

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO SOCIOECONÔMICO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO**

Larissa Otto

**UMA ANÁLISE DE MODELOS DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL E SUA
APLICABILIDADE À PREVISÃO DE DEMANDA NA ÓTICA DA
ADMINISTRAÇÃO**

Florianópolis

2017

Larissa Otto

**UMA ANÁLISE DE MODELOS DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL E SUA
APLICABILIDADE À PREVISÃO DE DEMANDA NA ÓTICA DA
ADMINISTRAÇÃO**

Trabalho de Curso apresentado à disciplina CAD 7305 como
requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina.
Enfoque: Monográfico
Área de concentração: Administração da Produção
Orientador: Prof. Dr. Rolf Hermann Erdmann
Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Menezes Reis

Florianópolis

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

OTTO, Larissa

UMA ANÁLISE DE MODELOS DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL E SUA APLICABILIDADE À PREVISÃO DE DEMANDA NA ÓTICA DA ADMINISTRAÇÃO / Larissa OTTO ; orientador, Rolf Hermann ERDMANN, coorientador, Marcelo Menezes REIS, 2017.

64 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio Econômico, Graduação em Administração, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Administração. 2. Suavização exponencial. 3. Previsão de demanda. 4. Pequena e média empresa. I. ERDMANN, Rolf Hermann . II. REIS, Marcelo Menezes . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Administração. IV. Título.

Larissa Otto

**UMA ANÁLISE DE MODELOS DE SUA VIZACÃO EXPONENCIAL E SUA
APLICABILIDADE À PREVISÃO DE DEMANDA NA ÓTICA DA
ADMINISTRAÇÃO**

Este Trabalho de Curso foi julgado adequado e aprovado na sua forma final pela Coordenadoria Trabalho de Cuso do Departamento de Ciências da Administração da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, __ de novembro de 2017.

Prof. Martin de La Martinière Petroll, Dr.
Coordenador de Trabalho de Curso

Avaliadores:

Profª. Rolf Hermann Erdmann, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. _____, Dr.
Avaliadora
Universidade _____

Prof. _____, Dr.
Avaliador
Universidade _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de estar concluindo este curso. Aos meus pais, Amauri Sebastião Otto e Valéria Clarice Braun Otto, a minha irmã, Isabela Otto e ao meu namorado, Guilherme Figueiredo Brito, por todo apoio, paciência, amor e carinho que tiveram comigo para que eu chegasse até aqui.

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Rolf Hermann Erdmann, por todo auxílio e apoio prestado ao longo desta trajetória. Agradeço ao meu co-orientador, professor Dr. Marcelo Menezes Reis, que me ensinou e esteve a todo momento disponível para me ajudar. E agradeço, também, ao professor Dr. Eduardo Lobo, que me orientou no início deste trabalho, muito obrigada!

Cumprimento toda a minha família, colegas, professores e amigos que contribuíram de alguma forma no desenvolvimento desse trabalho, e meu, como profissional. Em especial, agradeço o apoio das minhas amigas Bruna Nóbrega e Camilla Fernandes, que estiveram comigo durante toda a graduação.

Sem vocês, nada disso seria possível. Minha mais sincera gratidão!

“Most people don't plan to fail: they fail to plan.”

(John L. Beckley)

RESUMO

Esta monografia teve como objetivo analisar os modelos de suavização exponencial aplicados à previsão de demanda e seu potencial na gestão das pequenas e médias empresas. A relevância do tema é confirmada pela escassez de pesquisas acerca do tema e considerada a importância em se fazer uma previsão de demanda. A previsão de demanda pode atuar como auxiliar no planejamento de uma empresa, pois seus resultados baseiam as decisões das áreas de produção, estoques, marketing, recursos humanos, vendas e outros. Os modelos de suavização exponencial podem ser uma boa opção para pequenas e médias empresas fazerem uma previsão de demanda, pois são modelos simples, de fácil cálculo, que não necessitam de um *software* específico ou de muitos dados para fazer a previsão e que, se bem aplicados, apresentam boa acuracidade. Foi desenvolvida a explicitação dos modelos de suavização exponencial, utilizando a série histórica de vendas de cartucho de tinta para impressora da marca HP, número 21, cor preta. As vendas ocorreram em uma empresa de pequeno porte. A série histórica não foi objeto de estudo de caso e foi utilizada apenas para ilustrar e explicitar os modelos. Os modelos de suavização exponencial foram comparados entre si, analisando-se as vantagens e desvantagens no uso de cada um dos modelos: suavização exponencial como um processo constante, tendo como vantagem a simplicidade e desvantagem a não observação de tendência linear e influência sazonal; modelo de Holt, tendo como vantagem a observação de tendência linear e desvantagem a desconsideração da sazonalidade; e modelos de Holt-Winters, tendo como vantagem a observação de tendência linear e influência sazonal e desvantagem uma maior complexidade no cálculo. Cabe destacar, ainda, que os modelos de Holt-Winters são divididos em sazonal aditivo e sazonal multiplicativo, sendo que a diferença entre eles é que o primeiro considera que a amplitude sazonal permanece constante em função do tempo e o segundo considera que essa amplitude varia em função do tempo. Por fim, foi proposto um *framework* para apoiar a decisão do gestor de pequena e média empresa quanto a escolha de qual modelo de suavização exponencial utilizar e outros três *frameworks* para auxiliar no cálculo da previsão de demanda para cada um desses modelos.

Palavras-chave: Suavização exponencial; previsão de demanda; pequena e média empresa

ABSTRACT

This monograph aimed at analyzing the models of exponential smoothing applied to the demand forecast and its potential in the management of small and medium enterprises. The relevance of the theme is confirmed by the lack of research on the topic and the importance of demand forecast. Demand forecast can act as an aid in the strategic planning of a company, since these results support the decisions of the areas of production, stocks, marketing, human resources, sales and others. Exponential smoothing models can be a good option for small and medium-sized companies to forecast demand because they are simple, easy to calculate, they don't require any specific software or a lot of data to forecast, and if done properly, present good accuracy. The explanation of the exponential smoothing models has been developed using the historical series of sales of ink cartridges for the HP brand, number 21, black color. Sales were made in a small company. The historical series wasn't object of case study and it was only used to illustrate and explain the models. The models of exponential smoothing were compared to each other, analyzing the advantages and disadvantages in the use of each of the models: exponential smoothing as a constant process, having the advantage the simplicity and disadvantage of not observing linear trend and seasonal influence; Holt's model, having as an advantage the observation of the linear tendency and as disadvantage the disregard to the seasonality; and Holt-Winter's models, having as an advantage the observation of linear trend and seasonal influence and as disadvantage a bigger complexity in the calculation. It should be noted that the Holt-Winter's models are divided into additive and multiplicative seasonal, and the difference between them is that the first one considers that the seasonal amplitude remains constant as a function of time and the second considers that this amplitude varies as a function of time. Finally, a framework was proposed to support the decision of the small and medium enterprise manager regarding the choice of which model of exponential smoothing to use and other three frameworks to assist the calculation of the demand forecast for each of these models.

