



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

NÚCLEO DE TECNOLOGIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE E PREVISÃO DA DEMANDA: ESTUDO DE
CASO EM UMA EMPRESA PRODUTORA DE
ALIMENTOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE CURSO

POR

HÉBER GUILHERME TAVARES LOPES

Orientador (a): Prof.^a ANA PAULA HENRIQUES GUSMÃO DE

ARAÚJO LIMA

CARUARU, FEVEREIRO / 2015

Héber Guilherme Tavares Lopes

Análise e Previsão da Demanda: Estudo de caso em uma empresa produtora de alimentos

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste-CAA, da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, como requisito para aprovação na disciplina Projeto Final de Curso.

Área de concentração: Gestão da Produção

Orientador (a): Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo Lima

CARUARU, 2015

HEBER GUILHERME TAVARES LOPES

ANÁLISE E PREVISÃO DE DEMANDA: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA PRODUTORA DE ALIMENTOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste – CAA, da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: **Gestão da Produção.**

A banca examinadora, composta pelos professores abaixo, considera o candidato **APROVADO** com nota _____.

Caruaru, 24 de fevereiro de 2014.

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo Lima: _____
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Orientadora)

Prof. Ms. Lucimário Gois de Oliveira Silva: _____
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Avaliador)

Prof. Dr. Lúcio Câmara e Silva _____
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Avaliador)

Prof.^a Dr.^a Ana Paula Henriques Gusmão de Araújo Lima: _____
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Coordenadora da Disciplina de TCC)

*Dedico este trabalho a meu pai
Heclisson “in memoriam”.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe Dona Rejane e a meu irmão Felipe por todo apoio e dedicação, e a meu pai, que mesmo não estando presente fisicamente, me deu forças para seguir em frente.

Agradeço a minha orientadora Ana Paula Gusmão e a todos os professores que colaboraram com minha formação profissional.

A meu avô Seu Bitá, minhas tias Lenilma, Vera, Suzana, Solange, e Ana Gláucia, a meus tios Helder e Ivan, meus primos Henrique e Iago, e a meus padrinhos Zuzinha e Vani, que de alguma forma colaboram para este trabalho.

As amigadas que construí ao longo da graduação em especial a Tay, Débora, Luana, Sabrina, Roger, Diogo, Lígia, Samuel, Sandoval, André, Kaio, Wladson, Davete, Negão, Riacho, Pedrinho, Ana e Dona Vanusa.

E aos amigos da vida que sempre colaboram, Bruno, Silvinho, Victor, Gustavo, Filó, Lafaelle, Bifocal, Adônis, Gaspar, Chico Bioca, Danilo, Magão, David, Maguinho, Baeh, Ramon, Rômulo, Nivaldo, Gisele e a Ju.

RESUMO

A Previsão de Demanda é fundamental para auxiliar na determinação dos recursos necessários para uma empresa, tornando-se uma atividade de importância estratégica. Este trabalho tem por objetivo realizar um estudo de caso em que se propõe a aplicação de um método quantitativo, definido a partir do comportamento da demanda, que forneça maior precisão na previsão para os produtos selecionados de uma empresa do ramo alimentício, e de tal forma que sejam fontes valiosas de informação aos gestores, auxiliando satisfatoriamente o planejamento estratégico. O levantamento de dados foi feito através de uma pesquisa tipo *survey*, que procurou mensurar a realização do processo de previsão da empresa objeto de estudo (Empresa X), como também de outras empresas do mesmo setor, culminando em um diagnóstico a respeito do tratamento dado a Previsão de Demanda. Com resultado do diagnóstico chegou-se aos produtos que são considerados mais relevantes para a Empresa X, e de como são previstos, podendo-se assim comparar a previsão da empresa com um modelo proposto. Dado aos comportamentos das demandas, o modelo *Holt-Winters* foi utilizado e apresentou resultados mais assertivo que os obtidos pelo método atualmente utilizado pela Empresa X.

Palavras-chave: *Previsão de Demanda; Modelos de Previsão; Séries Temporais.*

ABSTRACT

Analysis and Demand Forecasting: Case study in a food producer company

Demand Forecasting is a main tool for helping in the settlement of resources for a corporation, becoming an important strategic activity. This work aims to perform a study case which propose is the application of quantitative method, defined from demand behavior, providing a large accuracy in the forecasting for selected goods in a food producer company, then these goods provide useful information to the managers, helping the strategic planning. The data collection by research (*survey*) aimed measure the Forecasting Process of the object of study (X Enterprise) as well others companies in the same factor. This data offers a response from the Demand Forecasting result. Therefore, it was concluded the goods considered most relevant for X Enterprise. Thus, it is possible to compare the enterprise forecasting as a given model. Due to the demand behavior, the *Holt-Winters* model was applied and presented an accurater result than the the ones obtained by utilizing the actual method by the X Enterprise.

Keywords: *Demand Forecasting; Forecasting Models; Time Series.*

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
<i>1 Introdução.....</i>	13
1.1 Considerações iniciais	13
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
1.3 Justificativa	14
1.4 Estrutura.....	16
<i>2 Referencial Teórico.....</i>	17
2.1 Previsão de Demanda.....	17
2.1.1 Métodos de Previsão	17
2.1.2 Métodos Qualitativos	19
2.1.2.1 Júri de Executivos	20
2.1.2.2 Estimativas de Força de Vendas.....	20
2.1.2.3 Pesquisa de Mercado	20
2.1.2.4 Método Delphi	21
2.1.3 Métodos Quantitativos	21
2.1.3.1 Métodos Causais	21
2.1.3.1.1 Regressão Linear Simples	22
2.1.3.1.2 Regressão Linear Múltipla	24
2.1.3.2 Séries Temporais	24
2.1.3.2.1 Modelo de Decomposição das Séries Temporais	25
2.1.3.2.2 Métodos das Médias Móveis	25
2.1.3.2.2.1 Média Móvel Simples (MMS).....	26
2.1.3.2.2.2 Média Móvel Ponderada (MMP)	26
2.1.3.2.2.3 Média Móvel Exponencial Ponderada de 1ª Ordem.....	26
2.1.3.2.2.4 Modelo Holt	27
2.1.3.2.2.5 Média Móvel Exponencial Ponderada de 3ª Ordem ou Modelo Holt-Winters	28
2.2 Avaliação e Escolha dos Métodos de Previsão	29

2.2.1 Erro Simples de Previsão.....	29
2.2.2 Desvio Médio Absoluto.....	30
2.2.3 Erro Percentual Médio Absoluto	30
2.2.4 Erro Médio Quadrático ou Desvio Médio Quadrático	31
2.3 Revisão da Literatura	31
3 <i>Metodologia</i>	35
4 <i>Estudo de Caso</i>	39
4.1 <i>Descrição da empresa</i>	39
4.2 Aplicação dos Modelos de Regressão	41
4.3 Análise dos resultados	45
5 <i>Considerações Finais</i>	47
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A.....	53

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 - Participação das empresas selecionadas.....	36
Figura 3.2 - Horizontes de previsão considerados.....	37
Figura 3.3 - Indicadores de Erro de Previsão.....	38
Figura 4.1 - Demanda Real do Coquinho de 2012-2013.....	40
Figura 4.2 - Demanda Real da Cream Cracker de 2012-2013.....	41
Figura 4.3 - Comparação entre previsão e demanda real de 2013 (Coquinho).....	42
Figura 4.4 - Comparação entre previsão e demanda real de 2013 (Cream Cracker)	43
Figura 4.5 - Comparação entre os modelos de previsão e a demanda real de 2014 (Coquinho).....	44
Figura 4.6 - Comparação entre os modelos de previsão e a demanda real de 2014 (Cream Cracker)	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Pesquisas realizadas por pesquisadores brasileiros.....	33
Tabela 2.2 - Pesquisas realizadas por pesquisadores estrangeiros.....	34
Tabela 4.1 - Medidas dos erros para 2013 (Coquinho)	42
Tabela 4.2 - Medidas dos erros para 2013 (Cream Cracker)	43
Tabela 4.3 - Medidas dos erros para 2014 (Coquinho).....	44
Tabela 4.4 - Medidas dos erros para 2014 (Cream Cracker)	45

1 Introdução

1.1 Considerações iniciais

A modernização e o processo de globalização, acarretaram numa significativa mudança na dinâmica das empresas, pois, no mercado é cada vez maior a exigência, em vários aspectos como, a flexibilidade, agilidade e adaptabilidade aos novos e dinâmicos cenários mercadológicos e eficientes indicadores de qualidade. Dessa forma respostas rápidas, são imprescindíveis à sobrevivência das empresas modernas, já que tais mudanças afetam todo o processo ao longo da cadeia de suprimentos.

Na cadeia de suprimentos, o planejamento e controle das atividades dependem de estimativas acuradas dos volumes de produtos e serviços a serem processados. Estas estimativas têm origem tipicamente de planejamentos e previsões, onde, uma das previsões mais importantes é a Previsão da Demanda, que concede aos gestores uma visão ampla do mercado. Com isto, o planejamento da produção, vendas e finanças, torna-se mais precisos, e geram fortes vantagens competitivas para organização (BALLOU, 2006).

Este trabalho irá tratar dos modelos de Previsão de Demanda, aplicado a uma empresa de grande porte, produtora de alimentos, situado na cidade de Caruaru. Entretanto, realizou-se um levantamento para verificar como está o processo de previsão das empresas produtoras de alimento da região de Caruaru. Dentre os métodos de previsão existentes, serão abordados no referencial teórico os principais modelos qualitativos e quantitativos, e aplicado ao estudo de caso o modelo de *Holt-Winters*, porque mostrou-se mais adequado para as características das demandas dos produtos em estudo. No presente estudo de caso, as variáveis em questão serão as demandas de dois produtos, o biscoito Coquinho e a bolacha Cream Cracker Tradicional, que são produtos de grande importância do ponto de vista da gestão da empresa objeto, pelo fato de serem os produtos mais produzidos anualmente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da pesquisa é aplicar um método de Previsão de Demanda apresentado na literatura, que forneça maior precisão na previsão para os produtos selecionados de uma empresa do ramo alimentício, e assim auxilie satisfatoriamente a tomada de decisão.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são, realizar um diagnóstico para se obter uma visão global acerca das formas que as empresas produtoras de alimentos da cidade de Caruaru, exercem suas previsões, bem como as informações intrínsecas ao tema. E realizar um estudo de caso que compare teoricamente a eficiência de um método proposto, a partir das características da demanda de um determinado produto, em relação ao utilizado atualmente pela empresa.

1.3 Justificativa

A realização da pesquisa justifica-se por ser a Previsão de Demanda essencial para obtenção das quantidades de recursos necessários às atividades de uma organização ao longo de toda cadeia de suprimentos. Em mercados tão competitivos como os atuais, a utilização de uma técnica que torne a previsão mais precisa, deve fazer parte das estratégias de uma empresa. Pois, uma boa previsão ordena compra de matérias-primas e a programação da produção, e conseqüentemente os estoques ficam mais regulares e os clientes recebem seus produtos no tempo estipulado.

É prudente destacar a relevância da temática da pesquisa para o meio acadêmico, de forma que se objetiva propor academicamente a investigação e a aplicação de modelos de previsão de demanda, no segmento empresarial, dispondo dessa forma uma aplicação prática e concreta de conhecimentos que na sua grande maioria são abordados a partir de exemplos didáticos, simplistas que em geral distorcem a realidade ao qual as empresas estão inseridas.

O ambiente corporativo é marcado por rápidas e constantes mudanças. Então, para manterem uma vantagem competitiva, as empresas precisam desenvolver processos que lhes permitam uma maior consistência sobre o futuro, tornando assim necessário um planejamento. Para Cândido (2001), as atuais características do ambiente organizacional, acabam por tornar urgente a busca de mecanismos para tornarem-se mais competitivas, devido ao contexto instável, de pressões dos concorrentes, clientes, fornecedores, agentes reguladores, etc. Ainda de acordo com o autor, as empresas que poderão obter as devidas condições para sobrevivência e desenvolvimento serão aquelas que tenham ou venham ter a capacidade de reagir às implicações das mudanças, antevê-las e desenvolver antecipadamente suas estratégias. Dessa forma, qualquer tipo de empresa independente de tamanho, ramo, ou área que atua, tem em comum a atividade de planejar (MOREIRA, 2008).

