos dos Resultados .....	38
CAPÍTULO 5 .....	39
5.1 Conclusões.....	39
4.2 Sugestões para Trabalhos Futuros .....	39

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a globalização passou a ser um dos principais pontos a serem discutidos no mercado mundial. As empresas que desejam se manter na globalização, ou mesmo em seus mercados locais, precisam, antecipadamente, analisar a situação, em geral, e atentar aos rumos tomados no âmbito da globalização.

O tema proposto nesse trabalho é bastante comentado atualmente nas empresas, uma vez que é de grande importância para um bom planejamento. Os setores de compras, vendas e de produção, em geral, são bastante afetados no que diz respeito à previsão e devem estar totalmente alinhados um com o outro.

Previsões de demanda são elaboradas utilizando métodos quantitativos, métodos qualitativos, ou combinações de métodos quantitativos e qualitativos.

Os métodos quantitativos se utilizam de dados históricos para prever a demanda em períodos futuros. A previsão futura requer a construção de modelos matemáticos a partir dos dados disponíveis (ou seja, a partir de dados que descrevem a variação da demanda ao longo do tempo) este grupo de dados é denominado série temporal.

Os métodos qualitativos se baseiam em opiniões de especialistas ou gestores das organizações, os quais fundamentam-se em apreciação do pessoal de vendas e expectativas dos consumidores. Assim, diferentes indivíduos apresentam preferências distintas, esses métodos são vulneráveis a tendências que podem comprometer a confiabilidade de seus resultados.

O tema dessa monografia consiste na análise de vários métodos para implementação de sistemas de previsão de demanda. Esta metodologia será demonstrada, em parte, através de uma aplicação em uma empresa industrial do ramo alimentício, localizada no Estado do Ceará. Na aplicação em questão, pretende-se propor o método que melhor se adequa aos principais produtos da empresa.

### 1.1. Objetivo Geral

Analisar o desempenho de metodologias quantitativas, baseada em séries temporais, diferentes das utilizadas atualmente, para um horizonte de 6 meses nos principais produtos em uma indústria.

## 1.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são: analisar as principais técnicas de previsões, determinar, de acordo com a melhor acuracidade, o método mais adequado e conhecer as características da demanda dos produtos da empresa.

## 1.3 Estrutura da Monografia

Esta monografia está estruturada da seguinte forma:

Capítulo 1: Apresentação do tema, objetivos gerais, específicos, a estrutura e as delimitações do trabalho.

Capítulo 2: Revisão bibliográfica acerca do assunto em estudo.

Capítulo 3: Metodologia

Capítulo 4: É apresentado um estudo de caso realizado com os dados reais de uma empresa do ramo alimentício.

Capítulo 5: Conclusão e sugestões para trabalhos futuros.

## 1.4 Justificativa

Segundo Waddell, (1994 apud BACCI, 2007), os gerentes trabalham inseridos em um ambiente turbulento, ou seja, que muda a todo o momento e de maneira imprevisível. Num contexto como esse, muitos gerentes tomam decisões sem saber o que acontecerá no futuro. Estoques são encomendados e novos equipamentos são adquiridos sem saber qual será a demanda futura pelo produto; e novos investimentos são realizados sem saber se trarão lucros ou não. Num ambiente como esse, boas previsões são itens essenciais para que se tenha um bom gerenciamento.

O estudo em questão trará uma grande força competitiva para a empresa, pois descreve o comportamento futuro das vendas dos 4 principais produtos da empresa. Esse estudo, possivelmente, poderá servir para outros produtos se os mesmos apresentarem características parecidas. Podendo então ser utilizado para realizar o planejamento das diversas áreas, da empresa em estudo, tais como: recursos humanos, produção.

Tendo essa importância em vários setores e atividades na empresa, a estimativa de vendas futuras mais precisas aumenta a competitividade da empresa em relação aos concorrentes e disponibiliza informações mais acuradas para as tomadas de decisões. O estudo, então, torna-se de grande importância, pois se forem realizadas as previsões de demanda da empresa pode se prever o futuro do negócio e aproveitar as oportunidades e reduzir as incertezas.

### 1.5 Delimitação

Esta monografia descreve a aplicação de metodologia na solução de um problema específico e, portanto, apresenta limitações. A primeira limitação diz respeito à natureza do trabalho envolvendo o tema previsão, ou seja, não é intenção desse trabalho dizer qual dos modelos de previsão apresentados é melhor e sim indicar este modelo, para as séries de dados que foram disponibilizadas, ou seja, mostrar o modelo mais acurado no que tange à capacidade de gerar previsões precisas.

Os modelos de previsão utilizados neste trabalho compreendem os modelos de Médias Móveis, Suavização Exponencial, Método de Holt e Decomposição Clássica, não sendo abordadas, de forma detalhada, outras técnicas de previsão de demanda. O estudo de caso apresentado neste trabalho foi realizado tomando como base alguns produtos de uma indústria do ramo alimentício. Portanto, não faz parte deste trabalho a generalização dos resultados obtidos para outras indústrias do mesmo ramo.

## CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Previsão de Demanda

Segundo Tubino (2000, p.63), “a previsão de demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa”. Ainda de acordo com o mesmo autor, as previsões são usadas pelo planejamento estratégico da produção em dois momentos diferentes: para planejar o sistema produtivo e para planejar o uso do mesmo. No entanto, mesmo com toda a evolução dos recursos computacionais e da sofisticação matemática das técnicas componentes do processo de previsão, a mesma não é considerada uma ciência exata, pois envolve uma boa dose de experiência e julgamento pessoal do planejador.

Tubino (2000), sugere um modelo de previsão. composto por cinco etapas, apresentadas na figura 1.

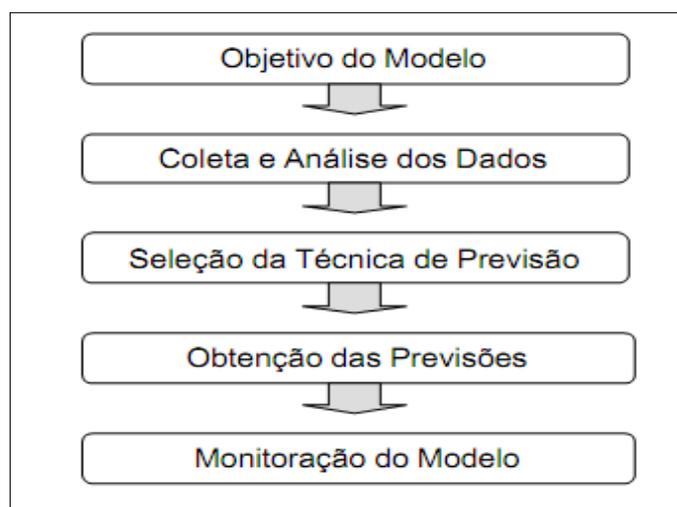


Figura 1: Etapas do modelo de previsãoFonte: TUBINO, Dálvio

F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2ed. São Paulo: Atlas, 2000.

A primeira etapa refere-se à importância em se definir a razão para se elaborar as previsões, ou seja, que produto será previsto, qual o grau de acurácia e que recursos estarão disponíveis. Posteriormente, faz-se necessário coletar e analisar os dados históricos do produto em questão. Tubino (2000), em relação ao processo de análise e coleta de dados, destaca os seguintes pressupostos básicos:

1. Quanto maior for a quantidade de dados, mais confiável torna-se a previsão;
2. Os dados devem buscar a caracterização, a adequação da demanda pelos produtos da empresa, que não é necessariamente igual as vendas passadas, pois pode ter ocorrido falta de produtos, postergando as entregas ou deixando de atendê-las;
3. Variações extraordinárias, anormais na demanda devem ser analisadas e substituídas por valores médios, compatíveis com o comportamento normal da demanda;
4. O tamanho do período ou hiStórico de consolidação dos dados (mensal, trimestral, anual, etc) influencia a escolha da técnica de previsão mais adequada.

Segundo Ballou (2006), em vários casos a demanda de um produto é tão imprevisível que se torna complicado elaborar um planejamento de compras adequado com o exigido pelo mercado. Sendo assim, uma alternativa plausível à previsão de demanda, é uma rápida capacidade de resposta do processo de produção, ou seja, conseguir produzir bens de forma tão ligeira que a previsão não se torna tão importante.

Ainda segundo Ballou (2006):

O reconhecimento de que não há previsão melhor do que esperar até que a demanda dos clientes se materialize é uma base para reagir apropriadamente à demanda. Se os processos de cadeias de suprimentos podem ser flexibilizados e passar a reagir com rapidez às necessidades da demanda, a necessidade de previsão é pequena.

Segundo Corrêa, Giansesi e Caon (2001), a previsão de vendas quanto ao horizonte pode ser divididas em três cenários, em curto prazo, médio e longo prazo

1. Curto prazo: Para previsões de até 4 meses aproximadamente, utilizando a hipótese de que o futuro seja uma continuação do passado.
2. Médio prazo: baseia-se na hipótese de que as relações existentes no passado entre as vendas e outras variáveis, continuam a valer no futuro.
3. Longo prazo: ocorre quando o horizonte aumenta vários anos, cuja hipótese é que o futuro não guarda uma relação direta com o passado, pelo menos não uma relação de modelagem matemática, devido, principalmente, aos avanços tecnológicos. A previsão pode ocorrer pela previsão de especialistas ou por modelos econométricos, que descrevem mediante um conjunto de equações de regressão, as relações de causa-efeito entre as variáveis.

4. Uma importante atividade que se deve da importância é escolher o horizonte de previsão e saber escolher o método adequado para o horizonte certo.

Utilizam muito dados históricos de vendas e nível de serviço os horizontes de médio e curto prazo. Já no horizonte de longo prazo são utilizadas as previsões com modelos qualitativos, realizadas por especialista, ou quantitativas, que utilizam uma variável de vendas que tem correlação com uma variável global (tecnológica, política, econômica ou climática).

Ainda segundo Corrêa, Giansesi e Caon (2001), existem outros requisitos importantes para uma boa previsão além de um modelo adequado para o período desejado de previsão, entre eles se destacam:

- a) Conhecer os mercados, suas necessidades e comportamentos: é importante segmentar o mercado e agrupar os clientes, segundo suas necessidades e comportamentos, mapeando os clientes de acordo com o segmento de mercado e o tipo de segmento.
- b) Conhecer os produtos e seus usos: essas informações ajudam a entender os dados numéricos de vendas, auxiliando na busca das causas dessas variações
- c) Saber analisar dados históricos: um dos pontos principais a serem analisados é verificar se os dados de vendas são referentes às quantidades e ao momento em que o cliente gostaria de receber o produto e não as quantidades e datas efetivas da entrega, ou seja, os dados do cliente devem refletir a vontade do cliente e não a disponibilidade da empresa em atender ao pedido.
- d) Conhecer as ações da empresa que afetam a demanda: verificar as ações da área comercial da empresa que afetam o comportamento das vendas.

O cliente é a chave do negocio, então não se pode deixar de estudá-los e analisá-los periodicamente, quanto as suas necessidades e alocá-los aos produtos. Já os produtos devem ser agrupados de acordo com similaridade os outros produtos, quando um produto pode ser substituído por outro isso caracteriza que eles devem estar no mesmo subgrupo, outro critério importante é quanto ao valor, utilização e características.