Keywords: Exponential smoothing; demand forecast; small and medium companies

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relação existente entre planejamento e previsão de demanda	16
Figura 2: : Framework para identificação de qual modelo utilizar.....	52
Figura 3: Framework de cálculo modelo de suavização exponencial como um processo constante	53
Figura 4: Framework de cálculo modelo de Holt	54
Figura 5: Framework de cálculo modelo de Holt-Winters	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores previstos - suavização exponencial como um processo constante	43
Tabela 2:Valores previstos – modelo de Holt	45
Tabela 3:Valores previstos – modelo sazonal aditivo de Holt-Winters	46
Tabela 4:Valores previstos – modelo sazonal multiplicativo de Holt-Winters	47
Tabela 5: Comparação dos modelos	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Previsto x realizado - suavização exponencial como um processo constante.....	44
Gráfico 2: Previsto x realizado – modelo de Holt	45
Gráfico 3: Previsto x realizado – modelo sazonal aditivo de Holt-Winters	47
Gráfico 4: Previsto x realizado – modelo sazonal aditivo de Holt-Winters	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARIMA – Modelo auto-regressivo integrado de médias móveis

MAD – Erro absoluto médio

PME – Pequena e média empresa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS	15
1.2 OBJETIVO GERAL	19
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4 JUSTIFICATIVA	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 PREVISÃO DE DEMANDA	22
2.2 PEQUENA E MÉDIA EMPRESA.....	23
2.3 GRANDES ÁREAS DA ADMINISTRAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM A PREVISÃO DE DEMANDA.....	24
2.3.1 Administração da produção e logística e previsão de demanda	24
2.3.1.1 Administração da produção	24
2.3.1.2 Logística	25
2.3.1.3 Macrologística	25
2.3.1.4 Logística empresarial.....	25
2.3.1.4.1 <i>Gestão de estoques</i>	26
2.3.1.4.2 <i>Compras e programação dos suprimentos</i>	27
2.3.2 Administração estratégica e previsão de demanda	27
2.3.2.1 Planejamento estratégico	28
2.3.2.2 Tomada de decisão estratégica	28
2.3.2.3 Vantagem competitiva.....	29
2.4 MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA	31
2.4.1 Métodos qualitativos de previsão de demanda	31
2.4.2 Métodos quantitativos de previsão de demanda	32
2.4.2.1 Box-Jenkins: visão geral.....	33
2.4.2.2 Regressivos: visão geral	35
2.4.2.3 Suavização exponencial.....	35
2.4.2.3.1 <i>Suavização exponencial para um processo constante</i>	36
2.4.2.3.2 <i>Holt</i>	36
2.4.2.3.3 <i>Holt-Winters</i>	37

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	40
3.1 TIPO DE ESTUDO	40
3.2 COLETA DE DADOS.....	41
3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	41
3.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	42
4 RESULTADOS	43
4.1 EXPLICITAÇÃO DOS MODELOS DE SUAUIZAÇÃO EXPONENCIAL.....	43
4.1.1 Suavização exponencial como um processo constante	43
4.1.2 Holt	45
4.1.3 Holt-Winters	46
4.1.3.1 Sazonal aditivo	46
4.1.3.2 Sazonal multiplicativo	47
4.2 COMPARAÇÃO DOS MODELOS DE SUAUIZAÇÃO EXPONENCIAL.....	48
4.2.1 Comparação dos modelos na série histórica exemplo	49
4.2.2 Comparação dos modelos: visão geral	50
4.3 FRAMEWORK	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS	59
APÊNDICE - Utilizando o Solver, do Excel	62

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada a contextualização do tema em estudo, seu problema de pesquisa, seu objetivo geral e objetivos específicos e a justificativa, considerando a relevância e originalidade do tema.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS

Com o aumento da competitividade entre as organizações, a busca pela redução de custos e otimização da produção têm sido cada vez maiores. Isto é percebido, uma vez que o preço e a disponibilidade de produtos no momento requerido (ou prazo requerido) se tornam vantagens competitivas. Além disso, empresas têm se preocupado mais em evitar o desperdício e reduzir a quantidade de matéria-prima em estoque, considerando que, alguns recursos não renováveis, tem sua disponibilidade limitada e os custos de estoque são altos (VEIGA *et. al.*, 2013). Para isso, organizações vêm repensando suas estratégias e ocupando-se mais com a gestão de estoques, da cadeia de suprimento e da produção.

Empresas vêm adotando a gestão de estoques para reduzir o desperdício de recursos, sejam eles financeiros ou de matéria-prima. Os estoques têm valor econômico, visto que consomem capital de giro (MANCUZO, 2003). O investimento em estoques pode não retornar se o gerenciamento não for feito adequadamente ou de forma otimizada. Além disso, existem custos incorridos no armazenamento e transporte de estoques. Por isso é necessário gerir os estoques para garantir que eles sejam disponibilizados em níveis adequados à produção, ou seja, o nível de estoque deve ser suficiente para que a produção consiga atender a demanda no momento requerido, porém não deve exceder esse nível.

Há também maior atenção à gestão da cadeia de suprimentos, visto que ela tem relação direta com a gestão de estoques. A gestão da cadeia de suprimentos auxilia a empresa a atender o cliente no menor tempo possível, com maior qualidade e menor preço, pois visa à satisfação dos clientes. Em empresas com cadeia de suprimentos complexa, que oferecem grande variedade de produtos, com diferentes ciclos de vida, tempos de entrega, quantidades compradas (lote de compra) e com influência sazonal, é necessário que existam informações que auxiliem no planejamento e tomada de decisão (MILESKI, 2007).