Sendo assim, uma forma de se antecipar as incertezas futuras é através de previsões que buscam realizar prognósticos de eventos futuros (KRAJEWSKI et al, 2009). Como há uma enorme quantidade de decisões a serem tomadas, em diferentes momentos, seja de curto ou longo prazo, as organizações necessitam de um bom planejamento, onde invariavelmente o bom planejamento é baseado em uma boa previsão. Segundo Kuo e Xue (1999), obter uma previsão precisa é o ponto crítico da qualidade do processo decisório, onde a precisão da previsão é afetada por diversos fatores internos e externos do ambiente corporativo. Para Krajewski et al (2009) as condições de negócios inconstantes resultantes da competição global, mudanças tecnológicas e de preocupações ambientais que afetam a precisão da previsão. Para Werner (2005) previsões confiáveis podem exigir a utilização de várias técnicas, que permite captar o maior número de informações disponíveis, através da agregação de previsões obtidas por meio de diferentes técnicas de previsão, além de se possível o ajuste baseado na opinião, e informações do próprio ambiente. Portanto, deve-se compreender que a previsão é uma forma de dispor informações para uma provável tomada de decisão, visando determinados objetivos (SPANHOL; BENITES; NETO, 2004).

Logo, previsões são benéficas tanto para o gerenciamento de processos, onde as previsões de produto são necessárias para projetar os diferentes processos ao longo da organização, de forma a identificar e lidar com estrangulamentos internos, como para o gerenciamento das cadeias de valor, colaborando na coordenação com seus clientes e fornecedores (KRAJEWSKI et al, 2009). Então, isso mostra o quão importante é a previsão, devido a ser ponto de partida para praticamente todas decisões tomadas em um planejamento.

Vale salientar que o setor alimentício, onde é feita a aplicação do trabalho, é de grande importância para o país. Segundo a ABIA (2013), o setor alimentício gera o equivalente a 9,5% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, com soma de faturamento por parte das empresas que chegou a R\$ 431,9 bilhões em 2012, tornando o setor como o primeiro maior em valor bruto de produção da indústria de transformação. Isso, fez com houvessem investimentos no setor, chegando a R\$ 11,1 bilhões em 2012, investimento refletido na geração de empregos, onde em 2012 a indústria empregou 1,63 milhão de trabalhadores. Logo, percebe-se a importância do setor para todo o país.

Então, o trabalho proposto pretende analisar a série temporal de dois produtos específicos, propondo um modelo de previsão para eles, de forma a mostrar a empresa uma forma alternativa de realizar suas previsões, e que obtenham resultados mais precisos

do que as previsões que já são realizadas. Cogitando a possibilidade de dar continuidade ao trabalho apresentado aqui, pela aplicação aos demais produto comercializados pela empresa.

1.4 Estrutura

O presente estudo será apresentado em 5 capítulos. O primeiro capítulo é a introdução, onde foi apresentado o tema da pesquisa, os objetivos e justificativas da pesquisa. No segundo capítulo estão apresentados conceitos importantes que se relacionam com a proposta do trabalho, constituindo o referencial teórico. No terceiro capítulo se fez o enquadramento metodológico da pesquisa, assim como são apresentados os procedimentos metodológicos adotados. No quarto capítulo são apresentados a empresa em que se realizou o estudo e os resultados da pesquisa. E no quinto capítulo são expostas as conclusões e considerações finais do trabalho.

2 Referencial Teórico

2.1 Previsão de Demanda

Independente do setor de atuação de uma organização sempre haverá uma atividade em comum com as demais, que é a previsão de demanda, com o intuito de saber o quanto uma empresa pretende vender de seus produtos ou serviços no futuro, sendo um processo racional de busca de informações acerca do valor das vendas futuras de um produto ou serviço, e também deve fornecer informações sobre qualidade e mercados em potencial (MOREIRA, 2008).

Segundo Krajewski et al (2009) a previsão de demanda no geral é proveniente do marketing, que, por estar mais próximo do cliente externo se torna uma fonte fundamental de informações. Porém, os clientes internos também dependem da previsão para desenvolver e aplicar seus planos, como o departamento financeiro precisa da previsão para projetar fluxos de caixa e requisitos de capital, o recursos humanos para antever contratações e treinamentos, e o setor de operações para planejar níveis de produto; aquisição de serviços, matérias primas e mão de obra; definir cronogramas de produção, necessidade de estoques e capacidades de longo prazo.

Para Ballou (2006) antes de se iniciar uma previsão da demanda, é necessário conhecer a natureza da demanda. Em geral, ao realizar previsões as atenções são voltadas para relação dos níveis da demanda com o tempo, o que caracteriza uma demanda temporal, contudo, as técnicas de previsão devem refletir as diferenças geográficas que exercem influência nos padrões da demanda, caracterizando a demanda espacial. Ainda de acordo com Ballou (2006), quando os níveis de demanda podem ser divididos em componentes de tendência, elementos sazonais ou aleatórios, a demanda é dita regular, e quando a demanda é intermitente, seja devido a baixo volume, incerteza do nível demanda e de quando essa demanda ocorrerá, é classificada como irregular. A demanda também pode ser classificada como dependente, quando a origem dos pedidos surge a partir da exigência específica de programas de produção, ou independente, onde os consumidores de determinados itens são diversos e fazem compras individuais de uma pequena fração do volume total fornecido pela empresa.

2.1.1 Métodos de Previsão

Existem na literatura vários métodos de previsão disponíveis, que podem ser utilizados em várias situações distintas, porém, são dependentes de alguns fatores. Para

Moreira (2008) os principais fatores são a disponibilidade de dados, tempo e recursos, pois, métodos que usam modelos matemáticos, exigem dados em abundância, profissionais capacitados, e também computadores capazes de processar uma alta quantidade de dados. O outro fator é o horizonte de previsão, devido a existência de métodos que se adequam melhor para previsões de longo prazo, e outros são direcionados para previsões rotineiras, ou seja, de curto prazo.

Contudo, métodos de previsão têm características em comum, como fato de assumirem que as mesmas condições presentes no passado continuarão existindo no futuro, ou seja, a demanda se comportará no futuro como e comportou no passado. Outra característica presente em qualquer método, é a imperfeição de seus resultados, onde quanto maior o horizonte de previsão maior a chance de erro, que é oriunda dos fatores aleatórios que exercem influência na demanda e não são passíveis de previsão (MOREIRA, 2008).

De acordo com Krajewski et al (2009), antes de se usar os métodos de previsão três decisões devem ser tomadas, que são:

- O que deve ser previsto, onde se é decidido o nível de agregação de previsão e as unidades de medida do que se quer medir. Um sistema de previsão pode ser dividido em dois níveis, onde primeiro se faz a previsão das famílias de produtos ou serviços, cujos requisitos de demanda, processamento, materiais e trabalhos são semelhantes, e em seguida faz-se a previsão individual. Tal abordagem ajuda a manter a coerência entre planejamento para as fases finais de fabricação e previsões de longo prazo para vendas, lucro e capacidade, e quanto maior o nível de agregação menor a probabilidade de erro associado a previsão. Os autores indicam que o ideal é utilizar como unidade de medida o SKU (Stock-Keeping Unit – unidade em estoque apropriada), pois, unidades de medida monetárias como por exemplo dólar ou real, são unidades que flutuam de acordo com o mercado, e podem dar uma ideia errada da previsão, sendo assim, na maioria dos casos é melhor utilizar o SKU e em seguida converter as estimativas.
- Que tipo de técnica de previsão usar – definir de acordo com as informações disponíveis, qual técnica é mais adequada para os diferentes padrões. Existindo dois tipos gerais de técnicas, os métodos qualitativos, que são baseados em opiniões gerenciais e de especialistas, estimativas de vendas e pesquisas ao consumidor; e os métodos quantitativos, que é subdividido em métodos causais, que utiliza de dados históricos acerca de variáveis independentes, e análise de

series temporais, que é uma abordagem que projeta os dados futuros a partir dos dados do passado. Vale salientar que o horizonte de planejamento é fator chave para escolha do método adequado.

- Que tipo de software usar – nas aplicações de curto prazo os computadores tornam-se necessário, pois geralmente as empresas detêm uma gama variada de produtos e serviços, tornando necessário a previsão de todos, e sem a utilização de softwares o acompanhamento de todas as demandas seria impossível.

Para Morettin e Toloi (2006), os métodos de previsão que são utilizados na prática podem ser simples e intuitivos, onde há pouca ou nenhuma análise de dados, ou mais quantitativos e complexos, cuja análise é considerada. Os resultados de um modelo são demandas previstas no horizonte de tempo, e por mais sofisticados que sejam os métodos, não dispensam interpretação por parte de quem irá utilizá-las, e as previsões devem ser acompanhadas para ver se as hipóteses se confirmam ou não.

Segundo Ballou (2006) os métodos de previsão são divididos em três categorias, qualitativos, de projeção histórica e causais, onde cada grupo se diferencia pelo nível de sofisticação quantitativa, a base lógica da qual a previsão é derivada, e pela exatidão relativa em previsões de longo e curto prazo.

No geral, para a maioria dos autores como Moreira (2008), Makridakis (1998) têm a mesma linha de pensamento, como de acordo com Montgomery et al (2008), apesar da grande variedade de situações que exigem previsões, existem apenas dois grandes tipos de técnicas de métodos qualitativos e métodos quantitativos de previsão.

2.1.2 Métodos Qualitativos

Métodos qualitativos são baseados no julgamento, experiência, conhecimentos, opiniões sobre eventos futuros de interesse (MOREIRA, 2008). Para Ballou (2006) o julgamento, intuição, pesquisas ou técnicas comparativas tem o intuito de gerar estimativas quantitativas sobre o futuro, mesmo sabendo que as informações obtidas pelos métodos são não quantitativas, flexíveis e subjetivas, o que acabar por dificultar a padronização e validação de tais métodos. No entanto, Ballou (2006) ressalta, existe ocasiões em que esses métodos são o único meio de se prever algo, como, o sucesso de novos produtos, mudanças de políticas de governo, ou impacto de uma nova tecnologia, fazendo com que dê-se preferência aos métodos qualitativos em previsões de médio e longo prazo.

Para Krajewski et al (2009) métodos qualitativos podem ser utilizados para modificar previsões que geradas por métodos quantitativos, na previsão de eventos específicos futuros, também, podem ser usados para ajustar o arquivo de dados históricos que será analisado com métodos quantitativos, a fim de reduzir o impacto de um evento específico que já ocorreu, ou seja, se não fossem usados métodos qualitativos de avaliação, os métodos quantitativos forneceriam previsões incertas.

2.1.2.1 Júri de Executivos

O júri executivo é um método de previsão em que as opiniões, experiências e conhecimentos técnicos de altos executivos são resumidos para se chegar a uma única previsão (KRAJEWSKI et al, 2009). O grupo tem interesse nas previsões de longo prazo, envolvendo aspectos do planejamento estratégico da empresa, como, desenvolvimento de novos produtos, processos e planejamento da manufatura, por isso deve ser formado por executivos de diversas áreas, como marketing, finanças, produção, etc. A vantagem deste procedimento é a reunião de talentos com diferentes visões, levando a qualidade e precisão no consenso, e a desvantagem, se dá quando uma das pessoas, que tenha forte personalidade, possa exercer uma influência sobre o grupo, impondo em maior ou menor grau a própria opinião (MOREIRA. 2008).

2.1.2.2 Estimativas de Força de Vendas

As estimativas da força de vendas são previsões oriundas da junção das estimativas feitas periodicamente por membros de força de vendas da empresa, em si tratando que são as pessoas mais próximas dos clientes externos. As vantagens desse método são que, a proximidade com os consumidores faz com que eles saibam quais os serviços ou produtos os clientes comprarão e em qual quantidade, as divisões que ocorrem na área de vendas em regiões e distritos geram informações mais destrinchadas que facilitam a administração de estoques e distribuição, e combinação das previsões individuais podem ser combinadas a fim de se obter o valor de vendas nacionais. Contudo, as desvantagens são previsão errada dos vendedores que podem enviesar o real valor de vendas, a equipe de vendas nem sempre é capaz de identificar a diferença entre a vontade e a necessidade do cliente, por fim, outra desvantagem são as metas mínimas individuais que podem levar a uma falsa impressão de desempenho satisfatório (KRAJEWSKI et al, 2009).

2.1.2.3 Pesquisa de Mercado

É uma abordagem metódica para determinar o interesse do consumidor externo em um serviço ou produto, criando e testando hipóteses por meio de pesquisas de coleta de dados, onde inclui elaboração de questionário, seleção de amostra significativa, análise estatística dos dados e interpretação qualitativa das respostas. Em geral, as pesquisas levam a resultados significativos, porém, deve atentar-se as ressalvas e salvaguardas incluídas (KRAJEWSKI et al, 2009).

2.1.2.4 Método Delphi

É um método desenvolvido pela RAND Corporation que buscava avaliar o impacto potencial de um ataque à bomba atômica sobre os Estados Unidos, e seu nome Delphi é uma derivação do oráculo Delfos, que supostamente na Grécia Antiga tinha o poder de prever eventos futuros (MOREIRA, 2008). O método consiste na reunião de especialistas que devem opinar sobre um dado assunto, respeitando regras determinadas para a coleta e a análise das opiniões, onde, as opiniões dos especialistas são emitidas de maneira independente para que não haja interação entre os opinantes, e caso ocorra algumas divergências de opiniões, estes serão novamente questionados até que se chegue o mais próximo possível de um consenso do grupo (MONTGOMERY et al, 2008).