## 2.2 Competitividade

Ser competitivo, segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2001), é ter a capacidade de superar os concorrentes naqueles aspectos de desempenho que os nichos de mercado visados mais valorizam:

- a) Custo percebido pelo cliente;
- b) Velocidade de entrega;
- c) Confiabilidade de entrega;
- d) Flexibilidade das saídas;
- e) Qualidade dos produtos;
- f) Serviços prestados ao cliente.

É necessário avaliar constantemente o planejamento, pois, quanto maior for o prazo de atuação, mais incerto ele pode ser, conforme se pode observar na figura 2.

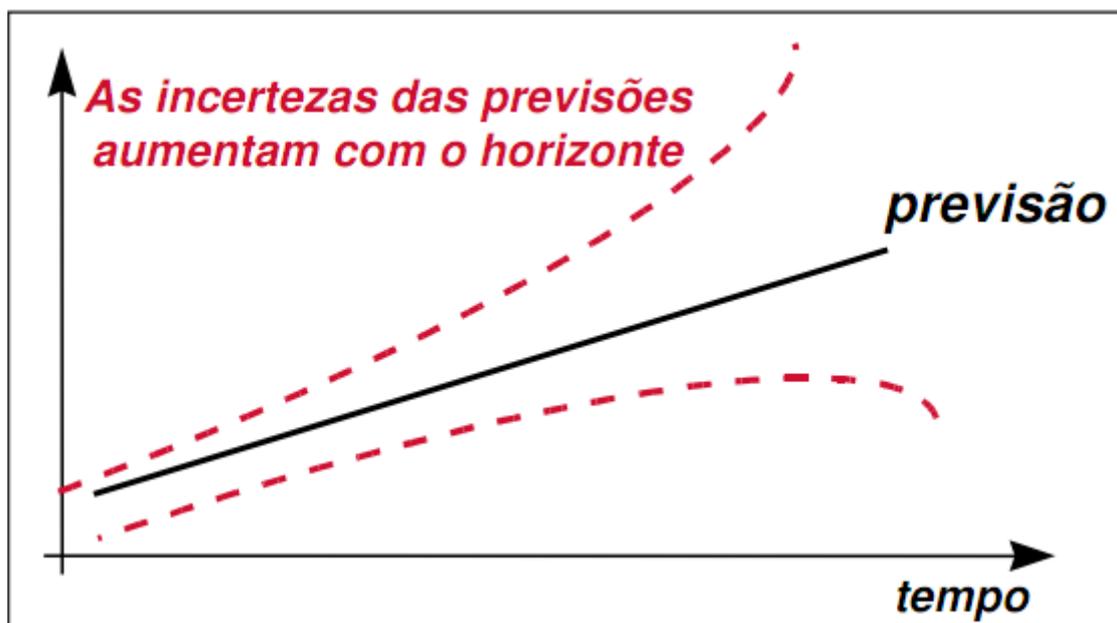


Figura 2: Horizonte de incertezas

Fonte: Corrêa, Gianesi e Caon (2001)

Ainda segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2001), a previsão de demanda representa um fator de competitividade, pois proporciona uma visão do futuro e uma opção de planejamento para ser tornar eficiente e aproveitar as oportunidades do mercado. As necessidades de alguns

setores são geradas junto com os resultados das previsões, como recursos matérias, humanos e financeiros.

### 2.3 Métodos Qualitativos:

Segundo Ballou (2006), são os métodos que recorrem ao julgamento, intuição, pesquisas ou técnicas comparativas a fim de produzir estimativas quantitativas sobre o futuro acrescentam o fator subjetivo ao processo. A natureza não científica desses métodos torna difícil sua padronização ou mesmo sua validação de exatidão. Entretanto, há momentos em que apenas esse tipo de informação estará disponível. Quanto aos dados históricos, é possível que não estejam ao alcance ou que tenham escassa relevância para a previsão. Mesmo assim, ainda é preferível que se opte por esse modelo em previsões de médio e longo prazo.

Os métodos qualitativos têm sido, historicamente, os mais utilizados na previsão da demanda Mentzer e Cox (1997 apud PELLEGRINI, 2000). Tais métodos costumam apresentar um baixo grau de precisão; apesar disto, continuam sendo amplamente utilizados nas empresas, mesmo com a difusão de métodos quantitativos mais avançados, impulsionada pelo avanço na capacidade de processamento e armazenamento de dados computacionais. A utilização dos métodos qualitativos parece estar relacionada ao fato das previsões por eles geradas corresponderem às metas de demanda estabelecidas pelas empresas. A escassa fundamentação teórica dessas previsões pode explicar, em grande parte, a baixa acurácia dos métodos qualitativos de forecasting.

Afirma Wanke (2006 apud SILVA, 2008), mesmo quando uma empresa utiliza técnicas quantitativas de previsão de demanda, o julgamento e o conhecimento dos analistas, que não são considerados nos modelos, representam um importante papel no processo de previsão. Até mesmo durante a utilização de técnicas quantitativas, o julgamento do decisor está presente, seja quando decide entre quais métodos utilizar, seja quando seleciona os dados que serão utilizados e realiza os tratamentos que julgam necessários.

Segundo Tubino (2000), as técnicas qualitativas por serem mais rápidas de se empregar, são utilizadas quando não se dispõe de tempo para coletar e analisar os dados da demanda passada. Ou então, na introdução de um novo produto, diferente dos oferecidos atualmente, no qual não se existia dados passados em que se possa apoiar. Ou ainda quando o

panorama econômico político for muito instável, tornando os dados passados rapidamente obsoletos, e não se disponha de informações atualizadas.

### 2.3.1 Método de Delphi.

Segundo Ballou (2006), Esse método possui horizonte de tempo de previsão de médio a longo prazo. Por esse método, os executivos respondem, anonimamente, a uma série de perguntas em turnos sucessivos. Cada resposta é repassada a todos os participantes em cada turno, e o processo é então repetido. Até seus turnos podem ser necessários antes que se atinja o consenso sobre a previsão. Esse método pode resultar em previsões com as quais a maioria dos participantes concordou apesar de ter ocorrido uma discordância inicial.

Segundo Moreira (2001), os métodos qualitativos permitem o controle do erro, mas exigem informações quantitativas preliminares. Conforme se pode ver na Figura 3-1, os métodos quantitativos de previsão se subdividem em métodos causais e métodos de séries temporais.

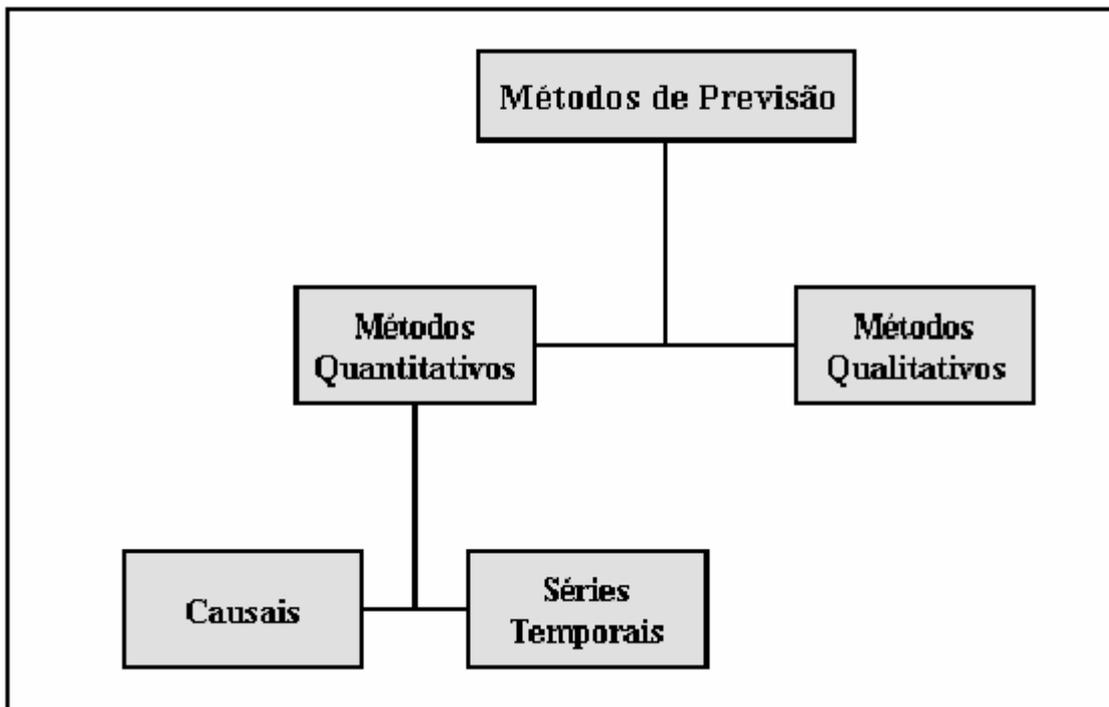


Figura 3 - Divisão dos métodos de previsão em causais ou de séries temporais.

Fonte: Moreira (2001).

Segundo Mentzer e Bienstock (1998 apud LOPES, 2002):

O método Delphi possui a propriedade, na medida que não reúne os executivos em uma conferência, de eliminar influências pessoais ou pressões hierárquicas na elaboração das previsões dos entrevistados. Em relação aos problemas, pode-se dizer que o método citado acima, possui uma determinada tendência para produzir previsões incertas, ou seja, os resultados podem ser altamente dependentes da composição e perícia dos executivos participantes. Entretanto, torna-se necessário salientar que esse viés, muitas vezes é resultado da inabilidade ou indisposição das pessoas designadas em elaborar as previsões sem adquirir e analisar informações diferentes daquelas disponíveis em primeiro plano.

## 2.4 Métodos Quantitativos

### 2.4.1 Séries Temporais

Para Wanke (2006 apud SILVA, 2008), uma série temporal consiste em dados coletados, armazenados ou observados em sucessivos incrementos de tempo. Assim, no estudo de técnicas de previsão de vendas, pode-se definir temporal o histórico das vendas de um determinado item ao longo do tempo. As técnicas de série temporais são baseadas na identificação de padrões existentes nos dados históricos para posterior utilização no cálculo do valor previsto. Assim, todas essas técnicas consideram uma ou mais das cinco principais componentes de séries temporais.:

- **Nível:** representa o comportamento das vendas caso não existisse nenhuma outra componente. Geralmente, o nível é simplesmente o ponto inicial de uma série de vendas;
- **Tendência:** componente que representa o crescimento ou declínio de uma série no médio ou longo prazo;
- **Sazonalidade:** componente que representa um comportamento periódico de curto ou médio prazo.
- **Ciclo:** semelhante à sazonalidade mas reflete as flutuações ocorridas no longo prazo, sendo repetidas a cada três, quatro ou mais anos. Geralmente, esta componente é afetada pelas variações econômicas das nações;

- Aleatoriedade: as demais variações, não explicadas pela tendência, ciclo e sazonalidade, são denominadas variações aleatórias. Estas são causadas principalmente por eventos particulares e não recorrentes.