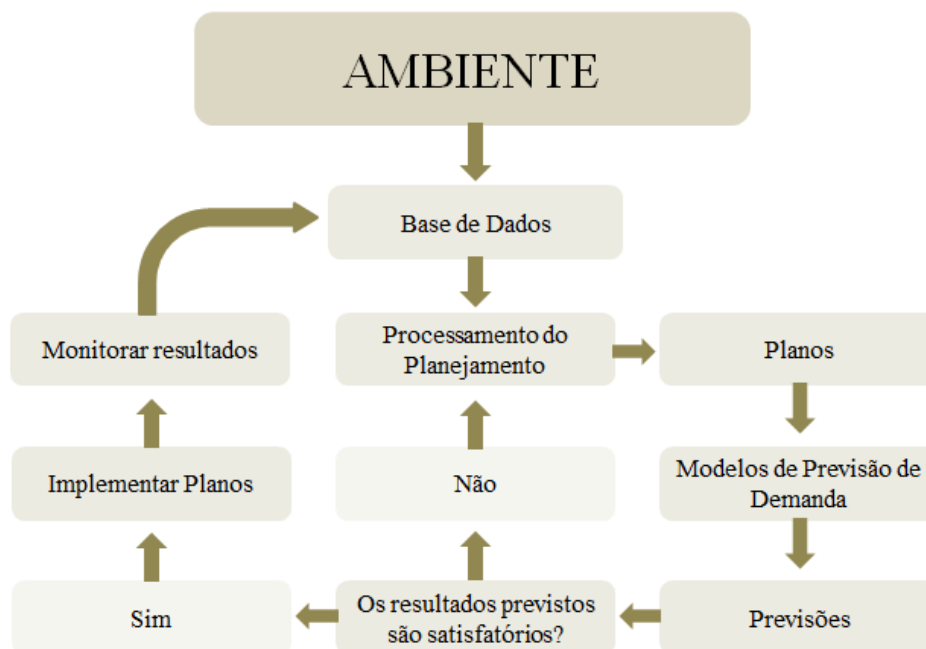
Surge então a preocupação com a previsão de demanda, que contribui no planejamento dos estoques e da cadeia produtiva e, também, na tomada de decisões (SANTOS; MARQUES;

BERNARDO, 2015). A previsão de demanda é peça fundamental no planejamento da empresa, visto que é utilizada como base no planejamento de diversas áreas e para diversos horizontes de tempo. Isto ocorre, pois a previsão de demanda fornece informações essenciais para o planejamento dos recursos da empresa, informação que baseia o planejamento das áreas de recursos humanos, financeira, de compras e marketing (PELLEGRINI, 2000).

A previsão de demanda fornece informações sobre quantidade necessária de produtos para atender a demanda em um determinado espaço de tempo e quando essa quantidade será demandada, o que impacta diretamente na alocação de recursos, programação de compras e de ações de marketing (PELLEGRINI, 2000). Resumidamente, a previsão de demanda busca o equilíbrio entre oferta e demanda (HONAISSER; SAUAIA, 2008).

A importância da previsão de demanda no planejamento da empresa vai além: enquanto o planejamento determina o que a empresa almeja para um próximo período e qual será seu comportamento, a previsão de demanda busca analisar e prever se os resultados serão satisfatórios para atender ao que foi planejado. Se a previsão de demanda determinar que os resultados não serão atingidos ou não serão satisfatórios, o planejamento deve ser modificado. Além disso, é necessário que haja monitoramento dos resultados obtidos para análise da adequação do planejamento e da previsão de demanda (PELLEGRINI, 2000). A figura a seguir expõe essa relação existente entre o planejamento da empresa e a previsão de demanda.

Figura 1: Relação existente entre planejamento e previsão de demanda



Fonte: Adaptado de Armstrong (1999)

Uma decisão a ser tomada é a escolha do modelo de previsão de demanda que será utilizado. Inicialmente, os modelos de previsão de demanda são divididos entre modelos qualitativos e quantitativos. Os modelos qualitativos se utilizam de estimativas subjetivas advindas da opinião de executivos, gerentes, especialistas de mercado e consumidores. Existem modelos qualitativos que empregam técnicas estruturadas para previsão, como, por exemplo, o modelo de Delphi, que se utiliza de pesquisas de intenções (LEMOS, 2006). Porém, ainda assim, os modelos qualitativos têm estimativas subjetivas.

Os modelos qualitativos são os mais utilizados pelas empresas. Isto ocorre pela sua facilidade de utilização. Esses modelos têm algumas vantagens, como por exemplo, serem flexíveis e menos vulneráveis a mudanças de estrutura e advindas de fatores externos à organização (LEMOS, 2006). Sua desvantagem está na imprecisão das previsões, que tende a ser superior à apresentada nos modelos quantitativos. Além disso, previsões baseadas em opiniões tendem a ser tendenciosas. Samohyl, Souza e Miranda (2008) expõem o exemplo de uma empresa fabricante de escapamentos que, se utilizando de uma previsão informal baseada em opinião de executivos, apresenta uma discrepância na previsão de um de seus produtos em torno de cento e oitenta unidades diárias. Ao utilizar uma previsão pouco estruturada quantitativa, baseando-se apenas nos resultados obtidos nos últimos 28 dias, a discrepância é de cento e quarenta unidades diárias. É apresentado ainda que, se a empresa utilizasse de modelos estatísticos mais amplos, essa discrepância poderia ser 50% menor.

Os modelos quantitativos de previsão de demanda baseiam-se em cálculos estatísticos para prever demandas futuras. A maioria dos modelos quantitativos utilizam análise de séries temporais. Nesta área podem-se citar os modelos de suavização exponencial, modelos Box-Jenkins ou ARIMA e modelos de médias móveis.

Os modelos Box-Jenkins, ou ARIMA, são modelos estatísticos, cujos resultados são obtidos com auxílio de aplicativos computacionais estatísticos, que partem do princípio que há uma explicação em valores anteriores para cada valor da série temporal. Ou seja, esses modelos utilizam uma estrutura de correlação temporal que analisa as propriedades probabilísticas das séries temporais (JACOBS, 2011).

Os modelos regressivos fazem parte dos modelos causais de previsão, ou seja, relacionam a demanda às variáveis internas ou externas à organização (LEMOS, 2006). Esses modelos podem ser considerados muito precisos, entretanto, necessitam de grande quantidade de dados. Lemos (2006) destaca que isto os torna mais úteis em previsões de nível corporativo e para previsões de médio e longo prazo.

Os modelos de suavização exponencial, que são o foco do presente estudo, são modelos tradicionais de estatística que calculam a previsão de demanda utilizando todos os valores da série temporal. Os modelos de suavização exponencial amortizam o efeito dos valores passados dando pesos diferentes a eles, ou seja, quanto mais antigo for o valor, mais próximo de zero seu peso será. Assim, os registros recentes são valorizados na previsão de valores futuros (SAMOHYL *et. al.*, 2008). Os principais métodos de suavização exponencial são: modelo de suavização exponencial simples, modelo de Holt e modelo de Holt-Winters, que é subdividido em sazonal aditivo e sazonal multiplicativo.