Para Moreira (2008) a principal vantagem é poder obter opiniões sem que haja interações no grupo, evitando distorções dos resultados, porém, essa falta de contato pode acarretar em ambiguidade para alguma questão da coleta de opiniões. O método Delphi é usado para formar previsões de longo prazo sobre demanda de produto, projeções de vendas de novos produtos, podendo também ser utilizado em previsões tecnológicas (KRAJEWSKI et al, 2009).

2.1.3 Métodos Quantitativos

Métodos Quantitativos são as técnicas que usam de métodos matemáticos para se obter a previsão, onde é possível controlar o erro a partir de dados preliminares. É subdividido em Métodos Causais, onde a demanda de um ou mais itens é relacionada a uma ou mais variáveis internas ou externa da organização, e métodos de séries temporais que necessita do conhecimento dos valores passados da demanda, se esperando que os padrões encontrados no passado sejam mantidos no futuro (MOREIRA, 2008 e MONTGOMERY et al, 2008).

2.1.3.1 Métodos Causais

Os métodos causais partem da premissa que o nível da variável de previsão é derivado do nível de outras variáveis relacionadas, chamadas de variáveis causais (BALLOU, 2006). Ou seja, são usados a partir da disposição de dados históricos, havendo a identificação da relação entre os fatores a serem previstos e outros fatores, onde tais relações são expressas em termos matemáticos, sendo úteis para prever pontos de inflexão na demanda e para preparar previsões de longo prazo (KRAJEWSKI et al, 2009).

A técnica mais conhecida dentro dos modelos causais é a regressão simples ou múltipla, contudo, os modelos causais são de formatos variados, como: estatísticos, regressivos, econométricos e descritivos. Onde cada modelo é válido a partir dos padrões encontrados nos dados históricos. O maior problema destes modelos de previsão é a dificuldade em identificar as variáveis verdadeiramente causais, e quando essas variáveis levam a variáveis previstas no tempo essa dificuldade aumenta, o que pode acarretar em erros substanciais na previsão (MOREIRA, 2008 e BALLOU, 2006)

2.1.3.1.1 Regressão Linear Simples

Na regressão linear, há a relação de uma variável dependente a uma ou mais variáveis independentes através de uma equação linear, ou seja, a variável dependente é a que se quer prever, e a variável independente a que afeta a variável dependente causando os resultados observados no passado (KRAJEWSKI et al, 2009). No modelo de regressão linear simples, a variável dependente é função de apenas uma variável independente e sua relação teórica é dada por uma linha reta, dada pela Equação (2.1):

$$Y = \alpha + \beta X \quad (2.1)$$

Onde: Y- é uma variável dependente;

X- a variável independente;

α - é a interseção da linha no eixo Y;

β - a inclinação da reta.

E o objetivo da análise de regressão linear é encontrar valores de α e β que minimizem a soma dos desvios quadrados dos dados reais da linha.

Para se verificar a consistência da regressão três medidas são tomadas, que são (MOREIRA, 2008 e KRAJEWSKI et al, 2009):

- O coeficiente de correlação é denominado por r , que mede a direção e a força da relação entre a variável independente e a dependente, o valor de r pode variar de -1 a +1. Quando, o coeficiente de correlação é +1 significa que alterações de

período a período na direção da variável independente são sempre acompanhadas por alterações na mesma direção da variável dependente, quando r é igual a -1 indica que diminuições na variável independente são sempre acompanhadas por aumentos na variável dependente e vice-versa, e quando não há relação linear entre as variáveis r é igual a zero. Logo, quanto mais próximo de ± 1 o valor de r mais linear é a relação. E r é dado pela Equação (2.2):

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (2.2)$$

Onde: r – Coeficiente de correlação;

X – Variável independente;

Y – Variável dependente;

n – número de amostras.

- O coeficiente de determinação mede a quantidade de variação da variável dependente em torno de sua média. Onde, o coeficiente de determinação é definido como o quadrado do coeficiente de correlação, ou seja, r^2 , e o seu valor varia de 0 a 1. Logo, é desejável que, r^2 seja próximo a 1, pois, as variações na variável dependente e a previsão gerada pela equação de regressão estão estreitamente relacionadas.
- O erro padrão estimado, S_y , mede a proximidade do agrupamento dos dados sobre a variável dependente em torno da linha de regressão, ou seja, mede o erro da variável dependente, Y . Desse modo, é o desvio-padrão da diferença entre a demanda real e a estimativa fornecida pela equação de regressão. Então, quando se estiver determinando que variável independente incluir na equação de regressão, deve-se escolher a que tem menor erro padrão de estimativa. O erro padrão pode ser calculado pela Equação (2.3):

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum(Y-\bar{Y})^2}{n-1}} \quad (2.3)$$

Onde: S_y – Erro padrão estimado

Y – Variável dependente;

\bar{Y} – Média do somatório das variáveis dependentes;

n – número de amostras.

2.1.3.1.2 Regressão Linear Múltipla

A análise de Regressão Múltipla é uma metodologia estatística de previsão de valores de uma ou mais variáveis dependentes através de um conjunto de variáveis independentes. Sua aplicação permite que se estime o valor de uma variável com base num conjunto de outras variáveis, onde, quanto mais significativo for o peso de uma variável isolada, ou de um conjunto de variáveis independentes, poderá se afirmar que alguns fatores afetam mais o comportamento da variável dependente (KASZNAR; GONÇALVES, sd).

A equação da regressão múltipla é representada pela Equação (2.4):

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n \quad (2.4)$$

Em que: Y – variável dependente;

α - coeficiente técnico fixo, um valor de base a partir do qual começa Y ;

β_n - coeficientes técnicos atrelados às variáveis independentes;

X_n - variáveis independentes.

2.1.3.2 Séries Temporais

Uma série temporal é uma sequência de observações, espaçadas igualmente, da demanda ao longo do tempo. Então, os métodos de séries temporais usam informações históricas a respeito apenas da variável dependente, em vez de usar variáveis independentes, supondo que o padrão anterior da variável dependente continuará no futuro (MOREIRA, 2008 e KRAJEWSKI et al, 2009).

De acordo com Moreira (2008), o padrão da demanda pode ter quatro comportamentos distintos associados a uma série temporal. O efeito tendência, onde a demanda tende a crescer ou decrescer ao longo do tempo, ou manter-se estacionária variando em torno de um valor médio, o efeito sazonal, ao qual a demanda assume comportamentos semelhantes em determinadas épocas do ano, o ciclo de negócios, que são flutuações da economia, ou seja, movimentos típicos das economias capitalistas modernas, por fim, as variações irregulares, que são variações aleatórias oriundas de causas não identificadas, fazendo com que não possam ser previstas através de um modelo.

Para Krajewski et al (2009) os padrões de demanda podem se combinar em variados graus definindo o padrão de tempo de demanda de um produto ou serviço, exceto

o de variações aleatórias, pois, como acontecem ao acaso não podem ser previstas. Contudo, uma série temporal pode ser oriunda da combinação de qualquer um dos padrões.

2.1.3.2.1 Modelo de Decomposição das Séries Temporais

A previsão realizada através da decomposição das séries de tempo, é composta dos quatro padrões que classificam uma demanda, cuja ideia de tal decomposição é isolar os vários componentes, com exceção das variações irregulares, de modo a se tratar separadamente cada padrão. Existem dois modelos de decomposição que explicam como os componentes se combinam, que são, o modelo aditivo e o modelo multiplicativo. No modelo aditivo, a série temporal é tratada como sendo composta pela soma dos componentes, como mostra a Equação (2.5), e no multiplicativo, a série temporal é tratada como composta pela multiplicação dos componentes, sendo o modelo mais utilizado na prática, é expresso pela Equação (2.6) (MOREIRA, 2008).

$$Y = T + S + C + i \quad (2.5)$$

$$Y = T * S * C * i \quad (2.6)$$

Onde: Y - demanda prevista;

T - componente de tendência;

S - componente de sazonalidade;

C - componente cíclica;

i - componente de variação residual.

2.1.3.2.2 Métodos das Médias Móveis

Os métodos das médias móveis são amplamente utilizados devido a facilidade de implementação e manutenção, e por necessitarem de poucos dados históricos em sua aplicação. Contudo, tais métodos, são apropriados somente para previsões de curto prazo e para dados históricos irregulares, onde o padrão da série temporal não apresenta tendência e sazonalidade (MAKRIDAKIS et al, 1998).

Cada ponto de uma média móvel numa série de tempo é a média aritmética ou ponderada de um número de pontos consecutivos das séries. Para Moreira (2008) os métodos das médias possuem algumas peculiaridades, que são: o fato da previsão ser obtida por meio de algum tipo de média levando em conta valores reais anteriores a demanda, só pode prever um período à frente, e a cada nova previsão os dados mais

antigos de demanda real são descartados para se incorporar os mais novos denominando-se assim métodos de médias móveis.

2.1.3.2.2.1 Média Móvel Simples (MMS)

A média móvel simples é formada por uma média de um determinado número de períodos n que é atualizada, substituindo os dados do período anterior pelos dados do período mais recente, ou seja, a previsão para o período t de futuro imediato, é obtido através da média aritmética dos n valores de demandas passadas imediatas, onde, quanto maior o valor de n , maior será a influência das demandas mais antigas sobre a previsão e os efeitos sazonais serão mais suaves. (DAVIS et al, 2001 e MOREIRA, 2008). É dada pela Equação (2.7).

$$F_t = \frac{F_{t-1} + F_{t-2} + \dots + F_{t-n}}{n} \quad (2.7)$$

Onde: F_t - é a previsão para o período t ;

F_{t-1} - é a observação (valor da série) para o período $t-1$;

n - número de períodos considerados na média.

Esta técnica pode ser útil na identificação de uma tendência dentro da flutuação dos dados, em casos onde a demanda não cresce nem decresce rapidamente, e também não apresenta sazonalidade (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

2.1.3.2.2.2 Média Móvel Ponderada (MMP)

A média móvel ponderada a exemplo da MMS usa n valores reais anteriores da demanda para a composição da média, com a diferença que os valores reais recebem pesos diferentes, onde os valores mais recentes de demanda recebem maior importância, que é justamente a vantagem da MMP sobre a MMS. Tais pesos, são escolhidos de forma arbitrária e seu somatório deve ser igual a 1 (MOREIRA, 2008).

2.1.3.2.2.3 Média Móvel Exponencial Ponderada de 1ª Ordem

Dentre os vários modelos matemáticos de previsão de demanda, o modelo de média móvel exponencial ponderada de 1ª ordem, se destaca devido seu caráter simplificado e de fácil entendimento. Segundo Ballou (2006), a técnica de ponderação exponencial é, provavelmente, a melhor técnica de previsão se tratando de curto prazo e possui a capacidade de se adaptar às mudanças fundamentais nos dados de previsão. No método de média móvel exponencial simples, a previsão é obtida com base na previsão

anterior, e ajustada mediante a utilização do erro cometido, que é a diferença entre o previsto e o observado (TUBINO, 2000). A parcela do erro é corrigida por um coeficiente ponderação alfa (α) que varia entre 0 e 1, onde quanto maior (α) mais relevância terá o presente, quanto menor (α) mais relevância terá o passado. Para Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), a nova previsão é dada pelo somatório da previsão antiga com o ajuste para o erro ocorrido na última previsão, representada pela Equação (2.8):

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(A_t - F_t) \quad (2.8)$$

Onde: F_{t+1} - previsão para o período t+1;

F_t - previsão para o período t;

A_t - valor observado para o período t;

α - coeficiente de ponderação, assumindo valores entre 0 e 1.

2.1.3.2.2.4 Modelo Holt

Em 1957 *Holt* expandiu o modelo de média móvel exponencial de 1ª ordem com a finalidade de lidar com dados que apresentassem tendência linear, de forma que fosse possível fazer previsões mais precisas (MAKRIDAKIS et al, 1998). O modelo de média móvel exponencial de 1ª ordem, quando aplicado a séries temporais que apresentam tendência linear, as previsões acabam por subestimar ou superestimar continuamente os valores da série temporal estudada, então, o modelo de *Holt* surge como solução para este erro (MORETTIN; TOLOI, 2006).

Para Ballou (2006), quando os dados da demanda apresentam componentes de tendência, se faz necessário expandir o modelo de 1ª ordem, a fim de melhor detectar tais componentes. Onde, os cálculos da previsão por meio deste método são dados pelas Equações (2.9), (2.10) e (2.11).

$$B_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(B_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.9)$$

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

$$F_t(t + k) = B_t + kT_t \text{ com } k = 1, 2, \dots \quad (2.11)$$

Onde: D_t - demanda do período t;

B_t - base (nível) ao final do período t;

T_t - tendência ao final do período t;

α - constante de suavização para a base;

β - constante de suavização para a tendência;

$F_t(u)$ - previsão ao final do período t para o período u ($u > t$).