Uma série temporal pode ser conceituada simplesmente como qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo Morettin e Toloi (2006). Pode-se expressar uma série temporal por:

$$Z_t = \{Z_t \in \Re \mid t = 1, 2, 3, \dots, N\}$$

Onde  $t$  é um índice temporal, e  $N$  é o número de observações. Considerando a existência de observações de uma série temporal até o instante  $t$ , a previsão no instante  $t+h$  é denotada por  $\hat{Z}(h)$ , cuja origem é  $t$  e o horizonte de previsão é  $h$ . As previsões em  $Z(t+1)$ ,  $Z(t+2)$ , ...  $Z(t+h)$  podem ser ilustradas por meio do exemplo contido na Figura 4.

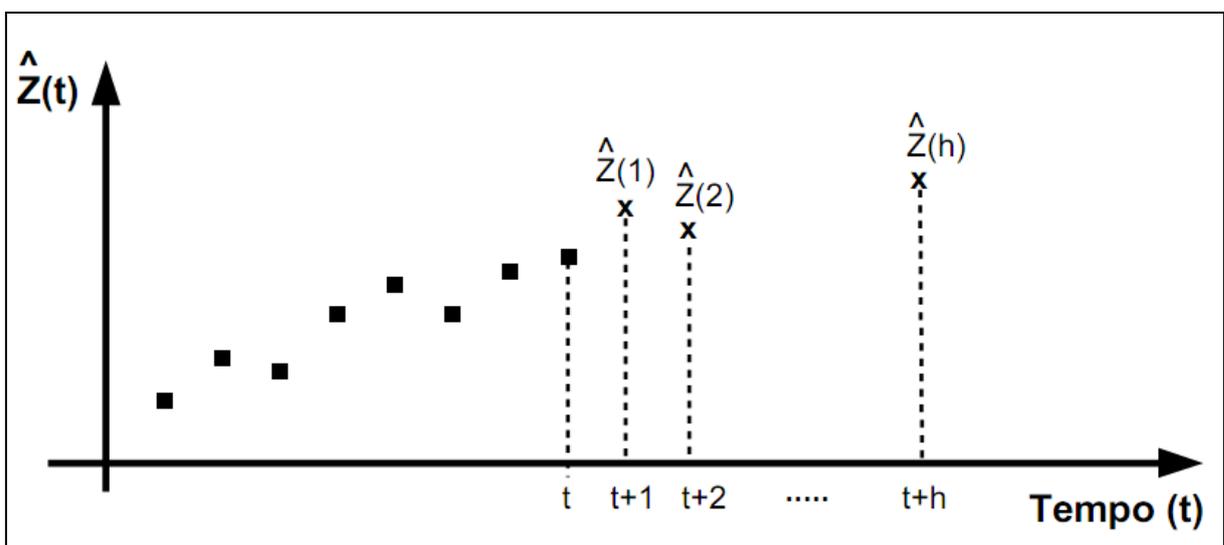


FIGURA 4: Observações de uma série temporal com previsões de origem  $t$  e horizontes de previsão iguais a um, dois e  $h$ . Fonte: Morettin e Toloi, (2006)

#### 2.4.2 Média Móvel

O método em questão gera previsões médias com menor variabilidade que os dados originais. Isso ocorre devido ao processo de combinação entre as observações com valores altos e com valores baixos. O mesmo possui como características a simplicidade e o baixo custo. Conforme menciona Tubino (2000, p.70), “a média móvel usa dados de um número predeterminado de períodos, normalmente os mais recentes, para gerar sua previsão. A cada novo período de previsão se substitui o dado mais antigo pelo mais recente”

Segundo Mentzer e Bienstock (1998) apud Lopes (2002), o método consiste em calcular a média das últimas observações mais recentes. O valor encontrado, ao seu tempo, é considerado a previsão para o próximo período. A previsão através das médias móveis pode ser obtida mediante a utilização da equação (1), descrita da seguinte forma por:

$$P_t = (V_{t-1} + V_{t-2} + V_{t-3} + \dots + V_{t-N}) / N \quad [1]$$

Onde:

P<sub>t</sub>: previsão para o período t + 1;

V<sub>t-1</sub>: observação referente ao período t – 1;

N: número de períodos utilizados na média móvel.

Este método utiliza a média aritmética ou ponderada dos últimos n valores para prever o valor seguinte. Assim, a cada nova observação disponível, o valor mais antigo é descartado e o mais recente é inserido para o cálculo da nova média. Afirma Wanke (2006 apud SILVA, 2008).

Se a série consistir de flutuações erráticas em torno de uma tendência, as médias móveis irão reduzir e suavizar essas flutuações. Isso poderá ocorrer, pois a média de um determinado número de termos cairá entre o maior e o menor deles. Quanto maior o número de termos utilizados para o cálculo da média móvel, mais suavizada será a série resultante. Entretanto, se houver pouca flutuação aleatória nos dados ou mudança significativa no padrão da série, um número menor de observações deve ser incluído no conjunto de valores empregados na determinação da média para que se possa reagir a essas alterações mais rapidamente. Morettin e Toloi (2006).

#### 2.4.3 Exponencial simples

O modelo de suavização exponencial, representado pelas equações 2 e 3, é similar a média móvel ponderada, com a diferença que é utilizada toda a base de dados históricos. E os coeficientes de ponderação decrescem exponencialmente. Para hipótese de valores de média e apenas com variações aleatórias, segue a seguinte equação Corrêa, Gianesi e Caon (2001)

$$S_t = \alpha \times V_t + (1-\alpha)S_{t-1} \quad [2]$$

$$P_t = S_{t-1} \quad [3]$$

S<sub>t-1</sub> = Valor da base calculado no instante t.

$\alpha$  = Constante de suavização.

$V_t$  = Valor das vendas reais no período  $t$ .

$P_t$  = Previsão das vendas para período.

Corrêa, Giancesi e Caon (2001), afirma-se que nesse modelo a previsão para o período  $t$  é uma média ponderada entre os valores de venda reais no período  $t-1$  e a previsão feita para o período  $t-1$ . Quanto maior a constante, que pode variar de zero a um, maior será o peso dado ao valor da venda no período mais recente, em detrimento da última previsão.

Na suavização exponencial o peso de cada observação decresce no tempo em progressão geométrica, ou de forma exponencial. Cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescido com o erro anterior da previsão, corrigido por um coeficiente de ponderação. Os valores de alfa normalmente variam de 0,05 a 0,50. (TUBINO, 2000).

Para Ballou (2006) a suavização exponencial é, provavelmente, a técnica mais útil para previsão de curto prazo. Pois é um modelo simples, auto-adaptável, requer uma quantidade pequena de dados e é considerada uma das mais acuradas. Onde as observações recentes recebem pesos maiores. Ainda Ballou (2006), já restringe ainda mais os valores de alfa entre 0,01 e 0,30. Apesar de os valores mais altos serem utilizados para mudanças antecipadas que irão ocorrer.

O melhor valor de alfa para se escolher é o que proporciona ao modelo o menor erro. O melhor modo de obter esse alfa ideal é a realização de simulações, pacotes computacionais geralmente utilizam de simulações para escolher o melhor alfa. Uma regra para se obter um bom alfa, é o modelo que permite seguir as mudanças ocorridas e que calcula a média de flutuações dos erros Tubino, (2000).

Moreira (1999), sugere que o número de  $N$ , o número de valores necessários para que a média aritmética para o 1º valor a ser previsto, deve ser calculado dessa forma pela equação

4:

$$N = 2 / \alpha - 1 \quad [4]$$

Existe uma grande dificuldade em encontrar o alfa mais apropriado, se não se tem o auxílio de algum sistema computacional, porém o modelo de suavização exponencial é muito difundido.

#### 2.4.4 Método de Holt

Segundo Ragsdale (2008) o método de holt possui aplicabilidade para a previsão de dados em séries temporais que apresentem um padrão de comportamento mais complexo. Em outras palavras, este método é apropriado para séries com tendência linear e variações sazonais. Existem dois tipos de procedimentos diferentes indicados para a previsão deste tipo de série e a sua utilização depende das características da série considerada.

O valor da previsão obtido por meio deste método é alcançado pela aplicação da equações abaixo:

$$P_{t+p} = N_t + pT_t$$

$$N_t = \alpha R_t + (1 - \alpha)(N_{t-1} + T_{t-1})$$

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

Onde:  $N_t$  : Componente nível (valor sem tendência)

$T_t$  : Componente tendência

$\beta$  : Coeficiente de amortecimento para a estimativa da tendência –  $0 \leq \beta \leq 1$

$\alpha$  : Coeficiente de amortecimento –  $0 \leq \alpha \leq 1$

Os valores são obtidos separadamente, pois fornece maior flexibilidade pelo fato de permitir que a tendência seja utilizada com o parâmetro diferente ao utilizado para a série temporal original Ragsdale (2008).

#### 2.4.5 Decomposição Clássica

Para Morettin e Tolo (2006), dada uma série temporal  $\{Z_t; t = 1, \dots, N\}$ , um modelo de decomposição consiste em escrever  $Z_t$  como uma soma de três componentes não observáveis:

$$Z_t = T_t + S_t + a_t \quad [5]$$

onde  $S_t$ , corresponde à componente sazonal para o período  $t$ ;  $T_t$  é a componente de tendência no período  $t = 0$  'a' é a componente aleatória, de média zero e variância constante .

Sendo que:

$$T_t = \sum_{j=0}^m \beta_j t^j \quad [6]$$

Onde J é o grau do polinômio e:

$$S_t = \sum_{j=1}^{12} \alpha_j D_{jt} \quad [7]$$

Sendo que  $\alpha_j$  são as constantes sazonais (médias mensais) e  $D_{jt}$  são variáveis periódicas, neste caso dados por:

- 1, se o período t corresponde ao mês j,  $j=1,2, \dots, 12$
- 1 se o período t corresponde ao mês 12;
- 0 caso contrário

Assim o modelo de decomposição pode ser escrito da seguinte forma:

$$Z_t = \sum_{j=0}^m \beta_j t^j + \sum_{j=1}^{12} \alpha_j D_{jt} + a_t \quad [8]$$

Segundo Morettin e Toloí (2006), a componente sazonal representa as flutuações da série de acordo com algum fator de sazonalidade, e que ocorrem dentro de um curto período de tempo. O ciclo apresenta um comportamento similar à componente sazonal, embora tenha normalmente comprimento maior que aquela. A tendência representa o aumento ou declínio gradual nos valores das observações de uma série temporal.

Com a remoção das componentes de sazonalidade, ciclo e tendência, a componente aleatória fica determinada. Vários procedimentos para a decomposição de séries temporais foram desenvolvidos, cada qual tentando isolar as componentes não observáveis da série o mais acuradamente possível. O objetivo desses procedimentos consiste em remover cada uma das componentes, permitindo que o comportamento da série temporal seja melhor compreendido e, conseqüentemente, prognosticar valores futuros mais apropriados Morettin e Toloí (2006).

## 2.5 Erros de Previsão

Segundo Ballou (2006), da mesma forma que o futuro não é exatamente espelhado no passado, a previsão de demanda futura incorrerá quase sempre em algum nível de erro. Uma vez que a previsão da ponderação exponencial é uma projeção da demanda média.