O modelo de suavização exponencial simples é utilizado em séries temporais que se mantêm constantes em um nível médio. Enquanto isso, o modelo de Holt é utilizado em séries temporais com tendência linear. Já o modelo de Holt-Winters, ou apenas Winters, é utilizado em séries temporais com tendência linear e, também, sazonalidade. No modelo sazonal aditivo, a variação sazonal mantém-se constante com o passar do tempo, e no modelo sazonal multiplicativo, a variação sazonal apresenta elevações ou quedas com o passar do tempo (MANCUZO, 2003).

Consideradas as vantagens advindas da utilização de uma previsão de demanda estruturada e seu potencial no planejamento e na administração empresarial, faz-se necessária a escolha de um método adequado para guiar a previsão dos valores. Esta pesquisa pretende abordar os modelos de suavização exponencial, como tema central de pesquisa, por se tratarem de modelos estatísticos com uma considerável precisão, simplicidade, baixo custo e também por ser, segundo Jacobs (2011), um grupo de modelos largamente utilizado e tratar-se do melhor custo/benefício entre os métodos de extrapolação. Portanto, a presente pesquisa analisará os modelos de suavização exponencial, sendo eles: modelo de suavização exponencial simples, modelo de Holt e modelo de Holt-Winters, de modo a entender seus cálculos e comparar os modelos.

Pretende-se também analisar vantagens e desvantagens em relação à aplicabilidade e resultados obtidos e identificar como esses modelos podem auxiliar as pequenas e médias empresas em sua gestão e busca por vantagem estratégica e competitiva.

A questão a ser respondida, portanto, por esta pesquisa é: *como as pequenas e médias empresas podem fazer previsão de demanda de forma simples e com boa acuracidade?*

1.2 OBJETIVO GERAL

Com base no problema de pesquisa descrito anteriormente, têm-se como objetivo geral deste trabalho:

Analisar os modelos de suavização exponencial aplicados à previsão de demanda e seu potencial na gestão de pequenas e médias empresas.

A fim de atender o objetivo geral, são apresentados os objetivos específicos abaixo.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Explicitar os modelos de suavização exponencial aplicados à previsão de demanda;
- b) Comparar os modelos de suavização exponencial, analisando vantagens e desvantagens em relação à aplicação e uso de cada modelo;
- c) Propor um *framework* para apoio à tomada de decisão, no cenário das pequenas e médias empresas, a partir da previsão de demanda com a adoção de modelos de suavização exponencial;

1.4 JUSTIFICATIVA

Toda e qualquer organização precisa de um planejamento adequado para conseguir atender aos seus clientes de forma satisfatória, ou seja, no tempo, qualidade e preços apropriados (JACOBS, 2011). Para validar um planejamento e, assim, conseguir programar recursos, compras e publicidade, são necessárias as informações advindas da previsão de demanda, que deve ser feita de forma estruturada, por meio de um modelo aderente.

Uma previsão de demanda não estruturada pode resultar em elevadas discrepâncias entre valores previstos e valores observados, o que pode causar problemas, tanto para a empresa, quanto para seus clientes e acionistas. Esses problemas podem ser constatados pela falta de capacidade de produção e falta de materiais, resultantes de uma previsão pessimista, ou então pelo excesso de capacidade de produção e excesso de materiais, resultante de uma previsão otimista (SAMOHYL *et. al.*, 2008). Uma previsão de demanda dificilmente estará livre de tais

discrepâncias, porém, a utilização de um método estruturado pode reduzi-las significativamente, o que resultaria em uma queda expressiva nos custos da organização e em uma maior satisfação do cliente, visto que atrasos e custos excessivos seriam menores.

Há uma carência de publicações acerca do tema “Previsão de Demanda” no Brasil. Santos *et. al.* (2015), em seu artigo: “Previsão de Demanda: Revisão Bibliográfica e Análise Acadêmica Atual” fez um levantamento bibliográfico que mostrou, a partir de pesquisa junto aos periódicos indexados pela CAPES, que nos últimos 10 anos houveram 371 publicações, e dessas, 4 são em português, vale ressaltar que para obter esse resultado o autor fez a procura com o termo “*Demand Forecast*” nas palavras-chave. Quando utilizou o termo em português para a busca, houve um aumento no número de resultados encontrados em português, sendo 13 publicações, porém esse resultado ainda pode ser considerado inexpressivo. Pode-se observar ainda que os estudos acerca do tema vêm crescendo no Brasil, visto que a maioria das publicações são recentes.

Optou-se por analisar os modelos de suavização exponencial, pois se trata de um método quantitativo de previsão de demanda, calculado por meio de séries temporais, que têm a característica de considerar todos os dados históricos da série, atribuindo pesos maiores aos dados mais recentes, o que leva a resultados mais realistas (MOORE *et. al.*, 2006). Estes são modelos de cálculo simples, que não necessitam de aplicativos computacionais estatísticos específicos para seu desenvolvimento, sendo assim, podem ser implementados em planilhas eletrônicas, por exemplo. Além disso, os modelos de suavização exponencial proporcionam valores para o curto e longo prazo. Outra vantagem desses modelos é que são utilizados os dados reais para o cálculo, sem existir a necessidade de transformá-los. Tratam-se de modelos bastante utilizados, de baixo custo e que podem ser utilizados para prever valores em séries com tendência linear e influência sazonal (JACOBS, 2011).

Outro fator que sustenta a escolha do tema é a escassez de publicações com foco nos modelos de suavização exponencial aplicados à previsão de demanda no Brasil. Em uma pesquisa realizada pela autora em setembro de 2016 foram encontradas publicações que tratam dos modelos de suavização exponencial como coadjuvante da pesquisa, abordando, em sua maioria, apenas um breve contexto e representação matemática dos modelos e/ou aplicando-os a uma série temporal específica. O presente trabalho visa aplicar estes modelos na gestão de pequenas e médias empresas como ferramenta estratégica de negócio. Portanto, entende-se que essa é uma área de pesquisa pouco explorada até então no Brasil, confirmando a originalidade e relevância do tema.

A motivação dessa pesquisa se dá pela busca de maior conhecimento e análise da aplicação dos modelos de suavização exponencial na gestão empresarial, de forma a minimizar os problemas e dificuldades existentes nas organizações em relação à previsão de demanda não estruturada ou inexistente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica que sirva de apoio ao presente trabalho. Primeiramente, foi estudada a previsão de demanda em uma visão geral, mostrando sua importância e utilidade. Em seguida, foram trabalhadas as grandes áreas da administração e a relação delas com a previsão de demanda.