Onde as equações representam, respectivamente, o nível, a inclinação (tendência) da série temporal e a previsão para k períodos futuros da série.

2.1.3.2.2.5 Média Móvel Exponencial Ponderada de 3ª Ordem ou Modelo Holt-Winters

Segundo Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), no ano de 1960 *Winters* ampliou o modelo de *Holt* adicionando uma equação para estimar a sazonalidade, tornando possível fazer previsões acerca de séries temporais que tinham comportamento sazonal. Surgindo dessa maneira a suavização exponencial tripla, também chamada de modelo Holt-*Winters*. Para Pellegrini (2000) e Morentti e Tolo (2006), o modelo *Holt-Winters* é uma boa alternativa para séries temporais mais complexas, pois, age satisfatoriamente para dados de demanda que apresentam tendência linear e sazonalidade.

O Método de *Holt-Winters* fundamenta-se em três equações de suavização, uma para o nível, uma para a tendência, e uma para a sazonalidade. É dividido em dois tipos diferentes, um que trata a sazonalidade de forma aditiva e outro que a modela de forma multiplicativa.

No tratamento da sazonalidade de forma multiplicativa, utiliza-se a Equação (2.12) para nível, a Equação (2.13) para tendência e a (2.14) para sazonalidade.

$$l_t = \alpha \frac{y_t}{S_{t-m}} + (1 - \alpha)(l_{t-1} - b_{t-1}) \quad (2.12)$$

$$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.13)$$

$$S_t = \gamma \frac{y_t}{l_t} + (1 - \gamma)S_{t-m} \quad (2.14)$$

Então, a previsão através do método multiplicativo de Winters é calculada pela Equação (2.15).

$$\hat{y}_{t-h|t} = (l_t + b_t h) S_{t-m+h_m^+} \quad (2.15)$$

Onde: m - comprimento da sazonalidade

l_t - representa o nível da série temporal

b_t - denota a tendência

S_t - componente de sazonalidade

$\hat{y}_{t-h|t}$ - previsão para h períodos à frente

$h_m^+ - [(h - 1) \bmod m] + 1$

E no modelo aditiva, utiliza-se para suavização a Equação (2.16) para nível, a (2.17) para tendência e a (2.18) para sazonalidade. E a previsão pelo método aditivo de Holt-Winters é finalmente calculada através da Equação (2.19).

$$l_t = \alpha(y_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} - b_{t-1}) \quad (2.16)$$

$$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2.17)$$

$$S_t = \gamma(y_t - l_t) + (1 - \gamma)S_{t-m} \quad (2.18)$$

$$\hat{y}_{t-h|t} = l_t + b_t h + S_{t-m+h_m^+} \quad (2.19)$$

As constantes de suavização Alfa (α), Beta (β) e Gama (γ) utilizadas no método são normalmente limitadas a situar-se entre 0 e 1.

Para Pellegrini (2000), é apropriada a utilização do modelo sazonal aditivo quando a amplitude da variação sazonal se mantiver relativamente constante, e quando a amplitude de variação sazonal aumentar ou diminuir como função do tempo, deve-se optar pela utilização do modelo sazonal multiplicativo.

2.2 Avaliação e Escolha dos Métodos de Previsão

Para Ballou (2006), não existe na prática um modelo único de previsão que é melhor que os demais em todas as situações. Logo, a seleção de uma técnica de previsão depende dos objetivos que se espera, onde na maioria dos casos os gestores visam reduzir as incertezas para tomadas de decisão. Então, é importante considerar o desempenho da previsão, determinado pelos erros de previsão, sendo necessário aos gestores saber como medir os erros de previsão e como detectar quando algo está saindo errado com o sistema de previsão (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

2.2.1 Erro Simples de Previsão

De acordo com Ballou (2006), o erro simples de previsão é dado pela diferença entre a demanda que realmente aconteceu (real) e a demanda que foi prevista, como na Equação (2.20).

$$E_i = D_i - P_i \quad (2.20)$$

Onde: E_i - erro simples de previsão cometido no período i ;

D_i - demanda observada no período i ;

P_i - previsão para o período i .

Sendo assim, os erros de previsão positivos significam que a demanda superou a previsão, e os erros negativos que a previsão superou a demanda.

2.2.2 Desvio Médio Absoluto

O Desvio Médio Absoluto (*Mean Absolute Deviation* – MAD) é o erro médio nas previsões em termos de valores absolutos. É calculado através das diferenças entre a demanda real e as previsões, sem considerar o sinal. Portanto, o MAD é igual à soma dos desvios absolutos dividida pelo número total de períodos, como mostrado na Equação (2.21).

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |A_t - F_t|}{n} \quad (2.21)$$

Onde: t - período;

A - demanda real no período t ;

F - demanda prevista para o período t ;

n - número total de períodos.

2.2.1.3 Erro Percentual Médio Absoluto

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), o Erro Percentual Médio Absoluto (*Mean Absolute Percent Error* – MAPE), faz uma relação do erro de previsão no nível de demanda, como apresentado na Equação (2.22), sendo útil na análise do desempenho da previsão sob uma perspectiva apropriada.

$$MAPE = \frac{\left[\frac{\sum |D_t - F_t|}{D_t} \right] 100}{n} \quad (2.22)$$

Onde: D_t - demanda real para o período t ;

F_t - previsão para o período t ;

n - número total de períodos.

2.2.4 Erro Médio Quadrático ou Desvio Médio Quadrático

O Erro Médio Quadrático (*Mean Squared Error* – MSE) ou Desvio Médio Quadrático (*Mean Squared Deviation* – MSD) é a média dos erros de previsão elevados ao quadrado, calculado conforme a Equação (2.23), onde, quanto menor o MSE, mais precisa é a previsão (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

$$MSE = \frac{\sum(Y_t - F_t)^2}{n} \quad (2.23)$$

Onde: t - período t

Y_t - valor atual no período t ;

F_t - valor previsto no período t ;

n - número de previsões.

2.3 Revisão da Literatura

Estudos e aplicações a respeito da previsão de demanda, seus métodos já consolidados na literatura e aperfeiçoamento dos mesmos, bem como desenvolvimento de novos modelos são encontrados na literatura acadêmica. Esses estudos são realizados nos mais variados segmentos, tanto para produtos como para serviços, utilizando-se variadas metodologias, e se obtendo resultados significativos. Os estudos são feitos por diversos pesquisadores do Brasil e do mundo. Uma compilação, acerca de algumas pesquisas realizadas, podem ser vistas nas Tabelas 2.1 e 2.2, sendo respectivamente os estudos realizados por pesquisadores brasileiros e por pesquisadores estrangeiros.

Nota-se que muitos dos trabalhos continuam a utilizar de métodos clássicos como média móvel, ponderação exponencial, método Box-Jenkins (ARIMA) como utilizado por Martins, Belleza e Werner (2011), por Bakari, Chamalwa e Mohammed (2013), por Afonso, Moreira e Novaes (2011), por Veiga, Veiga e Duclós (2010), e por Consul e Werner (2010). Contudo, a maior parte opta por novas metodologias como redes neurais utilizadas nos trabalhos de Thomassey (2010), Venkatesh, Ravi, Prinzie, Dirk e Poel (2014), e Vaitkus, Zylis e Maskeliunas (2014) que em seu estudo também utilizam o método *Support Vector Regression* (SVR), outro exemplo de novo modelo é o AXR usado por Castro e Montini (2010).

Há também estudos que enfatizam sobre a estruturação da previsão de demanda e o impacto que a mesma gera como no artigo Danese, Kalchschmidt (2010), e o estudo de Kalchschmidt (2012) que saliente que há três tipos de perspectivas para se melhor estrutura uma previsão de demanda. Uma vez que a previsão de demanda é cercada de incertezas a respeito de seus dados, pois, se trata do futuro, percebe-se que os estudos visam aumentar a precisão dos modelos, independente do cenário de aplicação como se pode perceber no estudo de Thomassey (2010) que é aplicado sobre uma demanda com restrições de sazonalidade, ciclo de vida curto e poucos dados históricos, e no estudo de Mostard, Teunter e Koster (2010) que é voltado para produtos entrantes no mercado, e como no trabalho de Neumann, Santa-Eulalia, Yoshino e Klasen (2014) que propõem a combinação modelo de difusão de Bass do modelo de escolha discreta, para se realizar a previsão de inovações radicais. Então, percebe-se que a incerteza incorrida na prática da previsão aumente a necessidade de estudá-la, para se assim aumentar a precisão dos modelos.

Tabela 2.1: Pesquisas realizadas por pesquisadores brasileiros

Autores	Aspectos gerais do trabalho
Carmo, Pontes, Albertin, Barros e Dutra (2009)	O estudo buscou fazer uma análise da demanda por biodiesel em função do consumo de diesel, identificando qual a capacidade de produção que o Brasil está se preparando, onde para isto, foi adotado um modelo de previsão de demanda não-paramétrico, cujo modelo contempla a tendência através de uma reta de regressão linear e a sazonalidade por meio de coeficientes do período respectivo, e concluindo que o país tem capacidade produtiva para suprir uma demanda superior a exigida, contudo, não possui matéria-prima suficiente, tornando a falta de matéria prima em um gargalo.
Santiago, Mattos e Perobelli (2011)	O estudo de apresenta um modelo integrado de tipo econométrico+insumo-produto (EC+IP) para previsões de longo prazo da demanda de combustíveis no Brasil, cujo modelo é baseado na integração por ligação de um modelo vetorial de correção de erros com um modelo de insumo-produto híbrido para a economia brasileira e permite fazer previsões anuais de consumo de combustíveis, resultando que ocorrerá significativo aumento da demanda de combustíveis nos próximos 10 anos. Tal modelo (EC+IP) utilizado no estudo é uma evolução acerca de um estudo anterior realizado por Mattos et al em 2008.
Castro e Montini (2010)	No estudo de o objetivo é propor a aplicação do modelo ARX para fazer previsões de consumo residencial de energia elétrica no Brasil, o modelo ARX considera diversas variáveis exógenas econômicas e, adicionalmente, modela os resíduos por meio de um processo autorregressivo, a fim de aumentar o poder explicativo do modelo, resultando que o modelo obteve uma performance ótima.
Neumann, Santa-Eulalia, Yoshino e Klasen (2014)	O estudo propõe um novo modelo para a previsão de demanda de inovações radicais baseada em simulação de Dinâmica de Sistemas por meio da combinação de conceitos do modelo de difusão de Bass, que é um modelo descrito como um conjunto de equações diferenciais que utilizam um pequeno número de parâmetros, e do modelo de escolha discreta, que determinar a probabilidade relativa de compra do novo produto com base nas utilidades dos produtos disponíveis, sendo assim permite-se estimar a fatia de mercado do produto e seu comportamento no tempo, sendo facilmente parametrizado através da <i>Conjoint Analysis</i> e aplicada como teste em escala real no mercado alemão de carros elétricos, resultando que o modelo auxilia na compreensão dos principais fatores na escolha desse produto.
Martins, Belleza e Werner (2011)	O estudo estimou a previsão de turistas estrangeiros para a copa do mundo de futebol do Brasil em 2014, com uso da combinação pelo método da variância mínima dos modelos ARIMA e RNA.
Veiga, Veiga, Catapan, Tortato e Silva (2013)	O trabalho é um estudo de caso que utiliza de dados qualitativos, quantitativos históricos e observação direta, com o intuito de descrever a previsão de demanda como uma ferramenta estratégica de sustentabilidade numa PME brasileira, onde foi utilizado para a previsão de demanda, o modelo de redes neurais artificiais, que é um modelo não linear de previsão, e o <i>fill rate</i> como indicador do nível de serviço, custo de oportunidade, em resposta à demanda, estabelecendo a relação de causa e efeito entre a acuracidade da previsão, a responsividade da demanda e o desempenho econômico, ambiental e social.

Tabela 2.2: Pesquisas realizadas por pesquisadores estrangeiros.