O Erro quadrático médio (EQM) valoriza os desvios grandes com erros muito altos e os desvios pequenos têm erros bem menores, e pelo fato do erro ser elevado ao quadrado, conforme a equação 9, ele ignora o erro negativo.

$$\text{Erro médio quadrático: EQM} = (\sum(|D_R - D_P|)^2 / n) . \quad [9]$$

Onde:

$D_R$ : Dados reais;

$D_P$ : Dados Previstos;

N: Números de períodos.

O Erro médio percentual (MAPE), representado pela equação 10, é um método semelhante ao DAM, no entanto utiliza valores percentuais ao invés de absoluto, fica de mais fácil compreender quando os valores avaliados são grandes.

$$\text{Erro percentual médio: MAPE} = (\sum \left( \frac{|D_R - D_P|}{D_R} \right) * 100 / n) . \quad [10]$$

Onde:

$D_R$ : Dados reais;

$D_P$ : Dados Previstos;

N: Números de períodos.

O erro percentual absoluto médio é a média de todos os erros absolutos percentuais. Para Lewis (1997 apud LOPES, 2000), é considerado como uma das medidas de erro mais usadas para se avaliar os métodos de previsão. Entretanto, este erro fornece uma indicação do tamanho médio, expresso como uma percentagem do valor observado, independentemente do erro ser positivo ou negativo.

## CAPÍTULO 3 METODOLOGIA

Nesta subseção, seguem-se as justificativas acerca das decisões assumidas na elaboração desta monografia, na qual utilizou-se de alguns modelos de séries temporais, dentre os propostos, os mais acurados para prever a demanda por produto, para um horizonte de 6 meses.

Nesse estudo, optou-se por utilizar os seguintes modelos:

1. Modelo de Média móvel dos últimos 2 meses;
2. Modelo de Média móvel dos últimos 3 meses;
3. Modelo Exponencial simples;
4. Modelo de Holt (Duplo Exponencial);
5. Modelo de Decomposição;

A justificativa para a utilização dos modelos de média móvel é pelo motivo dos mesmos serem aplicados quando na série não há ocorrência de sazonalidade, pois não é comum em empresas de alimentos e, também, quando se dispõe de uma pequena base histórica. É importante salientar que são modelos de baixa complexidade.

Em relação às escolhas dos modelos de Suavização Exponencial, a justificativa é a flexibilidade de utilização, já que são modelos que gozam do privilégio de não precisarem de dados externos, ou seja, só é preciso apenas os dados históricos. Além do mais, são modelos ideais nos casos em que há ocorrência de tendências.

Em relação ao processo de coleta de dados, a série de dados utilizados são de Janeiro de 2009 a abril de 2011. Vale ressaltar que o intervalo compreendido entre janeiro de 2009 a outubro de 2010, no qual se denominou **dados de análise e comparação** tendo como finalidade calibrar os modelos. Já o intervalo entre novembro de 2010 a abril de 2011, o qual se denominaram **dados para testes** foram utilizados apenas para avaliar e selecionar os modelos. Por intermédio desta divisão na série de dados, foi possível avaliar a acuracidade dos diferentes modelos testados.

O processo de modelagem no qual incluíram-se os modelos de Suavização exponencial simples e duplos, onde os mesmos possuem coeficientes que minimizam os erros, foi utilizado a ferramenta suplementar , Solver, do Microsoft Excel, para minimizar o erro médio quadrado.

O critério utilizado para a determinação do melhor modelo a ser utilizado para o produto em estudo, isto é, aquele com maior grau de acuracidade foi o de menor Erro Percentual Absoluto Médio, MAPE.

## **CAPÍTULO 4 ESTUDO DE CASO**

### **4.1 Apresentação**

Neste capítulo, realiza-se o processo de aplicação dos modelos de previsão propostos a uma amostra de dados em uma indústria do ramo alimentício do estado do Ceará. Realiza-se, em seguida, a partir de uma estratégia de avaliação e seleção na qual os erros de previsão gerados são analisados, o processo de determinação do modelo mais adequado, ou seja, com maior grau de acuracidade.

Com o intuito de alcançar as proposições citadas acima, foi necessário dividir o capítulo nas seguintes etapas:

- 1) Considerações iniciais sobre os dados coletados;
- 2) Análise prévia das séries de dados;
- 3) Análise dos modelos por produto e a sua escolha;
- 4) Resumo dos resultados

### **4.2 Considerações iniciais sobre os dados e sua coleta**

A coleta dos dados teve como intervalo o período de janeiro de 2009 a abril de 2011. O motivo da não coleta dos dados anterior a janeiro de 2009, foi a indisponibilidade dos mesmos no atual sistema, pois o próprio não possui, em sua base de dados, os dados do antigo sistema. De forma a atingir o objetivo do presente trabalho, os dados foram divididos em dois conjuntos. Um para os dados de análise e comparação e outro para os dados de teste, este foi utilizado como um meio para que a estratégia de avaliação escolhida pudesse ser implementada, ou seja, para que o método de previsão seja determinado. Com o método de previsão definido calculou-se a previsão e comparou-se com o conjunto teste e o método utilizado pela empresa. A maneira como foi dividido o conjunto de dados (proporção), seguiu o seguinte procedimento: 82% dos dados disponibilizados foram para os dados de análise e comparação enquanto que os 18% restante foram alocados para os dados de testes. 18% correspondente a 6 meses dos dados disponibilizados e por se tratar de um razoável período para a empresa se programar com aquisições e tomadas de decisões futuras.

### 4.3 Análise prévia dos dados

Nesta seção, será realizada uma análise gráfica das séries históricas disponibilizadas para as modelagens. O objetivo desta análise é verificar a ocorrência de algumas características das séries temporais tais como: tendência, sazonalidade, horizontalidade, aleatoriedade ou conjunto de ambas as características), facilitando assim, o processo decisório de qual modelo se adéque para uma determinada situação. No entanto, neste trabalho, a idéia na elaboração foi a de aplicar várias metodologias propostas para as diferentes séries de dados e escolher dentre elas aquela com menor margem de erro para previsão real. Ou seja, mesmo que, na análise gráfica, seja possível observar quais métodos serão aplicados, outras modelagens serão, normalmente, realizadas e avaliadas.

Para que a análise possa ser realizada, os gráficos referentes às séries históricas, presentes no Anexo foram plotados, para cada produto, em duas maneiras: dados em séries e dados em paralelos. Em série para analisar uma possível tendência e em paralelo uma possível sazonalidade.

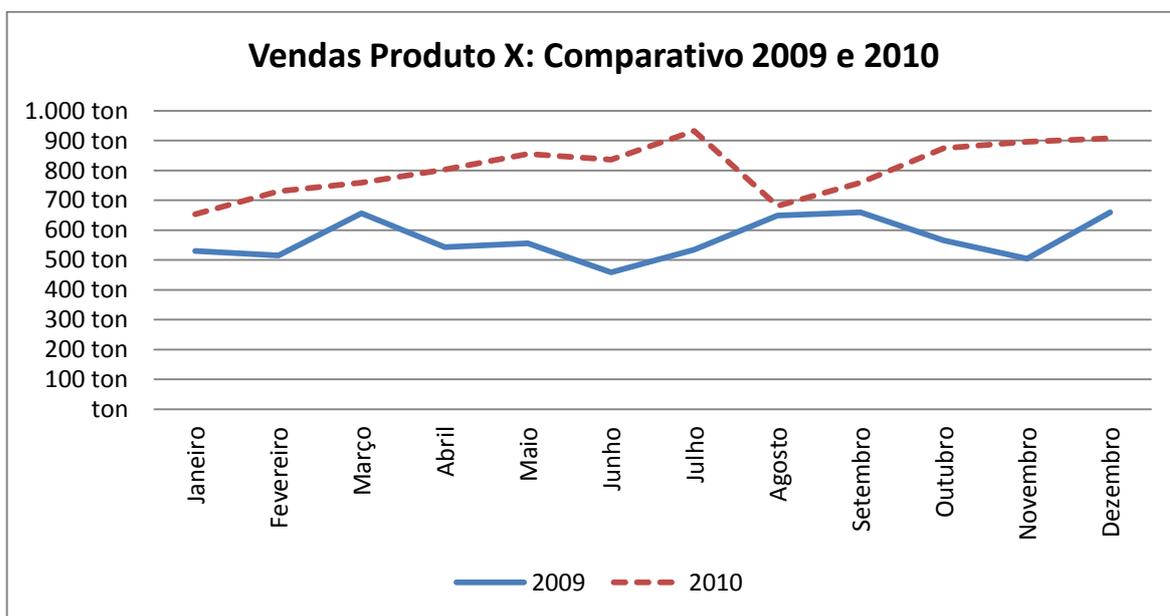


Figura 5: Vendas em paralelo Produto X  
Fonte: Empresa do estudo de caso.

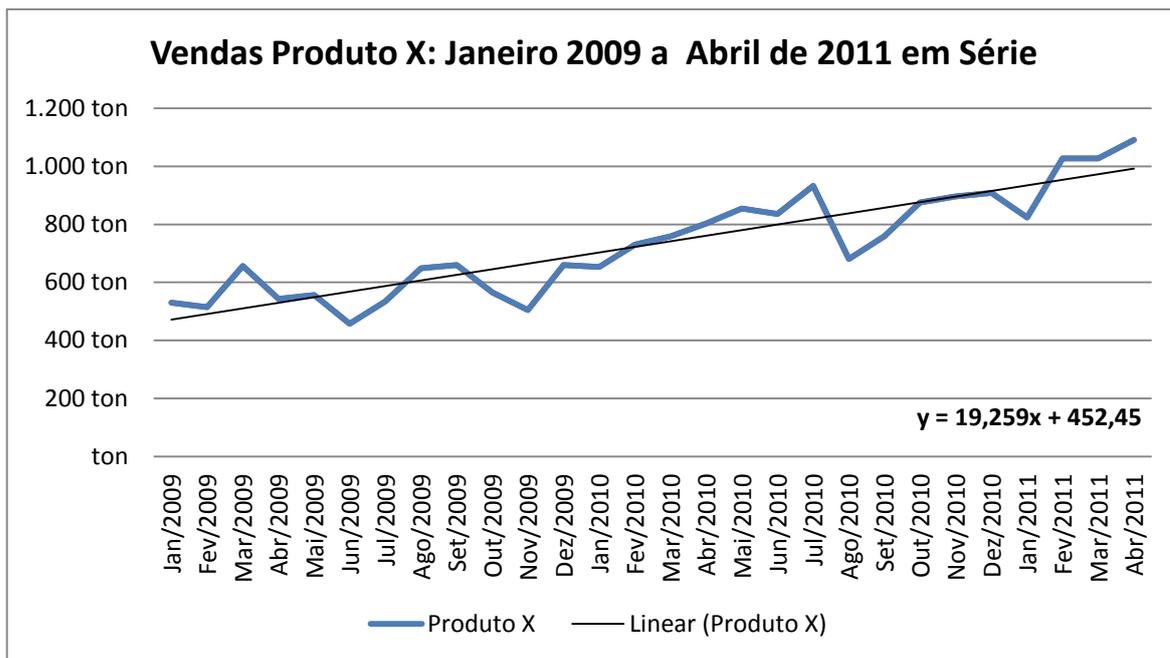


Figura 6: Vendas em série Produto X.