Por fim, foram destacados alguns métodos de previsão de demanda, dispendo uma visão geral dos modelos qualitativos de previsão e focando nos modelos quantitativos: mais especificamente, nos modelos de suavização exponencial.

2.1 PREVISÃO DE DEMANDA

Previsão de demanda pode ser definida como procedimentos metodológicos para definir dados futuros através de cálculos estatísticos, econométricos ou matemáticos, ou ainda por meio de modelos subjetivos estruturados, chamados de modelos qualitativos de previsão (JACOBS, 2011). Conforme destacado por Ballou (2001), a previsão de demanda é de fundamental importância para qualquer empresa, visto que fornece informações que servirão de base para o planejamento e controle de todas as áreas da empresa.

Para uma melhor compreensão da previsão de demanda, define-se a demanda segundo a ótica da Administração Mercadológica. Kotler (1991) caracteriza a demanda como uma quantidade total comprada em um local definido, por um público pré-determinado, em um espaço de tempo limitado, em situações de mercado previstas, através de um programa de marketing preciso.

Para fundamentar a tomada de decisão estratégica e decisões imediatas, são necessárias informações de curto e longo prazo, que podem ser obtidas na previsão de demanda. Além disso, as informações advindas de uma previsão de demanda de curto prazo podem auxiliar no monitoramento de desempenho e na identificação de pontos críticos onde há necessidade de um maior controle (LEMOS, 2006).

Sauaia *et. al.* (2008) destaca que os estudos acerca da previsão de demanda começaram com uma abordagem microeconômica: onde a demanda varia de acordo com o preço do produto ofertado, o preço de outros produtos e, também, com a renda do público consumidor. Embora muito aceita, essa abordagem, segundo Sauaia *et. al.* (2008) é falha, pois não considera a complexidade do mercado e da produção. Com uma variedade cada vez maior de produtos no

mercado, e até mesmo dentro das empresas, fica cada vez mais difícil prever a demanda. Assim, novos métodos surgem para atender a essas lacunas.

Faz-se importante a escolha de um método adequado para a previsão de demanda. Lemos (2006) afirma que “diferentes tipos de negócios necessitam de diferentes métodos de previsão”. Para adaptar-se aos diferentes tipos de negócios, mercados e produtos existem diversos métodos de previsão de demanda. Sauaia (2008) mostra que pode-se dividir os métodos em dois grandes grupos: os métodos qualitativos e os métodos quantitativos.

Métodos qualitativos de previsão são mais utilizados quando não há dados históricos para fundamentar a previsão. Esses métodos, segundo Levine (2012), são considerados subjetivos, pois se baseiam, basicamente, em opiniões. Um dos métodos qualitativos mais difundidos é o método de Delphi, que se utiliza de técnicas exploratórias, onde os especialistas consultados fornecem suas opiniões de forma anônima e, assim, busca-se o consenso (SAUAIA, 2008).

Os métodos quantitativos de previsão são, muitas vezes, classificados entre métodos que se utilizam de séries temporais e métodos causais (LEVINE, 2012). Os métodos baseados em séries temporais utilizam séries históricas para prever valores futuros, enquanto os métodos causais determinam fatores que estão relacionados à variável que será prevista. Existem métodos quantitativos mais simples, que podem ser calculados por meio de planilhas eletrônicas, e existem métodos mais complexos, que necessitam de *softwares* específicos para seu cálculo (SANTOS *et. al.*, 2015).

Souza (2008) destaca que, independente do método escolhido para prever a demanda, dificilmente não haverá diferença entre o valor previsto e o valor realmente demandado. Entretanto, é importante escolher um método adequado para prever a demanda para reduzir ao máximo essa discrepância, diminuindo assim custos variáveis e indiretos e, também, o desperdício.

2.2 PEQUENA E MÉDIA EMPRESA

Em seu artigo, Andrade *et. al.* (2013), destaca que, das mais de cinco milhões de empresas do Brasil, 98% são micro e pequenas empresas (PME). Estas, são classificadas assim de acordo com seu faturamento anual e número de funcionários.

Com tantas empresas em um mesmo lugar, Andrade *et. al.* (2013), pontua que está cada vez mais importante se manter competitivo nesse meio. Vilga *et. al.* (2007), complementa,

expondo a dificuldade que muitas PMEs têm em se modernizar, apontando este como um dos grandes motivos para a mortalidade precoce dessas empresas. Outros motivos que motivam essa mortalidade são: falta de crédito, custos, inadimplência, falta de clientes, concorrência, entre outros.

Antonik (2004), expõe ainda, a fama, muitas vezes justificada, que as pequenas e médias empresas tem de não se organizarem ou estruturarem de forma adequada e eficiente. Em contraponto, afirma que essas empresas vêm evoluindo e se tornando mais fortes e competitivas.

2.3 GRANDES ÁREAS DA ADMINISTRAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM A PREVISÃO DE DEMANDA

A previsão de demanda relaciona-se com diversas áreas da administração, algumas de forma direta e outras de forma indireta. Entre essas grandes áreas, destaca-se a administração da produção e logística e, também, a administração estratégica.

2.3.1 Administração da produção e logística e previsão de demanda

Nesta sessão do estudo, são apresentados conceitos de administração da produção e logística, estudando-os com enfoque na previsão de demanda e em como ela contribui nessas áreas.

2.3.1.1 Administração da produção

Corrêa (2012) define administração da produção como a gestão estratégica dos recursos da empresa de forma a garantir a entrega do produto ao cliente na qualidade e prazo de entrega solicitado. Já Jacobs (2009) a define como “a elaboração, a operação e o aprimoramento dos sistemas que geram e distribuem os principais produtos e serviços da empresa”. Conclui-se, portanto, que a administração da produção é um campo de gerenciamento da produção de uma empresa, com atividades de planejamento, organização, controle e direção.

De acordo com Corrêa (2007), a administração da produção define o que, quando, quanto e com que recursos produzir. Abrangendo, portanto, todo o sistema de produção de um produto.

2.3.1.2 Logística

Nogueira (2012) destaca que o objetivo da logística é planejar, analisar e controlar o fluxo dos materiais e informações desde o pedido até o ponto de entrega do produto ao cliente, assegurando que a movimentação e armazenagem desses materiais seja feita da forma mais rápida e com o menor custo possível.