Autores	Aspectos gerais do trabalho
Vaitkus, Zylius e Maskeliunas (2014)	O estudo realiza uma pesquisa sobre a previsão de demanda de peças de reposição elétricas, com intuito de se verificar qual modelo apresenta melhores resultados para o gerenciamento da cadeia de suprimentos, onde os métodos aplicados foram: média móvel, suavização exponencial, teoria ingênua, <i>Support Vector Regression (SVR)</i> , redes neurais <i>feed-forward</i> , e metodologias de seleção de modelos adaptativos. Resultando que o SVR garante os melhores e precisos resultados de previsão de demanda semanal e diária.
Bakari, Chamalwa e Mohammed (2013)	Neste estudo foi utilizada a metodologia de Box-Jenkins para construir modelo ARIMA (<i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>), para se prever a produção anual e utilização de gás da <i>Nigéria National Petroleum Company (NNPC)</i> para o período 1970-2004, a fim de ajudar os tomadores de decisão estabelecer prioridades em termos de gestão da procura de gás.
Kalchschmidt (2012)	Neste trabalho, compara-se três perspectivas diferentes de melhores práticas para previsão de demanda que são: a perspectiva universalista, que diz que algumas práticas de previsão são eficazes independentemente do contexto em que as empresas está inserida; a perspectiva contingente, onde a eficácia do método depende do contexto cada empresa enfrenta; e a terceira perspectiva é a configuracional, que afirma que existem efeitos sinérgicos entre as melhores práticas. Foram testados diferentes conjuntos de proposições sob contextos variados, concluindo-se que cada perspectiva gera suporte empírico e exerce impacto nos resultados das previsões.
Mostard, Teunter e Koster (2010)	O problema considerado é o da previsão de demanda para os produtos de um único período, aplicado em uma empresa de vestuário de venda por correspondência que precisa encomendar seus produtos a pré-temporada, logo, não há dados históricos e são necessárias outras fontes de dados. Então, no artigo compara-se cinco métodos, que são: os métodos <i>Preview Division</i> , <i>Equal Division</i> e <i>Top-flow Division</i> , que são métodos baseados em dados obtidos a partir de um pré-venda; e os métodos <i>Experts' Average</i> e <i>Expert Triangulation</i> , que são métodos cujas informações são obtidas por meio da opinião de especialistas.
Danese, Kalchschmidt (2010)	Este artigo buscou investigar o impacto do processo de previsão sobre a precisão e performance operacional da previsão, levando em consideração que técnica de estruturação é usada, se dados de diferentes fontes são utilizadas, e o quanto os resultados obtidos são utilizados no processo de tomada de decisão. Resultando que a estruturação melhora o desempenho operacional, porém não necessariamente melhoram a precisão da previsão.
Thomassey (2010)	O artigo faz um estudo sobre a previsão de demanda da indústria de vestuário, cujo a demanda é bastante volátil, tem grande sazonalidade, produtos com ciclo de vida curto e poucos dados históricos. Então, para maior precisão e confiabilidade, Thomassey propõe a aplicação de métodos como a lógica <i>fuzzy</i> , redes neurais e mineração de dados.

3 Metodologia

Esta pesquisa se caracteriza do ponto de vista técnico como um estudo de caso. De acordo com Gil (1991), um estudo de caso envolve o estudo aprofundado, de um caso prático e específico, para obter conhecimento sobre as questões estudadas, ou seja, trata-se de uma pesquisa exploratória, uma vez que buscará a familiarização com um problema para responder o interesse de pesquisa.

A ideia inicial deste trabalho é realizar um diagnóstico de como as empresas fazem para prever suas demandas, como realizam tal procedimento e suas especificidades. Logo, foi feito um levantamento tipo *survey*, que é uma abordagem metodológica na qual se avalia uma amostra significativa de um problema, buscando-se extrair conclusões acerca dessa amostra, ou seja, junção da pesquisa científica com a estatística (MIGUEL *et al*, 2011). A pesquisa científica deste estudo é observacional, pois, não há intervenções em sua coleta de dados, e o tipo de *survey* utilizado é de caráter exploratório, devido ao objetivo de adquirir uma visão inicial de como é tratada a previsão de demanda.

Então para a coleta de dados para realização do diagnóstico, foi definido que seria feita por meio de uma entrevista semiestruturada, com o apoio de um questionário utilizado como roteiro da entrevista. O questionário elaborado pode ser visto no Apêndice A, cujo o mesmo, contém três partes, com perguntas sobre a organização, o entrevistado, e como a previsão de demanda é feita e suas características.

As empresas foram selecionadas por meio de uma triagem realizada a partir dos dados existentes no Cadastro Industrial de 2014 realizado pela FIEPE, Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco, que é uma entidade que representa o setor produtivo tendo o intuito de promover o processo de desenvolvimento da indústria local. Então, foram definidos três critérios para a seleção, o setor de atividade, o município e o número mínimo de colaboradores, sendo assim, os critérios foram: o setor fabricação de produtos alimentícios, a cidade de Caruaru e empresas de no mínimo pequeno porte, que segundo o SEBRAE, em relação ao número de colaboradores, a empresa que possui de 20 a 99 colaboradores é considerada pequena. O critério para limitar o número de colaboradores foi utilizado de forma a viabilizar a pesquisa, pois, se for incluído as microempresas, o número de empresas aptas a participar da pesquisa aumentará, inviabilizando a pesquisa.

A triagem resultou em um total de 9 empresas que atendem os critérios pré-definidos, então, a partir disto os questionários foram encaminhados para as empresas junto a solicitação para se realizar a entrevista.

Resultando que 78% das empresas participaram da pesquisa, onde, 56% das empresas responderam o questionário e realizaram a entrevista, 22% só responderam o questionário, alegando falta de disponibilidade para realizar a entrevista, os outros 22% não quiseram ou alegaram não ter tempo para participar do estudo, como pode ser visto na Figura 3.1.

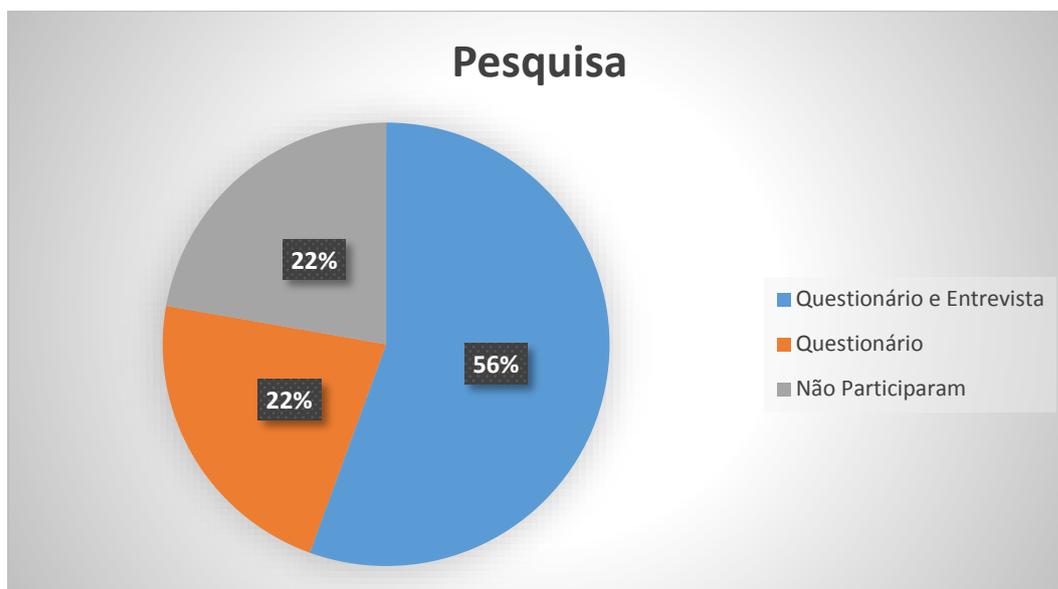


Figura 3.1: Participação das empresas selecionadas

Sobre as organizações pesquisadas, notou-se que 100% das empresas são empresas familiares, onde, apenas 14,28% é considerada de grande porte e tem faturamento superior cinquenta milhões anuais, 28,57% é de médio porte com faturamento de igual ou menor que seis milhões anuais, e 57,14% é considerada de pequeno porte e com faturamento entre trezentos e sessenta mil e três milhões e seiscentos mil, onde todas as empresas de pequeno porte são empresas de panificação.

Quanto à Previsão de Demanda, foi diagnosticado que 85,71% das organizações fazem algum tipo de Previsão de Demanda de forma sistemática e estruturada, porém, 14,29% não fazem, por acreditar que seu mercado atuante está estável, e a experiência adquirida ao longo do tempo seja suficiente para lidar com as adversidades.

A Figura 3.2 mostra qual o horizonte de previsão normalmente considerado pelas empresas em suas previsões, ou seja, 29% realiza suas previsões com uma frequência mensal com o intuito de obter a demanda mensal, 14% consideram seu horizonte semanal, e 57% realiza a previsão diariamente. Este grupo de empresas, que realiza a previsão diariamente, são as de panificação, que devido seu principal produto ser o pão, que é um

alimento perecível de alto consumo, de tradição para a população, em que o consumidor final tem contato direto com o fabricante, faz com que seja um produto com alto grau de exigência, se tornando assim necessário que haja sua previsão diária, baseado no que foi consumido no dia anterior.



Figura 3.2: Horizontes de previsão considerados

Apenas 28,57% das empresas utilizam métodos estatísticos em suas previsões, onde os métodos utilizados variam de decomposições de séries temporais, média móvel simples e ponderada. Tais empresas utilizam softwares como o *Protheus* e o *SGCWin*, e acreditam que a utilização de métodos estatísticos ajuda a obter números mais consistentes e precisos, que faz com que os erros sejam minimizados. Já para 57,14% das empresas, que não utilizam de métodos estatísticos, acreditam que os métodos estatísticos podem trazer melhorias, contudo, alegam que a custo de contratar uma pessoa especializada para tal função seria elevado, e para 14,28% a experiência na área de atuação supre as necessidades de um modelo estatístico.

Para os métodos qualitativos, foi identificado que, 85,71% das organizações os utilizam, no entanto, apenas 16,67% os utilizam sabendo o que estão usando, métodos como opiniões de especialistas, pesquisas de mercado e brainstorming são utilizados. Os outros 83,33% utilizam métodos qualitativos de forma empírica, onde realizam pesquisas de opinião com os clientes informalmente, e usam da experiência de gestores que a muito estão no mercado.

As técnicas utilizadas para se identificar o erro de previsão podem ser vistas na Figura 3.3. Percebe-se que 57% das organizações mensuram seus erros de forma empírica, por meio de observações feitas ao final de suas vendas, observando o que deixou de ser vendido por falta de produto ou por excesso de demanda.

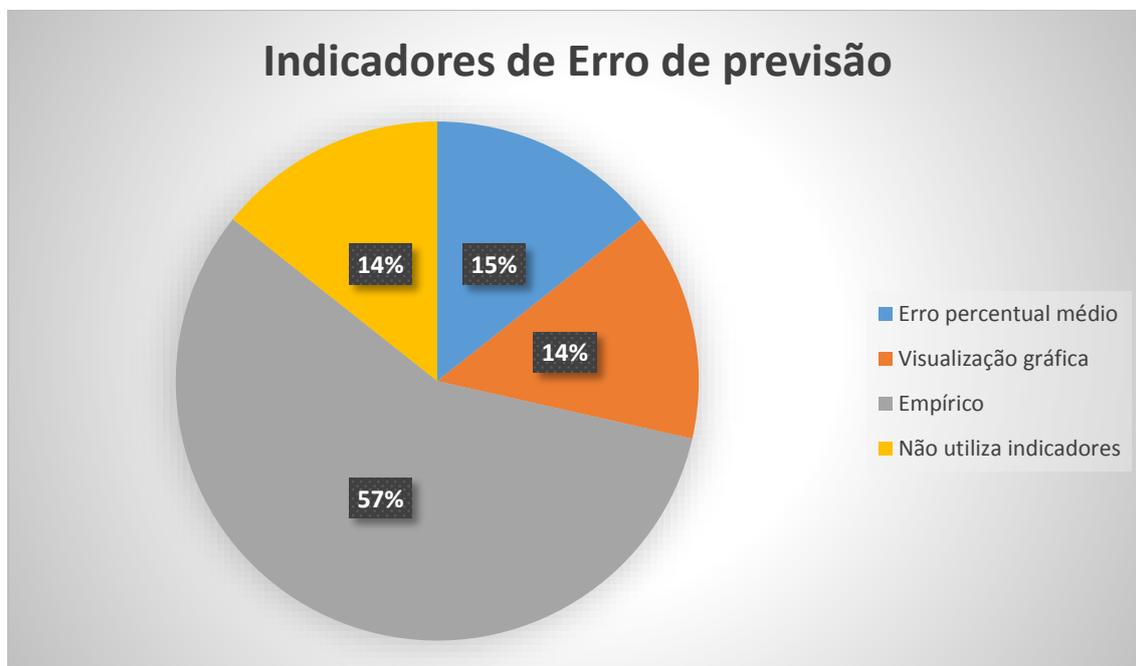


Figura 3.3: Indicadores de Erro de Previsão

Quanto a sazonalidade, 85,71% das empresas consideram que possuem produtos sazonais, onde 57,14% afirmam que as festividades de final de ano melhoram as vendas, 71,43% melhoram suas vendas nas festas juninas, devido ao fato da cidade de Caruaru ser conhecida pela sua grande festa. Para 28,57% das empresas as épocas de férias escolares, faz com que haja aumento em determinados produtos voltados para as crianças, como também, 42,86% identificou que após as festas de final de ano há um aumento nos produtos que contem mais fibra em sua composição, que são produtos, considerados mais magros, e são consumidos nessa época como forma de compensar o consumo em demasia de alimentos gordurosos que acontecem nas festividades.