Fonte: Empresa do estudo de caso.

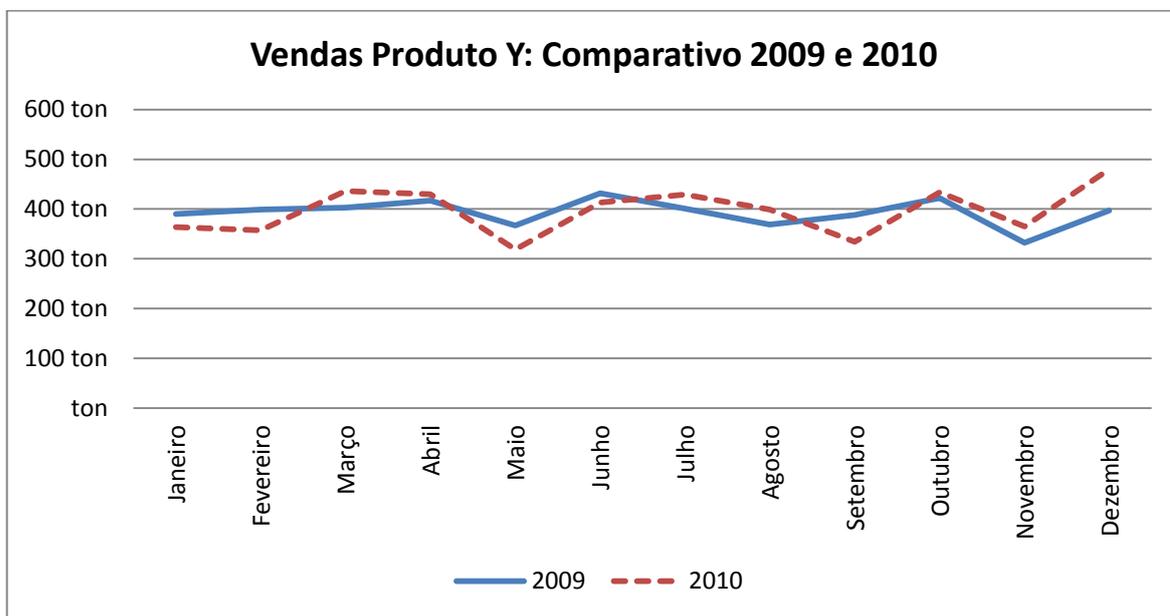


Figura 7: Vendas em paralelo Produto Y

Fonte: Empresa do estudo de caso.

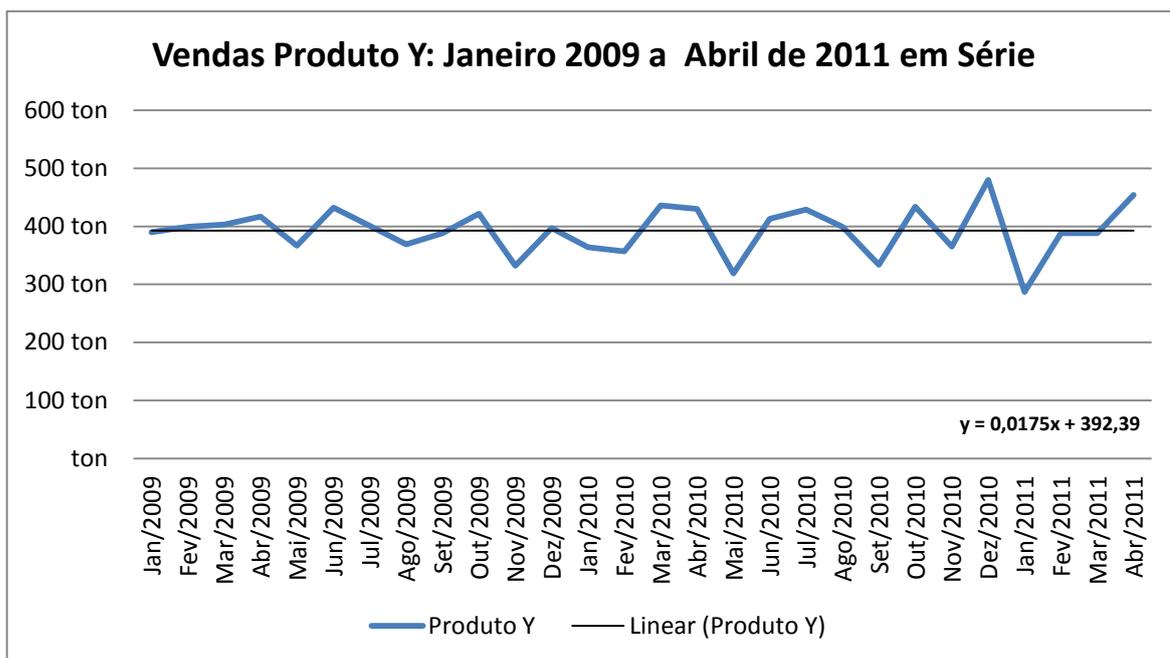


Figura 8: Vendas em série Produto Y.

Fonte: Empresa do estudo de caso.

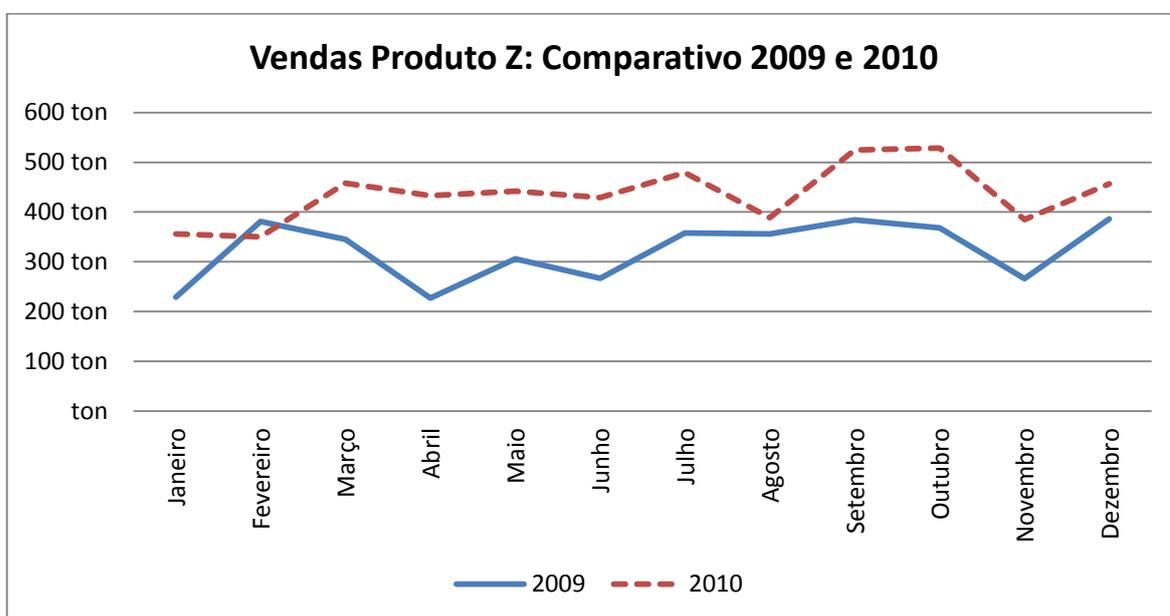


Figura 9: Vendas em paralelo Produto Z

Fonte: Empresa do estudo de caso.

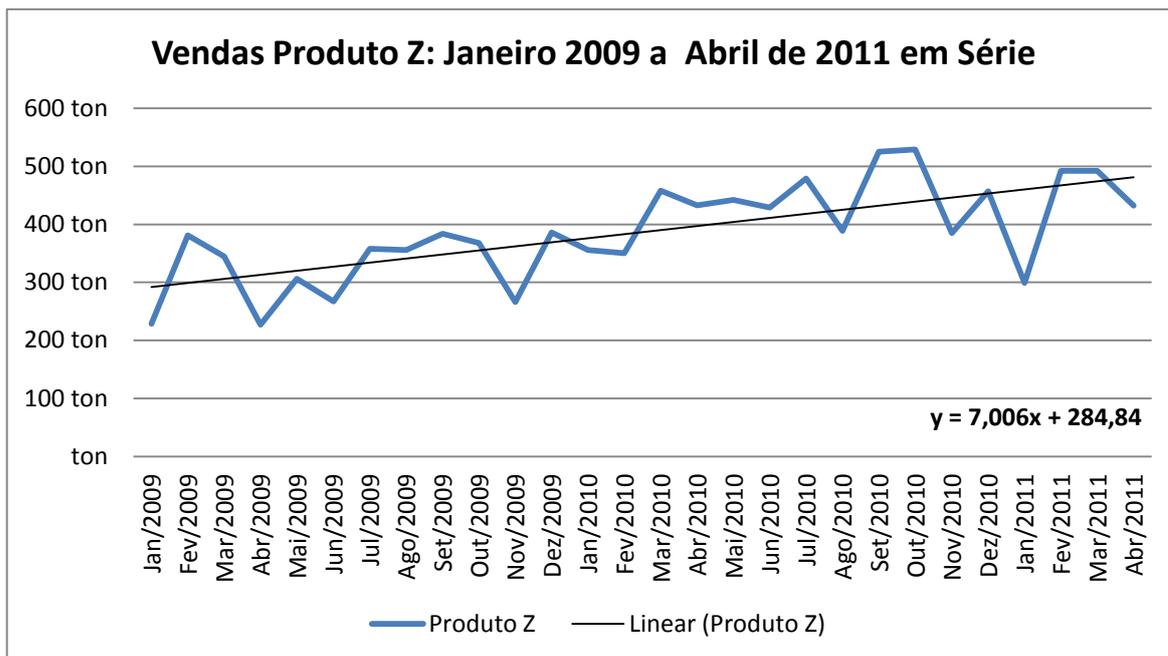


Figura 10: Vendas em série Produto Z.

Fonte: Empresa do estudo de caso.