A integração dos processos logísticos pode garantir vantagem competitiva à organização, segundo Nogueira *et. al.* (2012). A importância da logística é destacada em cadeias de suprimentos complexas, com matérias-primas diferentes em seu ciclo de vida, tempo de entrega, nível de estoque, ponto de pedido e canal de distribuição. Para tanto, faz-se necessária uma boa gestão logística para atender às demandas da produção da empresa.

2.3.1.3 Macrologística

A macrologística, segundo Nogueira *et. al.* (2012), atua em aspectos macroeconômicos de países, envolvendo a organização das cadeias logísticas no espaço e no tempo. Entre os aspectos macrologísticos, pode-se citar os investimentos em infraestrutura, que podem resultar em efeitos positivos para a produção nos primeiros níveis de desenvolvimento e, também, em um crescimento da indústria.

2.3.1.4 Logística empresarial

A globalização econômica vem trazendo maior complexidade para a logística empresarial (NOGUEIRA *et. al.*, 2012). Com a competitividade existente, empresas buscam se destacar por uma maior eficiência nas na sua produção, otimizando o fluxo de materiais e operações. Assim, a gestão empresarial busca reduzir os custos mantendo o nível de serviço ao cliente.

Ballou (2001) destaca que existem algumas atividades chave no composto de atividades logísticas, são elas: serviço ao cliente, transporte, gestão de estoques e fluxos de informação e processamento de pedidos. Ainda, destaca algumas atividades de suporte, sendo elas: armazenagem, manuseio de materiais, compras, embalagem, cooperação com a produção e manutenção de informações.

No planejamento de logística empresarial, procura-se responder o que, quando e como em um determinado espaço de tempo. Para melhor atender as necessidades da empresa, Ballou (2001) explica que se pode dividir o planejamento em estratégico, que seria o planejamento de longo prazo, tático, planejamento de médio prazo, e operacional, que se trata do planejamento de curto prazo.

2.3.1.4.1 *Gestão de estoques*

Estoques são os acúmulos de matérias-primas, de produtos em transformação ou até mesmo de produto final de uma empresa (CORRÊA, 2007). É importante planejar e controlar o nível de estoque para garantir que não aconteçam desperdícios de recursos, visto que o estoque não apenas é um custo a mais, como também, é algo que consome capital de giro. Definir os níveis de estoques é uma atividade de fundamental importância.

Os níveis de estoques devem ser definidos de forma a atender às demandas existentes, porém, sem exceder níveis máximos estipulados pela gerência de produção e logística (MANCUZO, 2003).

Para uma gestão dos estoques mais eficiente, é preciso definir quando e quanto comprar. Para definir o quanto comprar, a forma mais comum de cálculo é através do lote econômico de compra (LEC), que define a quantidade a ser comprada de forma a obter a maior economia possível (CORRÊA, 2007). O cálculo utilizado para a definição do lote econômico de compra é o seguinte:

$$LEC = \sqrt{\frac{2 \cdot CA \cdot CUC}{TC \cdot PU}}$$

Na fórmula apresentada, CA representa o consumo anual do material, CUC representa o custo unitário de compra, TC é a taxa de custos de manutenção dos estoques e PU representa o preço unitário.

Corrêa (2007) destaca ainda que para definir quando se deve repor os estoques, faz-se necessário calcular o ponto de pedido, que seria o momento ótimo para fazer o novo pedido, de forma a garantir que as quantidades compradas cheguem antes do fim dos estoques. A fórmula para calcular o ponto de pedido é exposta a seguir:

$$PP = CM \times TC + ES$$

Na fórmula apresentada, CM representa o consumo médio do material previsto para o próximo período, TC representa o tempo de consumo e ES representa o estoque de segurança.

O estoque de segurança é definido pela empresa para evitar a interrupção da produção em decorrência de atrasos na entrega dos pedidos comprados (CORRÊA, 2007).

2.3.1.4.2 Compras e programação dos suprimentos

Programar os suprimentos é uma forma de atender às necessidades da empresa a partir dos estoques existentes. Na cadeia de suprimentos logística, a demanda a ser atendida é a do departamento de produção da empresa (BALLOU, 2001). Assim, o reabastecimento de suprimentos pode ser programado para atender a essa demanda no momento em que o material lhe for solicitado e, também, para manter o nível de estoque.

Para a aquisição de materiais, ou seja, o processo de compras, Ballou (2001) recomenda: listar fornecedores de materiais, qualificá-los, negociar contratos, compará-los, programar as compras, estabelecer termos de vendas, avaliar o que foi recebido e sua qualidade, prever mudanças de preços e questões logísticas e especificar a forma de recebimento dos pedidos. A etapa de compras de materiais é muito importante, pois representa boa parte dos custos de um produto.

Define-se quando e quanto comprar a partir do lote econômico de compras - LEC e do ponto de pedido, expostos anteriormente no tópico de estoques. Ainda, Ballou (2001) destaca que é possível comprar apenas quando e quanto for necessário para a produção, adotando assim uma forma puxada de produção, onde identificação da demanda “puxa” a produção.

2.3.2 Administração estratégica e previsão de demanda

Com a globalização e a quantidade cada vez maior de informações disponíveis a todo o tempo, empresas estão mudando a forma de fazer gestão. As empresas estão precisando de mais flexibilidade para sobreviver às mudanças repentinas do mercado, estão dando foco nas avaliações de desempenho para correção de processos falhos e estão priorizando a eficiência. Mintzberg *et. al.* (2011) expõe que o posicionamento não é mais uma boa estratégia, pois pode ser rapidamente copiado e seu impacto é temporário.

Mintzberg *et. al.* (2011) define estratégia como: “Estratégia competitiva significa ser diferente. Significa escolher deliberadamente um conjunto de atividades diferentes para entregar um *mix* único de valores”. Ainda, Gonçalves *et. al.* (2006) defende que a estratégia liga as ações da organização aos seus valores e aspirações particulares.

A administração estratégica é guiada por algumas premissas, segundo Pereira (2010): a gestão dos recursos da empresa para a criação de vantagem competitiva, a adoção de processos de planejamento mais flexíveis, mais criatividade, foco nos valores e nos climas favoráveis. Ou seja, a administração estratégica objetiva criar o futuro da organização.

2.3.2.1 Planejamento estratégico

O planejamento estratégico pode ser definido como uma técnica administrativa utilizada para planejar quais serão as estratégias adotadas em uma organização num próximo período de tempo. No planejamento estratégico as pessoas da organização pensam juntas e refletem sobre a situação atual da empresa e sobre onde ela quer chegar. Posteriormente são definidas metas e estratégias para que a organização consiga atingir seu objetivo (ALMEIDA, 2010).