4 Estudo de Caso

De acordo com Miguel *et al* (2011), o estudo de caso é um estudo conduzido de forma empírica, buscando investigar um determinado fenômeno inserido em um contexto real, através da análises que gerem um conhecimento mais aprofundado sobre o fenômeno estudado.

O presente estudo de caso de previsão de demanda tem como objetivo comparar o método de previsão utilizado pela empresa estudada, os modelos *Holt-Winters* multiplicativo e aditivo, e a demanda real, de dois produtos que apresentam maior demanda, e geram maior retorno para empresa. Os modelos *Holt-Winters* aditivo e multiplicativo serão utilizados, pois, de acordo com Pellegrini (2000) os modelos podem ser usados de maneira satisfatória para dados de demandas que apresentam tendência linear e componente de sazonalidade, de forma que seus padrões cíclicos são repetidos em períodos constantes. E como forma de avaliação dos métodos, as estimativas de erro utilizadas serão: o Desvio Médio Absoluto (MAD) e o Erro Percentual Médio Absoluto (MAPE). Onde, o aceitável para verificar a adequação dos modelos, será obter um MAPE menor que 5%.

Os dados utilizados para estudo de caso, como os dados da empresa e os dados históricos de 2012 a 2014, e a previsão da empresa para o ano de 2014, foram coletados na entrevista semi-estruturada da pesquisa *survey*. Para facilitar os cálculos oriundos dos métodos de previsão, foram utilizados o *software Microsoft Office Excel 2013* e a ferramenta *CBPredictor* do *Cristal Ball Trial Edition* que é um suplemento do *Microsoft Office Excel*.

4.1 Descrição da empresa

A empresa objeto do estudo de caso, que no estudo será denominada Empresa X, é uma organização de grande porte localizada no Agreste pernambucano, e atuante em grande parte do Nordeste do Brasil, foi fundada a mais de 40 anos e possui mais de 600 colaboradores. A Empresa X atua no segmento alimentício produzindo massas, biscoitos e café, onde, detêm um mix de produtos com mais de 90 produtos, e anualmente vende mais de 40.000 toneladas de alimentos.

O estudo de previsão de demanda será feito em relação a dois produtos da Empresa X, o biscoito Coquinho e a bolacha Cream Cracker Tradicional, que são os produtos mais vendidos pela empresa, onde anualmente, chegam a vender mais de 1.900 toneladas cada.

Logo, devido ao alto número de vendas são os produtos que geram mais retorno para a organização. Então, pelo fato de serem os produtos mais importantes, os estudos acerca de suas demandas necessitam serem mais precisos. Os dois produtos apresentam comportamento de demanda semelhante ao longo dos anos como pode ser visto nas Figuras 4.1 para o Coquinho e na Figura 4.2 para a Cream Cracker Tradicional, ou seja identificando-se padrões cíclicos a cada período de 12 meses. Nota-se que os pontos máximos de demanda acontecem após as festas juninas, já nos períodos das festas de fim de ano é onde há maior queda nas demandas, contudo como são produtos de caráter popular seu consumo continua alto quando comparado a outros produtos da Empresa X.

A Empresa X, realiza suas previsões com base nos planos de vendas, ou seja, metas de vendas, em dados históricos, clientes entrantes e opiniões dos componentes da alta direção. Logo, a previsão é realizada anualmente e ajustes são feitos mensalmente a demanda prevista. A empresa utiliza métodos estatísticos, como a Decomposição de Séries e os métodos de Média Móvel Simples e Média Móvel Ponderada, para se chegar a previsão, e utiliza como ferramenta de suporte o *software Protheus*. Foi verificado que a Empresa X, tem tido alguns problemas devido as suas previsões atuais, pois, encontra-se dificuldades em atender o plano de vendas e o plano de produção, e dificuldades em relação ao estoque de segurança que por vezes excede seu volume estimado de sete dias, e gerando problemas devido ao espaço físico ocupado.

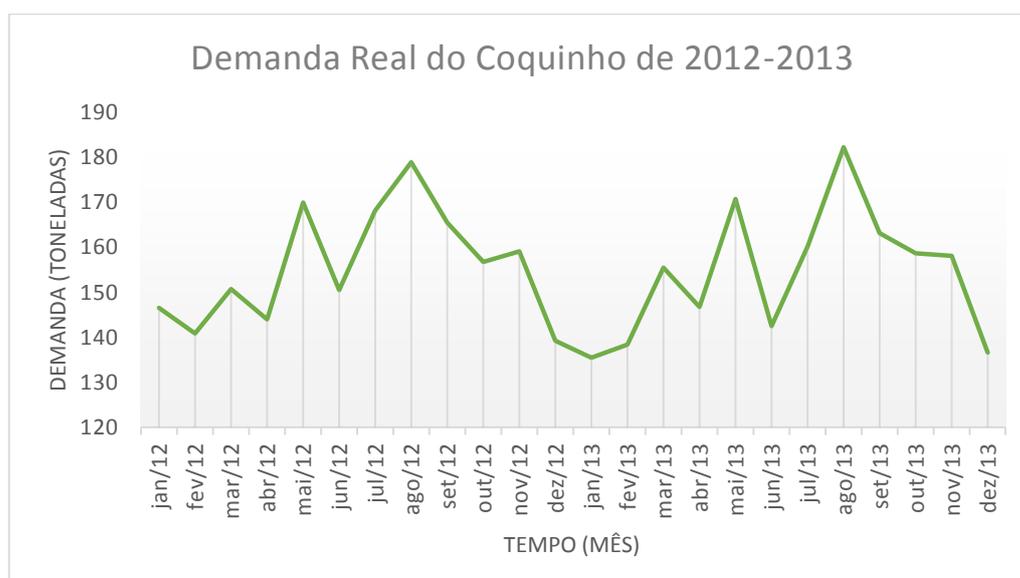


Figura 4.1: Demanda Real do Coquinho de 2012-2013

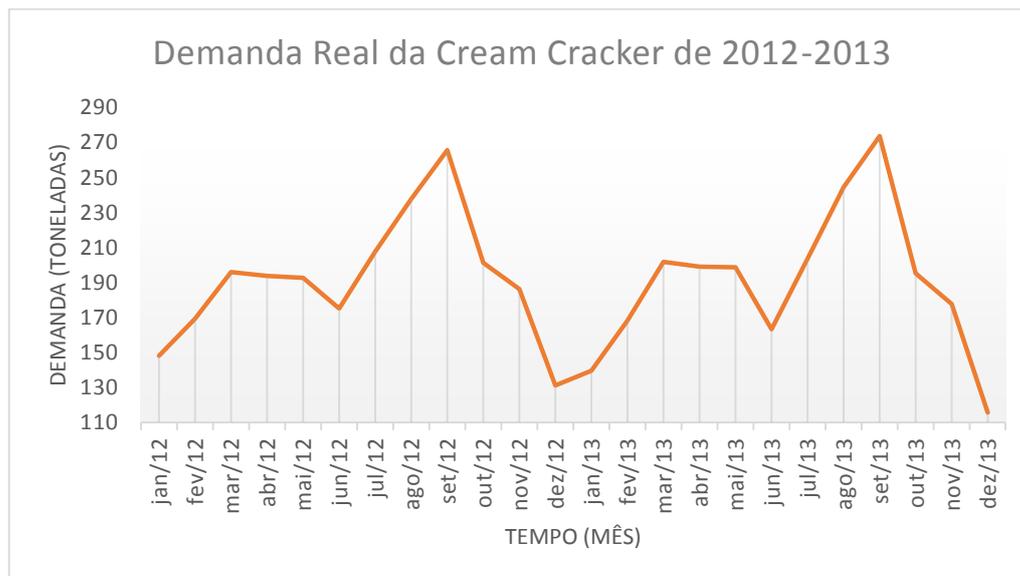


Figura 4.2: Demanda Real da Cream Cracker de 2012-2013

4.2 Aplicação dos Modelos de Regressão

A partir dos dados adquiridos junto a Empresa X, acerca das demandas do biscoito Coquinho e da bolacha Cream Cracker Tradicional, dos anos de 2012 e 2013, foram aplicados os modelos *Holt-Winters* aditivo e multiplicativo para se gerar as previsões para os anos de 2013 e 2014, onde a previsão de 2013 foi feita para verificar o quanto os modelos *Holt-Winters* se adequam as características das demandas dos produtos selecionados, e a previsão de 2014 para se comparar com a previsão gerada pela Empresa X, e com os dados da demanda real. Foram utilizados os dados históricos de 2012 e 2013 na previsão para se projetar os anos de 2013 e de 2014, para que fosse possível identificar as características cíclicas dos produtos. As constantes de suavização Alfa (α), Beta (β) e Gama (γ) foram definidas pelo *software* utilizado.

Ao se comparar as previsões realizadas pelos modelos com a demanda real do Coquinho, para o ano de 2013, podemos ver, como na Figura 4.3, que os modelos aditivos e multiplicativos resultaram em uma diferença muito pequena em seu resultado, pois, as linhas de suas previsões estão praticamente sobrepostas, onde tal diferença é na ordem 0,01% para o MAPE e de 0,01 para o MAD, como pode ser visto na Tabela 4.1. Os dois modelos se adequaram bem as características da demanda do produto, obtendo um MAPE abaixo de 5%.

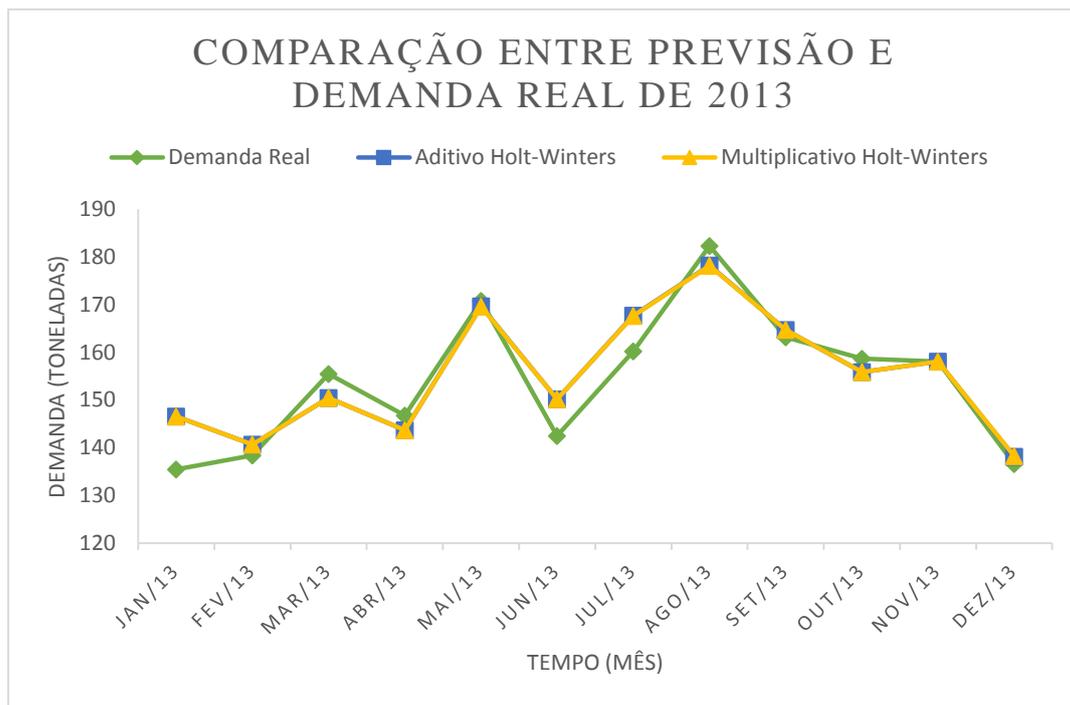


Figura 4.3: Comparação entre previsão e demanda real de 2013 (Coquinho)

Tabela 4.1: Medidas dos erros para 2013 (Coquinho)

	MAD	MAPE
Aditivo Holt-Winters	3,98	2,67%
Multiplicativo Holt-Winters	3,99	2,68%

A comparação para o ano de 2013 da Cream Cracker Tradicional pode ser vista na Figura 4.4. Semelhante ao resultado para o Coquinho, a previsão do modelo aditivo obteve melhor desempenho que o modelo multiplicativo, contudo, apresenta uma diferença mais relevante entre as medidas de erro, como pode ser identificado na Tabela 4.2, o MAPE para o modelo aditivo é de 4,09% e o MAD é de 7.15, resultados menores que os 4,25% e 7,29 respectivos MAPE e MAD do modelo multiplicativo *Holt-Winters*. O que mostra que apesar do resultado satisfatório, com MAPE abaixo de 5%, os modelos Holt-Winters se adequaram menos para a Cream Cracker Tradicional do que para o Coquinho.