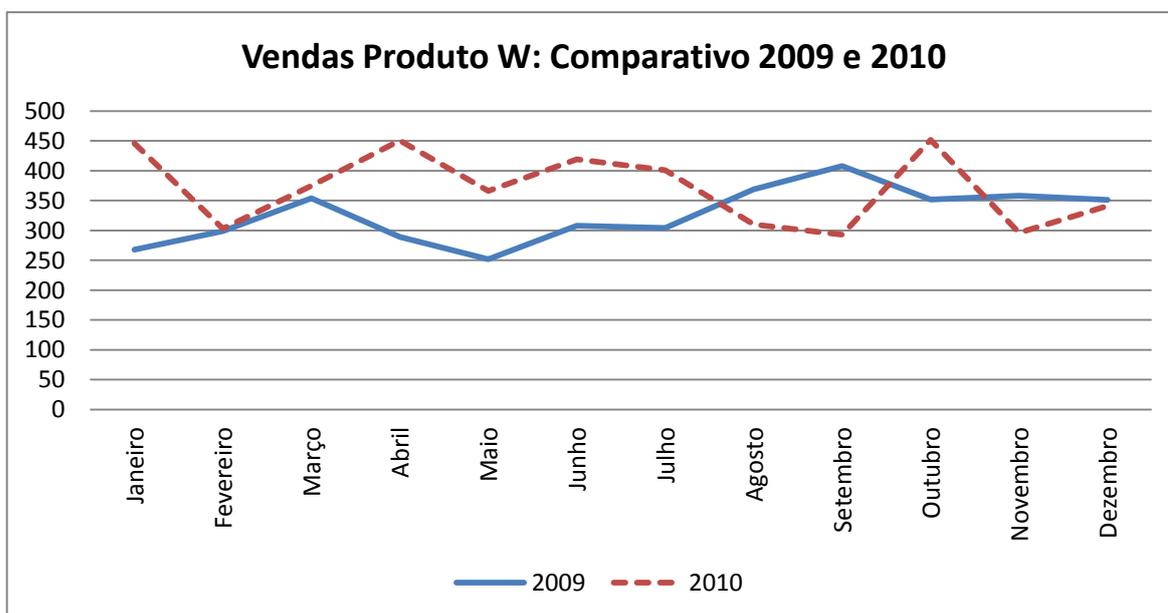


Figura 11: Vendas em paralelo Produto W.

Fonte: Empresa do estudo de caso.

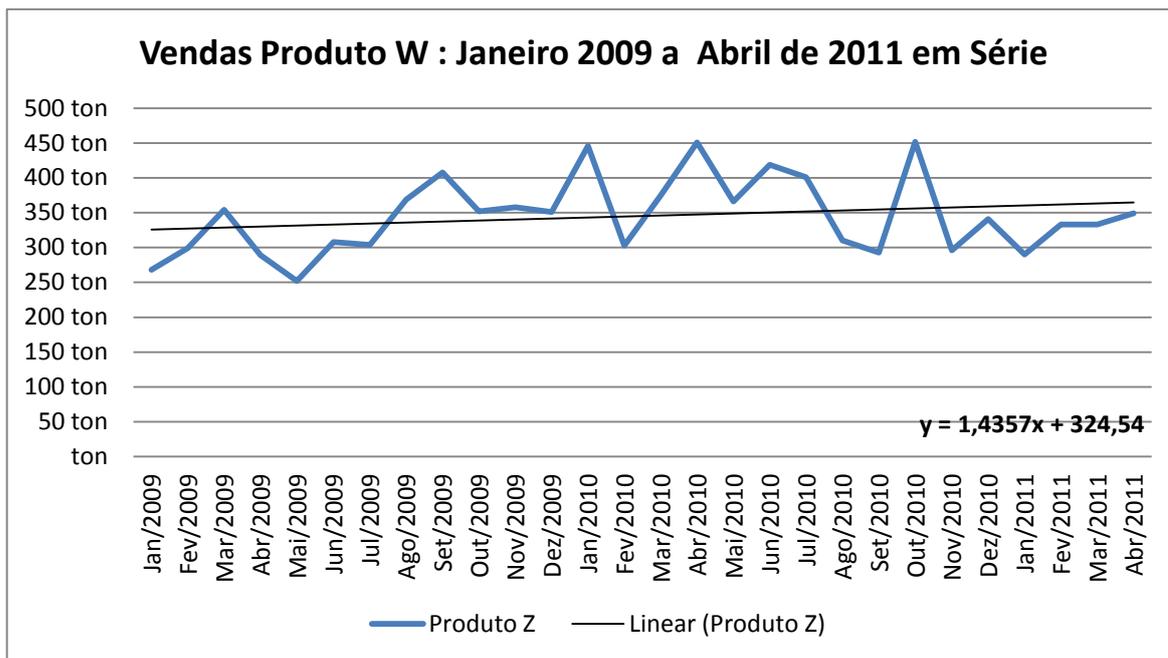


Figura 12: Vendas em série Produto W.

Fonte: Empresa do estudo de caso.

Primeiramente, para cada produto foram disponibilizados os dados em paralelo e em série. Em série para se analisar as tendências e em paralelo para se analisar as possíveis ocorrências de sazonalidade. Analisando individualmente o formato de cada um dos gráficos acima, a partir das séries disponibilizadas, fica óbvio de que os mesmos, em geral, não apresentam um comportamento bem definido, ou seja, não apresentam sazonalidade. Ao analisar mais atentamente os gráficos dos produtos X, Z e W, observa-se a predominância da componente aleatoriedade em relação às outras possíveis características (tendência e sazonalidade). Enquanto que, analisando o gráfico do produto Y é perceptível a predominância da componente aleatoriedade, entretanto, agora, acompanhada de uma incidência quase inexistente da tendência, neste caso, para este produto, ficou também óbvio que não houve crescimento nas vendas do mesmo, onde, possivelmente, uma média móvel seria mais adequada para se gerar previsões. Nos gráficos de vendas em série, foram-se geradas retas de tendências e dessas retas, foram-se obtidas as equações lineares de primeiro grau. Essas equações serão usadas no método de decomposição clássica.

#### 4.4 Avaliação dos modelos e a determinação do método ideal.

Nessa seção serão apresentados os valores dos coeficientes dos diferentes modelos testados, bem como a avaliação das medidas de acurácia calculadas a partir das previsões estimadas para os dados de análise e comparação. A partir desta análise, será possível, indicar qual dentre os modelos propostos mais se ajusta ao padrão dos dados observado para cada um dos produtos estudados. Para tanto, experimentar-se-ão os modelos de Média Móvel para 2 e 3 períodos, Exponencial Simples, Exponencial Duplo de Holt e Decomposição Clássica.

É necessário mencionar que a empresa em estudo utiliza para cálculo de previsões e planejamento o modelo Delphi. Esse modelo também será comparado para cada produto juntamente com o método ideal indentificado.

##### 4.4.1 Análise do Produto X

Com o intuito de que se possa indicar qual, dentre os modelos testados é mais adequado ao padrão de dados referente à série disponibilizada para estudo, são descritas as informações que, efetivamente, basearam a conclusão do modelo mais acurado, que são as medidas de acurácia: EQM. e MAPE. Lembrando que a estimação dos coeficientes, bem como das previsões, foram realizadas mediante a utilização dos dados de análise e comparação. Já o cálculo das medidas de acurácia, EQM e o MAPE, fator este de suma importância para a escolha do modelo mais apropriado, foi realizado com a utilização dos dados de testes. As previsões estimadas, para cada modelos testados, são apresentadas no Anexo.

Modelo	Coeficientes		MAPE	EMQ
Delphi			7,8%	7957
Holt	Alfa 0,577	Beta 0,349	8,2%	7183
Exponencial Simples	Alfa 1,000		10,3%	16166
Decomposição clássica			10,4%	13302
Média Móvel 2 períodos			13,0%	26535
Média Móvel 3 Períodos			13,5%	27892

Quadro 1: Resultados dos modelos para o produto X

Fonte: Empresa do estudo de caso.

Onde:

$$\text{Erro percentual médio: MAPE} = \left( \frac{\sum (|D_R - D_P|)}{D_R} \right) * 100 / n .$$

$$\text{Erro médio quadrático: EQM} = \left( \frac{\sum (|D_R - D_P|^2)}{n} \right) .$$

O método de previsão com o menor valor para a referida série de dados será admitido como o mais adequado para o produto, ou seja, com maior grau de acurácia.

Analisando os resultados da Quadro 1, constatou-se que o método de maior acurácia foi o Delphi, apresentando MAPE = 7,8%. Esse fato pode ser explicado pela ocorrência, exclusivamente nesse produto, de novas áreas de vendas já no início de 2011. Sendo assim, o método de previsão mais indicado. Já era de se esperar que, no caso desse produto, os outros métodos, nesse presente trabalho, não fossem tão eficientes, pois os mesmos trabalham com dados históricos, e, de uma forma geral, replicam alguma similaridade para os dados futuros.

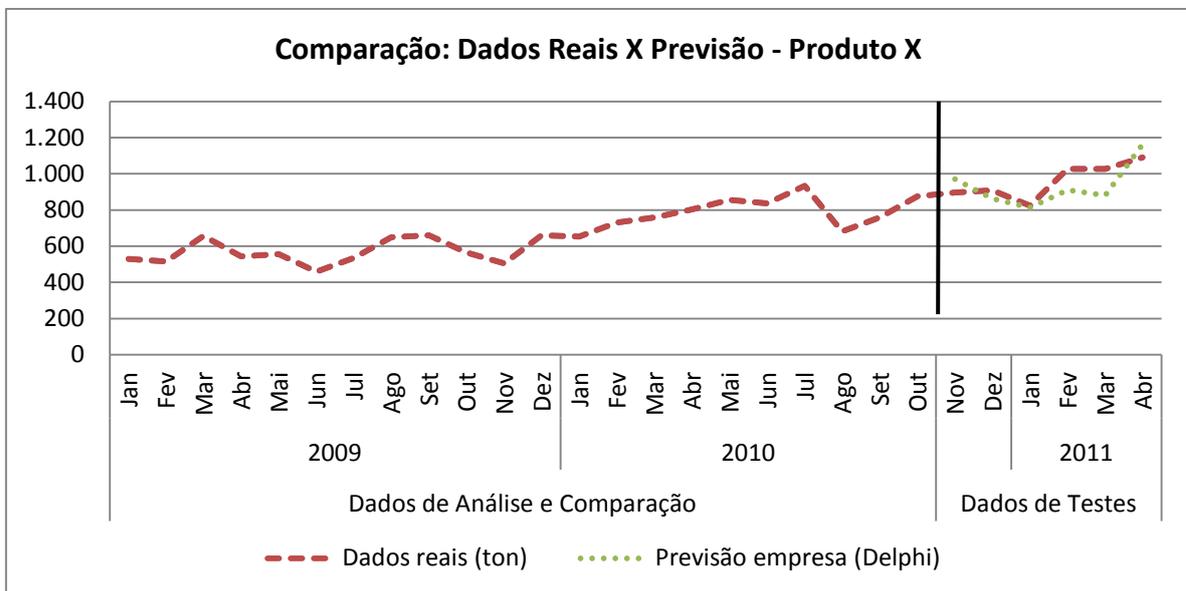


Figura 13: Previsões para o Produto X.

Fonte: Empresa do estudo de caso.

Por meio da análise do gráfico se pode concluir que, o método de Delphi, já utilizado pela empresa em estudo, é o mais indicado para o produto X.

#### 4.4.2 Análise do Produto Y

De maneira similar ao que foi feito para o produto X, segue abaixo a tabela com as informações acerca dos resultados registrados pelos vários método de previsão para o produto Y.

Modelo	Coeficientes		MAPE	EMQ
Média Móvel 3 Períodos			11,9%	3683
Decomposição clássica			12,5%	3017
Exponencial Simples	Alfa 0,175		13,2%	3893
Holt	Alfa 0,039	Beta 1,000	13,3%	3873
Média Móvel 2 períodos			13,5%	4301
Delphi			18,6%	2983

Quadro 2: Resultados dos modelos para o produto Y

Fonte: Empresa do estudo de caso.