O planejamento estratégico possibilita alguns benefícios à organização, tais como: faz com que os gestores e colaboradores tenham uma visão clara do negócio, orienta o planejamento operacional e tático e auxilia na tomada de decisão e no estabelecimento de estratégias e ações (PEREIRA, 2010).

Pereira (2010) destaca que se pode subdividir o planejamento estratégico em três momentos. O primeiro é o momento do diagnóstico estratégico, onde se deve refletir se este é o momento certo para desenvolver um planejamento estratégico e se o gestor da empresa está pronto para se dedicar por inteiro a esse processo.

O segundo momento é destinado a definição das etapas do planejamento estratégico, ou seja, é o momento do planejamento estratégico propriamente dito. Nessa etapa serão declarados os valores da organização, sua missão, visão, matriz SWOT (pontos fortes, fracos, ameaças e oportunidades), fatores críticos de sucesso, análise interna e externa, questões estratégicas, estratégias e ações (PEREIRA, 2010). Já o terceiro momento é destinado à implementação e controle do processo de planejamento estratégico.

2.3.2.2 Tomada de decisão estratégica

Existem diversos modelos que sustentam a tomada de decisão. Pode-se citar o modelo Militar, o modelo de pesquisa operacional, o modelo *Creative Problem Solving Institute*, o modelo de Mintzberg, o modelo de Guilford, o modelo de Kepner e Tregoe e o modelo de Simon (PERDIGÃO *et. al.*, 2012).

Perdigão *et. al.* (2012) dá ênfase ao modelo de Simon por ser um modelo de fácil compreensão e muito consagrado. De modo geral, é necessário para a tomada de decisão estratégica, primeiramente, identificar o problema que precisa ser resolvido. Em seguida, recomenda-se reunir todas as informações disponíveis sobre o problema e assim, identificam-se os objetivos e metas a alcançar, com as respectivas alternativas referentes a como atingir os objetivos e sua análise.

Na tomada de decisão estratégica são analisadas todas as possibilidades ou alternativas e escolhe-se uma delas para agir. Perdigão *et. al.* (2012) destaca que o modelo de Simon é dividido em três fases principais: inteligência ou investigação, desenho ou concepção e escolha.

Na fase de inteligência ou investigação acontece o reconhecimento do ambiente para identificar possíveis ameaças (problemas) e oportunidades. As informações referentes aos problemas são levantadas para fundamentar a decisão (PERDIGÃO *et. al.*, 2012).

A fase de desenho ou concepção é destinada a identificação e aprimoramento de possíveis soluções aos problemas identificados anteriormente. Nessa fase são criadas alternativas para solucionar o problema. Perdigão *et. al.* (2012) afirma que assim, são analisadas as alternativas em relação a aplicabilidade e possíveis resultados.

Na fase destinada à escolha é feita, basicamente, a escolha da alternativa que será posta em ação para solucionar o problema. Perdigão *et. al.* (2012) expõe que após a fase de escolha, será feita a implantação e a revisão da alternativa escolhida, para adaptá-la e adequá-la, se for necessário.

Perdigão *et. al.* (2012) reforça ainda que para uma tomada de decisão de maior qualidade, é necessário que seja feito um *feedback* constante entre as fases que compõem o modelo.

Bressan *et. al.* (2010) destacam que, na tomada de decisão, há uma intenção de pensar racionalmente. Ou seja, a tomada de decisão deve ser feita de forma racional, porém, há diversos aspectos que podem interferir nessa racionalidade, como os valores e crenças da empresa ou do gestor que tomará a decisão, problemas muito complexos, tempo escasso e dados e informações falhos para sustentar a decisão.

2.3.2.3 Vantagem competitiva

Vasconcelos *et. al.* (2000) destacam que as teorias referentes a vantagem competitiva podem ser divididas em duas frentes principais: a primeira se refere às teorias que consideram a vantagem competitiva como um recurso do posicionamento da organização para seu exterior. Já a segunda refere-se às teorias que consideram a obtenção de vantagem competitiva através de performance superior, ou seja, advinda da gestão de questões internas à organização.

Existem diversos modelos para a análise da vantagem competitiva. Um dos mais difundidos, segundo Vasconcelos *et. al.* (2000), é o modelo de “Estrutura, comportamento e Performance”. De acordo com esse modelo, a performance das organizações depende da estratégia utilizada para a determinação dos preços, níveis de compra, pesquisa e desenvolvimento e ações de marketing. Deve-se considerar ainda que o comportamento das organizações é influenciado pelo mercado em que está inserido, em relação a quantos concorrentes existem, qual o tamanho da demanda e qual a variedade de produtos.

Segundo Vasconcelos *et. al.* (2000), o modelo de “Estrutura, comportamento e Performance” procura analisar o retorno dos oligopólios, promovendo ações de promoção da concorrência. Modelos como o de Porter desenvolveram essa ideia buscando trazer o poder para as empresas. Vitorino Filho *et. al.* (2011) destaca o modelo de Porter e as cinco forças competitivas básicas apontadas nele: ameaça de novos entrantes, poder de barganha dos fornecedores e dos compradores, ameaça de produtos substitutos e a rivalidade entre as empresas.

A força de ameaça de novos entrantes diz respeito a aquisição de empresas já existentes na indústria com o objetivo de aumentar a posição no mercado. Essa entrada vai depender de barreiras de entradas existentes e, também, da reação dos concorrentes (VITORINO FILHO *et. al.*, 2011). Pode-se citar alguns exemplos de fontes de barreiras de entrada: diferenciação do produto, economia de escala, política governamental, custos de mudança, necessidade de capital, acesso a canais de distribuição e desvantagem de custos independentes de escala.

A força de rivalidade entre as empresas é influenciada diretamente pelas outras quatro forças. Pode-se dizer que a rivalidade é resultado de vários fatores estruturais, como, por exemplo, custos fixos altos, concorrentes numerosos e equilibrados, falta de diferenciação, barreiras de entrada e de saída, crescimento lento do mercado e concorrentes divergentes e com objetivos estratégicos (VITORINO FILHO *et. al.*, 2011).

Vitorino Filho *et. al.* (2011) destaca a força de produtos substitutos como produtos de outras indústrias que têm a mesma função e podem substituir os produtos da indústria. Essa força merece uma atenção ainda maior quando esses produtos substitutos são produzidos por empresas muito lucrativas e com muito poder.