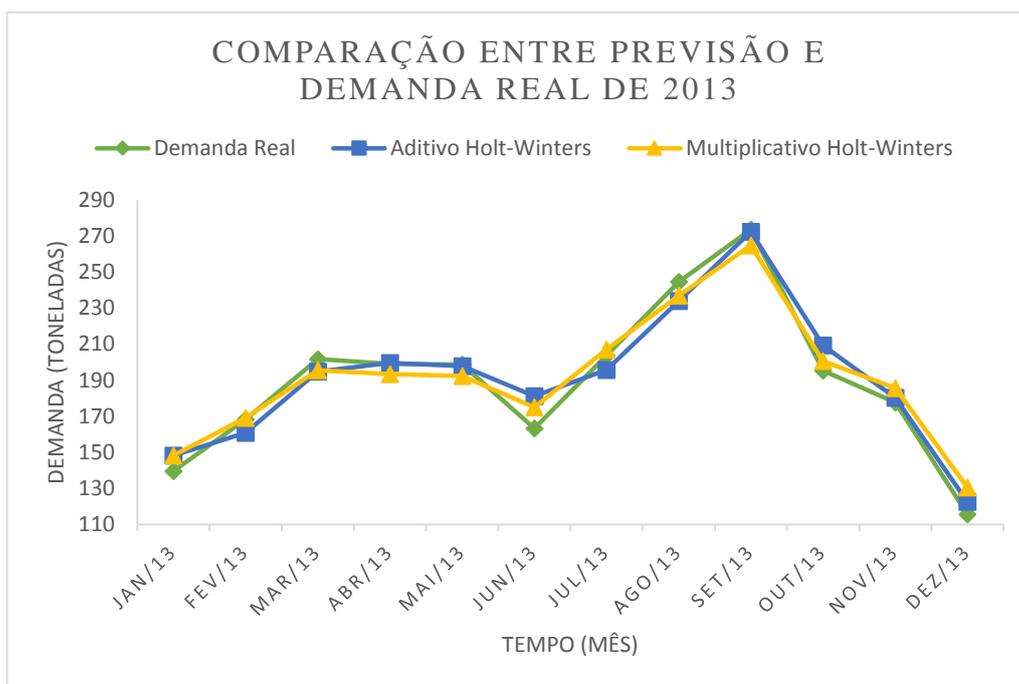


Figura 4.4: Comparação entre previsão e demanda real de 2013 (Cream Cracker)

Tabela 4.2: Medidas dos erros para 2013 (Cream Cracker)

	MAD	MAPE
Aditivo Holt-Winters	7,15	4,09%
Multiplicativo Holt-Winters	7,29	4,25%

Para o ano de 2014 foram comparados os modelos aditivo e multiplicativo de *Holt-Winters*, baseados nas demandas reais de 2012 e 2013, a previsão realizada pela Empresa X e a demanda real de 2014, como pode ser visto na Figura 4.5 para o biscoito Coquinho e na Figura 4.6 para a Cream Cracker Tradicional. Analogamente à previsão de 2013, os modelos *Holt-Winters* apresentam resultados bastante satisfatórios para o Coquinho, onde o modelo multiplicativo obteve melhor resultados como pode ser visto através das medidas de erros da Tabela 4.3, nota-se que a previsão da organização não obteve o mesmo êxito dos modelos *Holt-Winters*, possuindo um MAPE de 7,52% e MAD 12,43, sendo maior que os dos outros modelos. A previsão da empresa por muitas vezes tem uma previsão maior que a demanda real, o que faz com que haja aumento de estoque, que acarreta em maior custo de manutenção do produto em estoque, e aumenta a necessidade de utilização de espaço físico. Vale salientar que houve um grande aumento nas demandas reais dos meses de junho e julho, onde ocorreu uma grande defasagem dos métodos de previsão.

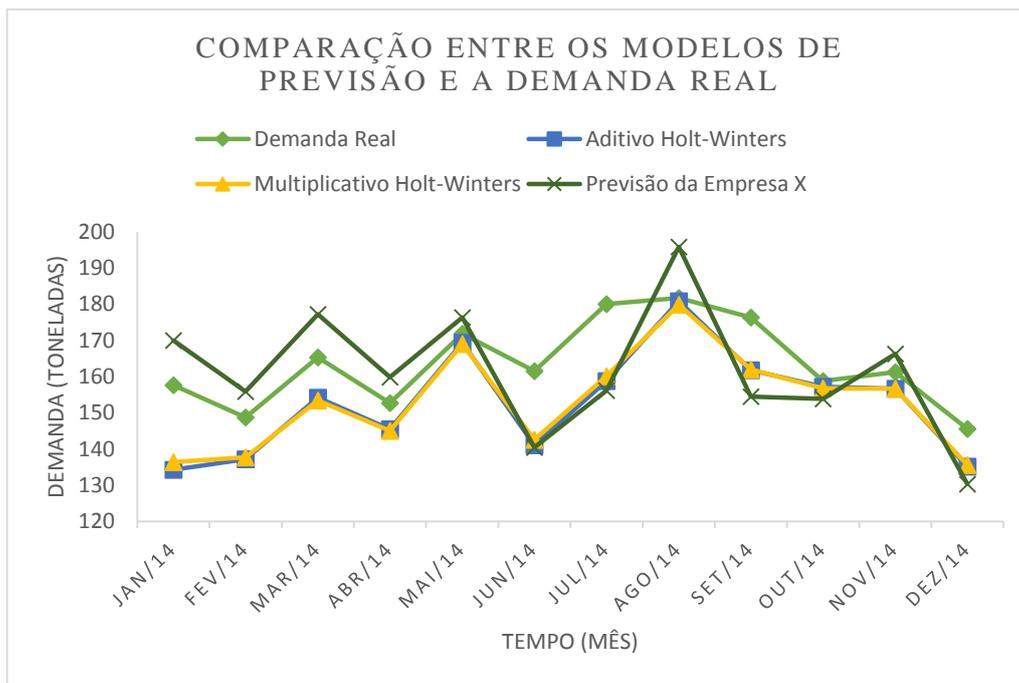


Figura 4.5: Comparação entre os modelos de previsão e a demanda real de 2014 (Coquinho)

Tabela 4.3: Medidas dos erros para 2014 (Coquinho)

	MAD	MAPE
Aditivo Holt-Winters	10,80	6,65%
Multiplicativo Holt-Winters	10,55	6,48%
Previsão da Empresa X	12,43	7,52%

A respeito da Cream Cracker Tradicional, o modelo que teve melhor desempenho foi o Holt-Winters multiplicativo. Entretanto, não se obteve um resultado tão satisfatório quando em comparação com o resultado do método para o biscoito Coquinho, isso se dá, devido ao aumento além do esperado da demanda, o que acabou por gerar um aumento nos valores de MAPE e do MAD, como visto na Tabela 4.4. O método utilizado pela organização mostrou ter uma maior precisão do que modelo aditivo, mostrando que todo método é cercado de incertezas, e que os ajustes feitos de forma qualitativa podem reagir bem a mudanças na demanda.

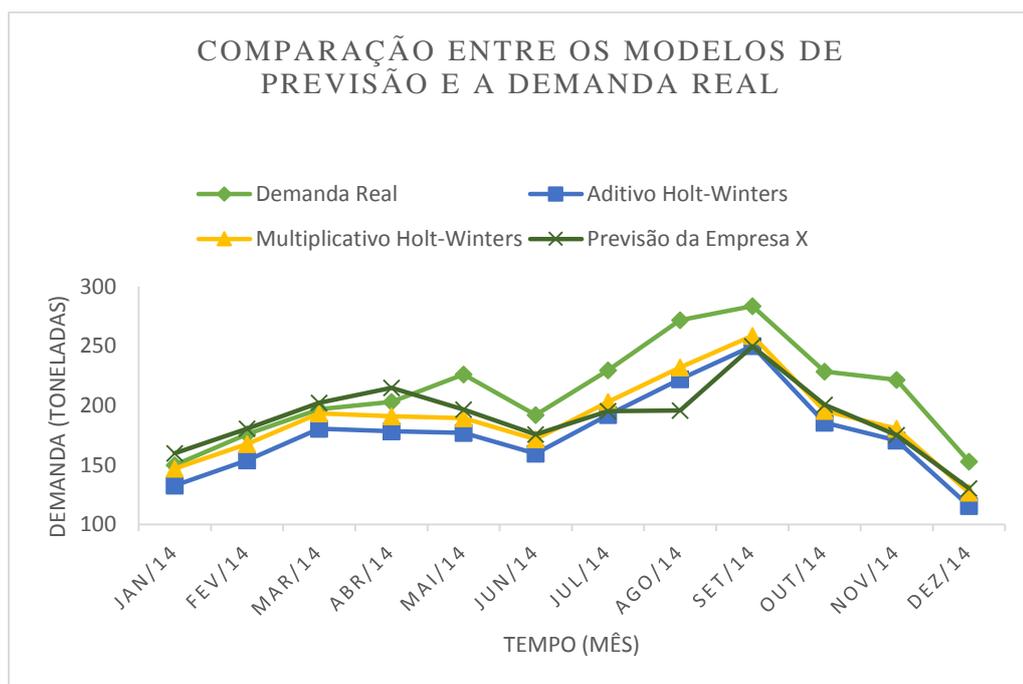


Figura 4.6: Comparação entre os modelos de previsão e a demanda real de 2014 (cream cracker)

Tabela 4.4: Tabela 4.3: Medidas dos erros para 2014 (Cream Cracker)

	MAD	MAPE
Aditivo Holt-Winters	34,54	16,33%
Multiplicativo Holt-Winters	23,02	10,55%
Previsão da Empresa X	26,55	11,83%

4.3 Análise dos resultados

Os modelos Holt-Winters, tanto aditivo quanto multiplicativo, colheram frutos satisfatórios em sua adequação as características da demanda do biscoito Coquinho, obtendo resultados coerentes com esperado, dado que são métodos que se adequam a padrões cíclicos em períodos constantes.

Quanto a demanda da Cream Cracker Tradicional, os modelos se adequaram bem, porém, não alcançaram o mesmo êxito que alcançaram quando aplicados a demanda do Coquinho. Devido ao fato da demanda da Cream Cracker Tradicional ser mais tendenciosa do que sazonal, ou seja, seu ciclo sazonal é mais comedido, destacando assim o efeito tendência da demanda. Esse efeito tendência não foi identificado na comparação entre a previsão de 2013 com a demanda de 2013, pois, os dados reais de 2013 foram

utilizados como base para a previsão, entretanto, foi percebido para o ano de 2014 dado a disparidade entre a demanda real e a previsão, onde para se obter uma previsão mais precisa, seria necessário alterar as constantes de suavização dando mais ênfase a constante Beta (β) que é a responsável por suavizar a tendência da previsão.

Na comparação entre os modelos e a demanda real para o ano de 2013 dos dois produtos, nota-se que o modelo aditivo se adequou melhor que o modelo multiplicativo, fato que não se manteve para comparação com o ano de 2014, onde o modelo multiplicativo teve melhor desempenho. Isso acontece, porque ocorrem variações na amplitude dos ciclos sazonais de 2013 para 2014, e o modelo sazonal multiplicativo obtém melhores resultados para amplitudes do ciclo sazonal que variam com o passar do tempo.

Por fim, os resultados obtidos foram apresentados aos responsáveis pelas previsões da Empresa X, porém, nenhuma decisão acerca do uso dos modelos foi tomada até então.

5 Considerações Finais

A utilização de métodos de Previsão de Demanda pelas empresas demonstra a preocupação das mesmas com o planejamento e otimização dos processos, sendo assim um processo essencial para tomada de decisão nas organizações. Entretanto, para se obter previsões precisas é necessário ter dados confiáveis, realizar controle e monitoramento das previsões, qualificar pessoas, investir em tecnologia, capacidade de melhorar e aperfeiçoar processos, entre outros, tornando-se assim, necessário o conhecimento acerca do estado atual da organização e o que a empresa estaria disposta a investir, para obter previsões mais precisas.

Então, a partir do objetivo de se realizar um estudo acerca da previsão de demanda em uma organização produtora de alimentos, o trabalho desenvolvido teve início com pesquisa literária sobre previsão de demanda, seguida do levantamento de dados para criação de um diagnóstico, para se saber como as empresas produtoras de alimentos da cidade de Caruaru se comportam em relação a previsão de demanda. De acordo os dados obtidos na elaboração do diagnóstico, foi identificado que apenas 28,57% das empresas participantes utilizam de métodos estatísticos para realizar a sua previsão, a partir disto, a Empresa X foi selecionada, por realizar suas previsões de forma mais estruturada, com o objetivo se comparar as previsões dos produtos mais significativos para organização. Essa comparação foi feita com as previsões oriundas do método utilizado pela empresa, do método estatístico que fosse adequado para as características da demanda, que no caso em questão foi o modelo *Holt-Winters*, e a demanda real dos produtos.