Ao analisar os valores apresentados pelos diferentes modelos propostos, percebe-se que o modelo de média móvel de 3 períodos é o mais acurado, MAPE = 11,9%. Enquanto que, o modelo utilizado pela Instituição estudada (Delphi) se classificou em ultimo lugar no ranking de acurácia, apresentando MAPE = 18,6%

No gráfico abaixo, é possível visualizar o comportamento entre os dados reais e as previsões geradas pelo modelo mais acurado – média móvel de 3 períodos – e pelo modelo atualmente utilizado – Delphi.

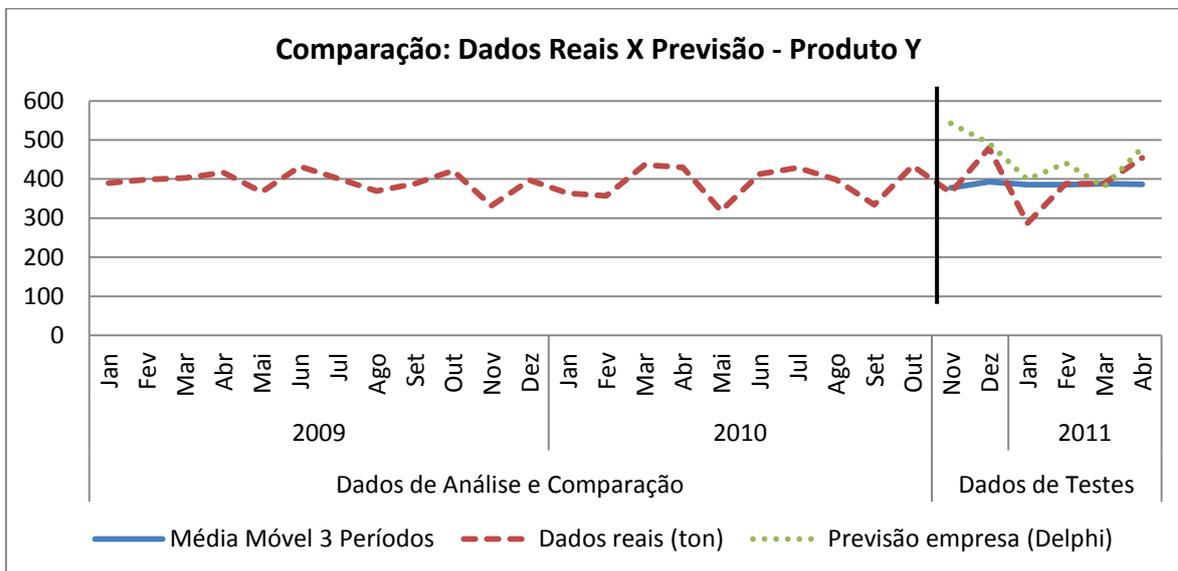


Figura 14: Previsões para o Produto Y

Fonte: Empresa do estudo de caso.

Através da análise do gráfico se pode concluir que, dada a continuidade nos dados, existe um potencial de ganho em acuracidade em substituir o modelo atual, Delphi, pelo modelo vencedor, média móvel de 3 períodos, para se gerar previsões.

#### 4.4.3 Análise do Produto Z

Seguindo o procedimento realizado com os produtos, segue abaixo a tabela em que são apresentadas as informações acerca dos índices de acuracidade.

Modelo	Coeficientes		MAPE	EMQ
Decomposição clássica			11,3%	2782
Holt	Alfa 0,002	Beta 1,000	13,9%	4164
Exponencial Simples	Alfa 0,139		14,7%	4586
Média Móvel 2 períodos			15,3%	5537
Média Móvel 3 Períodos			16,6%	6649
Delphi			27,7%	4934

Quadro 3: Resultados dos modelos para o produto Z

Fonte: Empresa do estudo de caso.

Agora temos como o melhor método, o de decomposição clássica, apresentando MAPE = 11,3%. E, mais uma vez, o método utilizado pela empresa ficou como última indicação.

No gráfico abaixo, pode-se visualizar as diferenças entre o método vencedor, Decomposição Clássica e o método utilizado pela empresa, o Delphi.

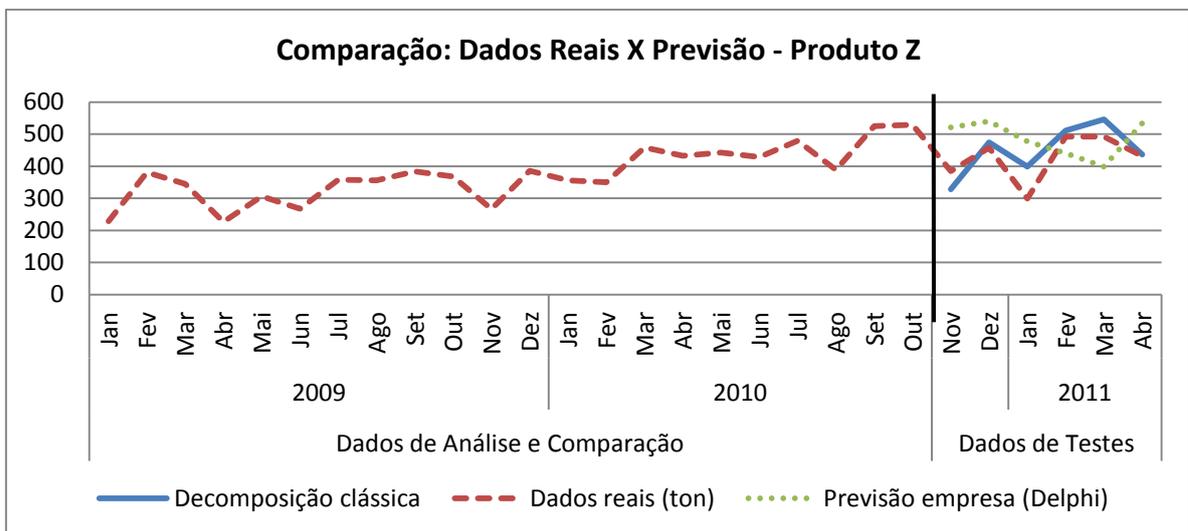


Figura 15: Previsões para o Produto Z

Fonte: Empresa do estudo de caso.

Mais uma vez foi possível perceber um considerável ganho na acuracidade trocando-se o método utilizado, o Delphi, pelo método de decomposição clássica, para se gerar previsões de demanda para o produto Z.

#### 4.4.4 Análise do Produto W

Seguindo mais uma vez o procedimento utilizado para a análise dos produtos, segue abaixo a tabela em que são apresentadas informações acerca do produto W.

Modelo	Coeficientes		MAPE	EMQ	
Exponencial Simples	Alfa	0,042	6,5%	503	
Holt	Alfa	0,261	Beta 1,000	6,7%	552
Média Móvel 3 Períodos			8,2%	1037	
Média Móvel 2 períodos			9,9%	1827	
Decomposição clássica			16,8%	3592	
Delphi			23,9%	4049	

Quadro 4: Resultados dos modelos para o produto X

Fonte: Empresa do estudo de caso.

Nesse último caso em análise temos como o melhor método, o de exponencial simples, apresentando MAPE = 6,5%. E, mais uma vez, o método utilizado pela empresa ficou em última colocação de acuracidade.

No gráfico abaixo, é possível visualizar o comportamento entre o método mais acurado, exponencial simples e o método utilizado pela empresa, o Delphi.

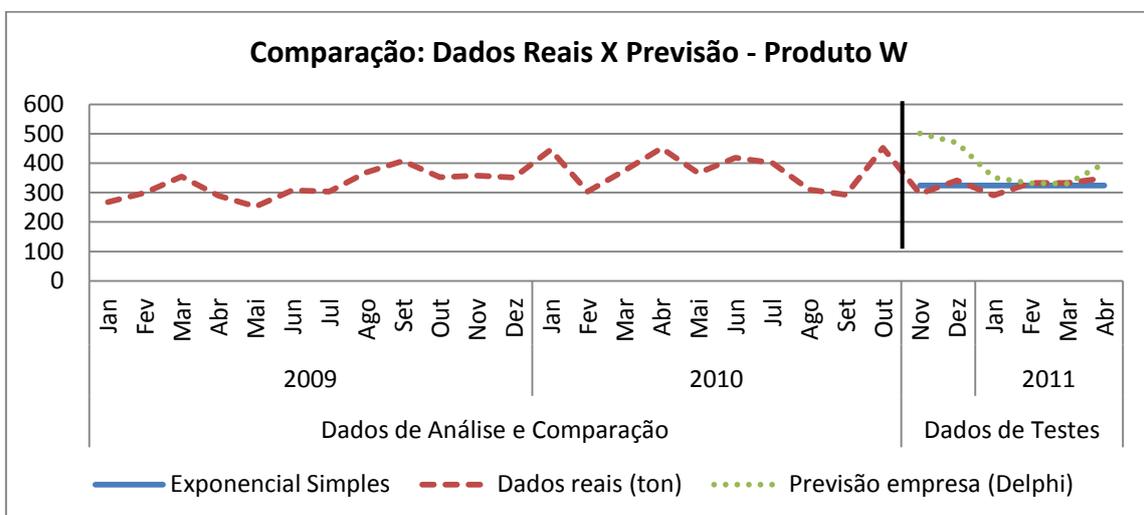


Figura 16: Previsões para o Produto W

Fonte: Empresa do estudo de caso.

Lembrando que tanto no método de exponencial simples quanto no de Holt, os coeficientes foram ajustados com ajuda da ferramenta Solver, do Microsoft Excel. No caso do produto W, mais uma vez tivemos como método menos acurado o utilizado pela empresa, ficando o método de Holt o mais indicado pelo sua melhor acurácia para o produto em análise.

#### 4.5 Resumos dos Resultados

Na tabela abaixo se encontra o consolidado de todos os produtos estudados, os modelos atualmente utilizados e os modelos propostos no presente trabalho que apresentaram melhor acuracidade.

Produto	Método utilizado pela empresa	Modelo mais acurado
X	Delphi	Delphi
Y	Delphi	Média móvel 3 períodos
Z	Delphi	Decomposição Clássica
W	Delphi	Exponencial Simples

Quadro 5: Resumo dos resultados obtidos.

Fonte: Empresa do estudo de caso.

Com exceção apenas para o produto X, ficou claro ao se analisar a tabela mostrada, o desempenho superior das metodologias propostas em relação à metodologia atualmente utilizada pela Instituição em estudo.

Em termos quantitativos, o método que mais se aproximou do Delphi no produto X foi o de Holt, apresentando MAPE = 8,2%, ficando com uma diferença de 0,4 % do método utilizado pela empresa.

Já no produto Y, tivemos como método mais acurado, o de Média Móvel para 3 períodos, apresentando MAPE = 11,9%, inferior ao método utilizado pela empresa, quando este apresentou MAPE = 18,6%.

No produto Z, enquanto o método Delphi obteve última colocação com MAPE = 27,7%, o método indicado, o de Decomposição Clássica, obteve MAPE = 11,3%, ou seja, a acuracidade do método de Decomposição Clássica foi 145% menor em relação ao Delphi.

No Produto W, obtivemos a maior disparidade entre os métodos propostos. Onde o MAPE do modelo de Delphi foi superior em 267% em relação ao modelo indicado, Exponencial Simples.