Os modelos *Holt-Winters* aditivo e multiplicativo foram utilizados, devido aos padrões cíclicos identificados nos dados históricos das demandas dos produtos escolhidos. Onde, os resultados dos modelos foram satisfatórios, pois, apresentaram baixos valores para os erros de previsão utilizados (MAPE e MAD) e obtendo melhores resultados que o método de previsão utilizado pela Empresa X. Entretanto, na comparação do ano de 2014 para o produto Cream Cracker Tradicional, resultou, que o método utilizado pela empresa teve desempenho superior ao modelo aditivo *Holt-Winters*.

Isso aconteceu devido à combinação do efeito tendência da demanda da Cream Cracker Tradicional, juntamente com as limitações do modelo aditivo. O modelo aditivo tem melhor desempenho quando a amplitude da variação sazonal se mantém constante, então como a previsão de 2014 foi baseada nos anos de 2012 e 2013 que foram anos com amplitudes sazonais semelhantes, seu resultado para previsão 2014 foi análogo se

mantendo coerente com seus dados históricos, e como na demanda real de 2014 a amplitude sazonal variou mais e o modelo não se adequou tão bem. Quanto ao efeito tendência, não foi possível identifica-lo utilizando o horizonte de dados de 2012 e 2013, acarretando que a constante de suavização Gama (γ), que é responsável por suavizar a sazonalidade, teve maior importância que a constante de suavização Beta (β). Um horizonte de dados mais abrangente seria necessário para se identificar a tendência na aplicação do modelo aditivo *Holt-Winters*. A Empresa X obteve melhor resultado que o modelo aditivo, devido ao conhecimento prévio da demanda, de forma a ajustá-la por meio de técnicas qualitativas.

Isso mostra que nenhum modelo é superior a outro, e que por se tratar de previsão o erro sempre estará presente. Pois, fatores como instabilidade do mercado, promoções, ações dos concorrentes, podem afetar as vendas, fazendo com que os valores sejam bastante diferentes do esperado. Portanto, cada caso de previsão deve ser analisado de forma particular, dando devida importância ao mercado em que se atua, a fim de verificar qual, entre os diversos modelos de Previsão de Demanda existentes, melhor se adequará a modelagem dos dados históricos e as informações intrínsecas da demanda.

A realização do estudo abre portas para se dar continuidade a aplicação de modelos de previsão, aos demais produtos da Empresa X, pois, os resultados obtidos foram satisfatórios, mostrando que os modelos *Holt-Winters* tem grande adaptabilidade ao tipo de demanda característica da organização.

REFERÊNCIAS

- ABID, Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. **A Força do Setor de Alimentos**, São Paulo. São Paulo, 2013.
- AFONSO, M. W.; MOREIRA, R. M. F.; NOVAES, M. L. O. **Aplicação De Modelos De Previsão De Demanda Em Uma Farmácia Hospitalar**, Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção, V. 11, N. 4, 2011.
- BAKARI, H. R.; CHAMALWA, H. A.; MOHAMMED, A. D. **Time Series Analysis Model for Production and Utilization of Gas: A Case Study of Nigeria National Petroleum Corporation “Nnpc”**, IOSR Journals of Mathematics, V. 9, 2013.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- CÂNDIDO, G. A. **Fatores Críticos de Sucesso no Processo de Formação, Desenvolvimento e Manutenção de Redes Interorganizacionais do tipo Agrupamentos Industriais PME's: um estudo comparativo de experiências brasileiras**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
- CARMO, B. B. T.; PONTES, H. L. J.; ALBERTIN, M. R.; BARROS, J. F. N; DUTRA, N. G. S. **Avaliação Da Demanda Por Biodiesel Em Função De Um Modelo De Previsão De Demanda Por Diesel**, Revista Produção Online, V. 9, N. 3, 2009.
- CASTRO, J. B.; MONTINI, A. A. **Previsão Do Consumo Residencial De Energia Elétrica No Brasil: Aplicação Do Modelo Arx**, Future Studies Research Journal, V. 2, N. 2, 2010.
- CONSUL, F. B.; WERNER, L. **Avaliação De Técnicas De Previsão De Demanda Utilizadas Por Um Software De Gerenciamento De Estoques No Setor Farmacêutico**, In: XXX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, 2010.

- DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- KALCHSCHMIDT, M.; DANESE, P. **The role of the forecasting process in improving forecast accuracy and operational performance**, International Journal of Production Economics, V. 131, 2010.
- KALCHSCHMIDT, M. **Best practices in demand forecasting: Tests of universalistic, contingency and configurational theories**, International Journal of Production Economics, V. 140, 2012.
- KASZNAR, I. K.; GONÇALVES, B. M. L., **Regressão múltipla: uma digressão sobre seus usos**. Rio de Janeiro: – Institutional Business Consultoria Internacional – IBCI, sd. Disponível em: http://www.ibci.com.br/Regressao_Multipla.pdf. Acesso em 14/12/2014.
- KRAJEWSKI, L.; RITSMAN, L.; MALHOTRA, M; **Administração da Produção e Operações**. 8ª ed. São Paulo: PEARSON, 2009.
- KUO, R. J.; XUE, K. C. **Fuzzy neural networks with application to sales forecasting**. Fuzzy Sets and Systems, V. 108, 1999.
- MAKRIDAKIS, S.; HEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting: methods and application**. 3ª ed, New York: John Wiley & Sons, 1998.
- MARTINS, V. L. M.; BELLEZA, M. R.; WERNER, L. **Demanda Turística Na Copa Do Mundo No Brasil Em 2014: Uma Previsão Usando Combinação De Previsões E Ajuste Matemático**, In: XIV SIMPOI - Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, São Paulo, 2011.
- MIGUEL, P. A. C.; *et al.* **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2ª ed, Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- MONTGOMERY, D.C.; JENNINGS, C. L.; KULAHCI, M. **Introduction to Time Series Analysis and Forecasting**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

- MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2006.
- MOSTARD, J.; TEUNTER, R.; KOSTER, R. **Forecasting demand for single-period products: A case study in the apparel industry**, European Journal of Operational Research, V. 211, 2010.
- NEUMANN, D.; SANTA-EULALIA, L. A.; YOSHINO, R. T.; KLASSEN, J. **Um novo modelo de previsão de demanda para inovações radicais**, Production Journal, V.24, N.3, 2014.
- PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para Implementação de Sistemas de Previsão de Demanda**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- SANTIAGO, F. S.; MATTOS, R. S.; PEROBELLI, F. S. **Um modelo integrado econométrico+insumo-produto para previsão de longo prazo da demanda de combustíveis no Brasil**, Nova Economia, V.23, N3, 2011.
- SPANHOL, C. P.; BENITES, A. T.; NETO, L. F. F. **Modelo de Previsões de Holt - Winters Aplicado ao Índice de Faturamento Real do Comércio Varejista de Alimentos da RMSP**. In: XI Simpósio De Engenharia De Produção, Bauru, 2004.
- THOMASSEY, S. **Sales forecasts in clothing industry: The key success factor of the supply chain management**, International Journal of Production Economics, V. 128, 2010.
- TUBINO, D., FERRARI, **Manual de Planejamento e Controle da Produção**, 2ª ed. São Paulo, Atlas, 2000.
- VAITKUS, V.; ZYLIUS, G.; MASKELIUNAS, R. **Electrical Spare Parts Demand Forecasting**, Eletrônica e Engenharia Elétrica (Elektronika Ir Elektrotechnika), V. 20, N. 10, 2014.

VEIGA, C. P.; VEIGA, C. R. P.; DUCLÓS, L. C. **A Acuracidade Dos Modelos De Previsão De Demanda Como Fator Crítico Para O Desempenho Financeiro Na Indústria De Alimentos**, Future Studies Research Journal, V. 2, N. 2, 2010.

VEIGA, C. P.; VEIGA, C. R. P.; CATAPAN, A.; TORTATO, U.; SILVA, W. V. **Previsão De Demanda No Varejo Alimentício Como Ferramenta Estratégica De Sustentabilidade Em Uma Pequena Empresa Brasileira**, Future Studies Research Journal, V. 5, N. 2, 2013.

VENKATESH, K.; RAVI, V.; PRINZIE, A.; POEL, D. V., **Cash demand forecasting in ATMs by clustering and neural network**, European Journal of Operational Research, V. 232, 2014.

WERNER, L. **Um Modelo Composto para Realizar Previsão de Demanda Através da Integração da Combinação e de Previsões e Ajuste Baseado na Opinião**. Tese de Doutorado, Programa de Pos-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

APÊNDICE A

Questionário

Este questionário tem como intuito fazer um levantamento de informações acerca de como é feita a previsão de demanda em diversas empresas de segmentos variados, a fim de se realizar um diagnóstico da situação atual da mesma. Vale ressaltar que os dados referentes às empresas serão mantidos em sigilo e só serão divulgados mediante autorização.

Organização

- 1) Nome da organização:
- 2) Há quanto tempo a empresa está atuando no mercado?
 - () Menos de 1 ano
 - () Mais de 1 a 5 anos
 - () Mais de 5 a 10 anos
 - () Mais de 10 a 15 anos
 - () Mais de 15 a 20 anos
 - () Acima de 20 anos
- 3) Quais os principais produtos que a empresa oferece?
- 4) Qual o número de colaboradores que a organização possui?
 - Efetivos:
 - Terceirizados:
- 5) Em qual grupo a organização se adequa de acordo com porte e faturamento anual*:
 - () Grupo I – Grande porte, com faturamento superior a R\$ 50.000.000
 - () Grupo II - Grande porte, com faturamento igual ou inferior a R\$ 50.000.000,00 e superior a R\$ 20.000.000,00
 - () Grupo III - Média Igual ou inferior a R\$ 20.000.000,00 e superior a R\$ 6.000.000,00
 - () Grupo IV - Média Igual ou inferior a R\$ 6.000.000,00

Pequena Igual ou inferior a R\$ 3.600.000,00 e superior a R\$ 360.000,00

Microempresa Igual ou inferior a R\$ 360.000,00

*Pergunta baseada na Medida Provisória nº 2.190-34 de 23 de agosto de 2001, e na Lei Complementar nº 139 de 10 de novembro de 2011.

Entrevistado

1) Qual o nível de escolaridade

Fundamental

Médio

Técnico

Superior

Mestrado

Doutorado

Se Técnico superior, mestrado ou doutorado qual a formação?

2) Qual o cargo exerce dentro da organização?

3) Quanto tempo está trabalhando na empresa?

Previsão de Demanda

1) A empresa faz previsões de demanda de seus produtos/serviços de forma sistemática e estruturada? Sim Não

Como são feitas as previsões de demanda na empresa?

2) Com que frequência é realizada a previsão de demanda?

Quinzenal Mensal Bimestral Semestral Outra:

3) As previsões obtidas são de demandas:

Quinzenal Mensal Bimestral Semestral Outra:

4) Qual o horizonte de previsão normalmente considerado?

Quinzenal Mensal Bimestral Semestral Outra:

5) São utilizados Métodos estatísticos de previsão de demanda?

Sim Não

Por quê?

6) Dentre os métodos abaixo, quais são conhecidos? São efetivamente utilizados?

Regressão Linear Simples Sim Não

Regressão Linear Múltipla Sim Não

Decomposição de Séries Temporais Sim Não

Média Móvel Simples Sim Não

Média Móvel Ponderada Sim Não

Média Móvel Exponencial Ponderada de 1ª Ordem Sim Não

Média Móvel Exponencial Ponderada de 2ª Ordem Sim Não

Modelos Qualitativos baseados em consenso Sim Não

Outros Modelos: Sim Não

7) Quais as dificuldades na utilização de Modelos Estatísticos na Previsão de Demanda?

8) Algum Software para previsão de demanda é utilizado?

Sim Não

Qual? Quando foi implantado? Quais razões que levaram à aquisição deste software?

9) Quais os indicadores de erro de previsão utilizados?

Erro Médio Erro Percentual Médio

Erro Absoluto Médio Erro Absoluto Percentual Médio

Erro Quadrático Médio Visualização Gráfica

Outros:

10) A Empresa acredita que modelos de otimização e técnicas estatísticas podem contribuir para melhoria do processo de planejamento da produção em sua empresa? Por quê?

11) Existem produtos com característica de demanda sazonal?

() Sim () Não

Qual(is)? Qual o período de sazonalidade? Como é feito para se saber o quanto se irá produzir desse(s) item(s)?