## CAPÍTULO 5

### 5.1 Conclusões

O uso de métodos de previsão de demanda pelas organizações explica a preocupação com a otimização contínua do processo de gestão dos estoques e planejamento. No entanto, para o alcance do padrão de gestão de estoques e planejamento, as organizações devem reservar atenção ao grau de acuracidade do método utilizado e na utilização de sistemas de monitoramento dos indicadores de acuracidade. Este, de suma importância para a tomada de ações corretivas, quando necessário.

Diante das proposições acima, o objetivo deste trabalho é indicar o modelo de previsão quantitativo mais adequado e acurado para se efetuar previsões dos produtos acabados em uma indústria do ramo alimentício.

Em relação aos objetivos do presente estudo, torna-se necessário reforçar que em cada produto, houve um método mais adequado de acordo com o histórico de dados disponibilizados. Não predominando nenhum método sobre outros, ou seja, cada produto teve sua característica especial e, com isso, e com os testes de cada modelo, houve também um exclusivo modelo para cada produto. O modelo que obteve maior grau de acuracidade, menor erro, foi o de Exponencial Simples, com  $MAPE = 6,5\%$ , para o Produto W. Já o que obteve menor grau de acuracidade foi o método de Delphi, com  $MAPE = 27,7\%$ , no produto Z.

Enfim, faz-se necessário salientar, que em relação ao modelo utilizado pela empresa, o mesmo mostrou-se inadequado para a maioria das gerações de previsão, com exceção apenas para o produto X. Dentre os 6 modelos analisados, o modelo supracitado apresentou-se como última indicação em 3 casos testados dentre os 4, no geral, que foram testados mostrando, assim, sua baixa acuracidade.

### 5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Este trabalho não pretende encerrar o tema relativo à previsão de demanda para os produtos estudados, nem mesmo decidir que os métodos aqui abordados sejam definitivamente a melhor alternativa para previsão de demanda. O objetivo principal desta monografia foi demonstrar que, por meio da utilização de modelos temporais, os quais apresentam como principal vantagem a flexibilidade de utilização, é possível melhorar a

qualidade das previsões que atualmente são elaboradas e que, posteriormente, serão utilizadas para fins de planejamento.

Dentro dessa contextualização, abaixo são sugeridas duas extensões para trabalhos futuros:

- Medição e comparação do nível de acurácia gerados pela utilização de outros modelos como, por exemplo, os métodos Arima e Redes Neurais Artificiais, para o mesmo conjunto de dados.
- Utilização da metodologia proposta no presente estudo em um software que seria elaborado especificamente para previsão de demanda e tomada de decisão.

## BIBLIOGRAFIA

BACCI, L.A. Combinações de métodos de séries temporais para a previsão da demanda de café no Brasil. Dissertação, 2007 ( Mestrado em Engenharia de Produção). Itajubá – MG, UFI Itajubá.

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial/ Ronald H. Ballou ; tradução Raul Rubenich – 5. ed.– Porto Alegre: Bookman, 2006

CORRÊA, HENRIQUE L.; GIANESI, IRINEU G. N.; CAON, MAURO. Planejamento, Programação e Controle da Produção MRPII/ERP. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LOPES, Ricardo Dantas. Previsão de Autopeças: estudo de caso em uma concessionária de veículos. 2002. . Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 4 ed., São Paulo: Editora Pioneira, 1999.

MORETTIN, Pedro A. e TOLOI, Clélia M. Análise de Séries Temporais, 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2006.

PELEGRINI, F. R. 2000, Metodologia para Implementação de Sistemas de Previsão de Demanda Porto Alegre -RS. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre, UFRGS .

RAGSDALE, CLIFF. T . Modelagem e Análise de Decisão - Cengage Learning . 2º Edição, Cengage, 2007.

SILVA. A. F. Definição de um Modelo de Previsão das Vendas da Rede Varejista Alfabeta. 2008 . Monografia ( Engenharia de Produção), Juiz de Fora MG. UFJF.

TUBINO, Dálvio F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2º ed. São Paulo: Atlas, 2000.

## ANEXOS

Modelos de Previsão								
Ano	Mês	Dados reais (ton)	Previsão empresa (Delphi)	Média Móvel 2 períodos	Média Móvel 3 Períodos	Exponencial Simples	Holt	Decomposição clássica
2009	Jan	530				530	530	530
	Fev	515				530	518	515
	Mar	656		523		515	622	656
	Abr	543		586	567	656	585	543
	Mai	556		600	571	543	571	556
	Jun	458		550	585	556	486	458
	Jul	534		507	519	458	503	534
	Ago	649		496	516	534	606	649
	Set	660		592	547	649	667	660
	Out	565		655	614	660	617	565
	Nov	505		613	625	565	539	505
	Dez	660		535	577	505	620	660
2010	Jan	653		583	577	660	657	653
	Fev	730		657	606	653	731	730
	Mar	759		692	681	730	785	759
	Abr	803		745	714	759	837	803
	Mai	855		781	764	803	893	855
	Jun	836		829	806	855	894	836
	Jul	933		846	831	836	958	933
	Ago	681		885	875	933	784	681
	Set	759		807	817	681	750	759
	Out	875		720	791	759	828	875
	Nov	896	<b>970</b>	<b>886</b>	<b>843</b>	<b>875</b>	<b>953</b>	681
	Dez	908	<b>863</b>	<b>803</b>	<b>817</b>	<b>875</b>	<b>959</b>	883
2011	Jan	824	<b>813</b>	<b>844</b>	<b>817</b>	<b>875</b>	<b>964</b>	959
	Fev	1.027	<b>911</b>	<b>823</b>	<b>826</b>	<b>875</b>	<b>970</b>	982
	Mar	1.027	<b>880</b>	<b>834</b>	<b>820</b>	<b>875</b>	<b>976</b>	1.123
	Abr	1.091	<b>1.163</b>	<b>829</b>	<b>821</b>	<b>875</b>	<b>982</b>	1.032
Total								
Alfa						Alfa 1,000	Alfa 0,577	
Beta							Beta 0,349	
Gama								
MAPE			7,8%	13,0%	13,5%	10,3%	8,2%	10,4%
EMQ			7957	26535	27892	16166	7183	13302

Previsão de vendas para o produto X

Modelos de Previsão								
Ano	Mês	Dados reais (ton)	Previsão empresa (Delphi)	Média Móvel 2 períodos	Média Móvel 3 Períodos	Exponencial Simples	Holt	Decomposição clássica
2009	Jan	390				390	390	390
	Fev	399				390	391	399
	Mar	403		395		392	392	403
	Abr	417		401	397	394	395	417
	Mai	367		410	406	398	394	367
	Jun	432		392	396	392	398	432
	Jul	401		400	405	399	400	401
	Ago	369		417	400	400	400	369
	Set	388		385	401	394	400	388
	Out	422		379	386	393	403	422
	Nov	332		405	393	398	399	332
	Dez	397		377	381	387	397	397
2010	Jan	364		365	384	388	393	364
	Fev	357		381	364	384	388	357
	Mar	436		361	373	379	387	436
	Abr	430		397	386	389	389	430
	Mai	319		433	408	396	383	319
	Jun	413		375	395	383	382	413
	Jul	429		366	387	388	383	429
	Ago	399		421	387	395	384	399
	Set	334		414	414	396	381	334
	Out	434		367	387	385	383	434
	Nov	365	542	400	378	394	393	332
	Dez	480	491	383	393	394	394	397
2011	Jan	287	399	391	386	394	394	377
	Fev	388	441	387	386	394	395	378
	Mar	388	380	389	388	394	395	420
	Abr	454	481	388	387	394	396	424
Total								
Alfa						Alfa 0,175	Alfa 0,039	
Beta							Beta 1,000	
Gama								
MAPE			18,6%	13,5%	11,9%	13,2%	13,3%	12,5%
EMQ			2983	4301	3683	3893	3873	3017

Previsão de vendas para o produto Y

Modelos de Previsão								
Ano	Mês	Dados reais (ton)	Previsão empresa (Delphi)	Média Móvel 2 períodos	Média Móvel 3 Períodos	Exponencial Simples	Holt	Decomposição clássica
2009	Jan	229				229	229	229
	Fev	381				229	230	381
	Mar	345		305		250	230	345
	Abr	227		363	318	263	231	227
	Mai	306		286	318	258	232	306
	Jun	267		267	293	265	233	267
	Jul	358		287	267	265	234	358
	Ago	356		313	310	278	235	356
	Set	384		357	327	289	237	384
	Out	368		370	366	302	240	368
	Nov	266		376	369	311	241	266
	Dez	386		317	339	305	244	386
2010	Jan	356		326	340	316	247	356
	Fev	350		371	336	322	250	350
	Mar	458		353	364	326	253	458
	Abr	433		404	388	344	257	433
	Mai	442		446	414	357	261	442
	Jun	429		438	444	368	266	429
	Jul	479		436	435	377	271	479
	Ago	389		454	450	391	276	389
	Set	525		434	432	391	282	525
	Out	529		457	464	410	288	529
	Nov	385	521	457	480	426	412	328
	Dez	457	540	457	459	426	418	474
2011	Jan	299	477	457	468	426	424	398
	Fev	492	440	457	469	426	430	511
	Mar	492	399	457	465	426	436	546
	Abr	432	534	457	467	426	442	437
Total								
Alfa						Alfa 0,139	Alfa 0,002	
Beta							Beta 1,000	
Gama								
MAPE			27,7%	15,3%	16,6%	14,7%	13,9%	11,3%
EMQ			4934	5537	6649	4586	4164	2782

Previsão de vendas para o produto Z

Modelos de Previsão								
Ano	Mês	Dados reais (ton)	Previsão empresa (Delphi)	Média Móvel 2 períodos	Média Móvel 3 Períodos	Exponencial Simples	Holt	Decomposição clássica
2009	Jan	268				268	268	268
	Fev	299				268	284	299
	Mar	354		284		269	329	354
	Abr	289		327	307	273	334	289
	Mai	252		322	314	274	307	252
	Jun	308		271	298	273	302	308
	Jul	304		280	283	274	298	304
	Ago	369		306	288	275	330	369
	Set	408		337	327	279	384	408
	Out	352		389	360	285	402	352
	Nov	358		380	376	288	404	358
	Dez	351		355	373	291	391	351
2010	Jan	446		355	354	293	420	446
	Fev	303		399	385	299	374	303
	Mar	375		375	367	300	359	375
	Abr	451		339	375	303	391	451
	Mai	366		413	376	309	387	366
	Jun	419		409	397	311	406	419
	Jul	401		393	412	316	414	401
	Ago	310		410	395	320	369	310
	Set	293		356	377	319	312	293
	Out	452		302	335	318	347	452
	Nov	296	501	374	347	324	327	376
	Dez	341	470	338	353	324	326	369
2011	Jan	290	351	356	345	324	325	382
	Fev	333	331	347	348	324	324	324
	Mar	333	331	351	349	324	323	392
	Abr	349	399	349	347	324	322	396
Total								
Alfa						Alfa 0,042	Alfa 0,261	
Beta							Beta 1,000	
Gama								
MAPE			23,9%	9,9%	8,2%	6,5%	6,7%	16,8%
EMQ			4049	1827	1037	503	552	3592

Previsão de vendas para o produto W