A força de poder de barganha dos compradores é destacada pois os compradores têm um alto poder de barganha. Vitorino Filho *et. al.* (2011) destaca que eles geram competição na indústria influenciando preços e qualidades melhores. Algumas estratégias que podem ser adotadas para diminuir o poder de barganha do comprador são: criar diferenciação, dispersar as vendas e criar custos de mudança.

Vitorino Filho *et. al.* (2011) expõe ainda a força do poder de barganha dos fornecedores, que está no poder que os fornecedores têm de diminuir a rentabilidade de uma indústria por meio de ameaças de elevação de preços e queda na qualidade dos produtos fornecidos. Para diminuir o poder de barganha dos fornecedores, algumas estratégias podem ser adotadas, como, por exemplo, criar ameaça de integração para trás e buscar alternativas de suprimentos.

2.4 MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA

Os métodos de previsão de demanda podem ser classificados quanto a sua abordagem (MANCUZO, 2003). Desta forma, os métodos de previsão de demanda podem ser métodos qualitativos ou métodos quantitativos de previsão.

2.4.1 Métodos qualitativos de previsão de demanda

Lemos (2006) afirma que os métodos qualitativos de previsão de demanda utilizam-se de análises subjetivas feitas de forma estruturada. Mancuzo (2003) reforça afirmando que esses métodos se baseiam em opiniões, julgamentos, conhecimento e experiências de uma série de pessoas selecionadas para tal.

As previsões advindas dos métodos qualitativos são, em sua maioria, para médio e longo prazo. Esses métodos são mais utilizados em situações em que não existem dados históricos, ou cujos dados existentes são falhos. Podem ser usadas ainda para ajustes em previsões de curto prazo, para formulação de estratégias e para o desenvolvimento de novos produtos (LEMOS, 2006).

Um problema dos métodos qualitativos, segundo Lemos (2006), é que as opiniões coletadas para a previsão podem ser tendenciosas. Algumas tendências comuns em métodos qualitativos de previsão de demanda, e que devem ser gerenciadas, são: (a) otimismo: para gerenciar essa tendência recomenda-se ter mais de uma pessoa para fazer a previsão; (b) disponibilidade de informações específicas: para gerenciar, sugere-se que as informações

fornecidas sejam completas, contemplando toda a situação em que está inserida; (c) conservadorismo: para gerenciar essa tendência é necessário monitorar as mudanças e saber como agir se for necessário; (d) inconsistência: para gestão dessa tendência é recomendável padronizar o processo de tomada de decisão; (e) percepção seletiva: para gerir, recomenda-se selecionar pessoas diferentes para fazer previsões independentes; (f) correlações ilusórias: para gestão dessa tendência recomenda-se verificar a existência de padrões e modelar relações; (g) novidades: para gerir, sugere-se considerar todos os fatores que são importantes para o período de interesse e reconhecer sazonalidades existentes.

Pode-se citar alguns métodos de previsão de demanda qualitativos, como, por exemplo, método de opiniões de executivos, método de opinião da força de vendas, método de indicadores econômicos, método de pesquisa com clientes, método de jogos de representações, método de pesquisa de intenções e método de Delphi.

Aprofundando o método de Delphi, que, segundo Lemos (2006), tem sido muito utilizado, compreende-se que esse método consiste na reunião de um grupo de pessoas que irá expor sua opinião acerca da demanda para um período posterior pré-definido, devendo seguir diversas regras para coleta e análise das opiniões (MANCUZO, 2003).

O grupo de pessoas que irá participar da previsão pelo método de Delphi é formado por pessoas com conhecimento sobre o que será discutido, onde deverão responder a uma série de perguntas de forma independente. As respostas podem ser coletadas por meio de um questionário, por exemplo. Os resultados devem ser apresentados ao grupo, dando foco às opiniões mais divergentes, e posteriormente, os participantes do grupo são questionados se desejam rever suas respostas. Conforme salientado por Mancuzo (2003), esse processo deve se repetir quantas vezes for necessário, até que o grupo chegue a um consenso.

O mesmo autor destaca ainda que, como os outros métodos, o método de Delphi possui vantagens e desvantagens. Sua vantagem é que, por evitar discussões sobre os questionamentos, evita que opiniões sejam influenciadas. Sua desvantagem é que, por ser aplicado sem a possibilidade de uma discussão, há chances de existir ambiguidade em algumas questões.

2.4.2 Métodos quantitativos de previsão de demanda

Lemos (2006) expõe que os métodos quantitativos de previsão de demanda têm processos definidos para a análise de dados e, portanto, podem ser replicados por diferentes profissionais, assegurando que os resultados obtidos serão os mesmos. Os métodos quantitativos de previsão de demanda podem ser classificados em: análise de séries temporais ou extrapolação ou métodos causais.

Os métodos de previsão baseados em análise de séries temporais utilizam séries históricas para prever a demanda futura. Lemos (2006) destaca que eles partem do princípio que os dados serão constantes e previsíveis. Existem modelos que preveem os dados como variáveis constantes, modelos que consideram tendência e, ainda, que consideram a sazonalidade.

Já os métodos de previsão causais são mais utilizados para previsões de variáveis dependentes que são influenciadas por variáveis independentes. Segundo Lemos (2006), o erro desses métodos tende a ser maior por demandar previsões futuras das variáveis independentes. Estes métodos partem do princípio que as relações causais históricas serão constantes no futuro. Os métodos causais são, em geral, mais indicados para previsões de médio e longo prazo.

2.4.2.1 Box-Jenkins: visão geral

Os modelos de Box-Jenkins ou ARIMA, como também podem ser chamados, são modelos baseados em séries temporais que utilizam algoritmos matemáticos complexos para prever valores futuros. Esses modelos partem do princípio que os valores das séries temporais são dependentes, ou seja, podem ser justificados por valores anteriores da série (MANCUZO, 2003).

Jacobs (2011) destaca que esses modelos procuram analisar as propriedades probabilísticas existentes na própria série temporal. Outra característica dos modelos Box-Jenkins é que eles utilizam apenas uma série de tempo.

As desvantagens dos modelos Box-Jenkins estão na sua complexidade. Jacobs (2011) destaca que esses modelos necessitam de *softwares* específicos para o cálculo dos valores futuros. Além disso, o pesquisador deve ter experiência para conseguir aplicá-los, analisá-los e compreendê-los. Uma limitação desses modelos é que é assumida uma relação linear entre as variáveis dependentes e independentes que pode não ocorrer. Já os benefícios da utilização de modelos Box-Jenkins estão na flexibilidade existente na aplicação desses modelos.

Para modelos híbridos é indicado o modelo dos mínimos quadrados, que necessita de *softwares* adequados para cálculo. Neste modelo, destaca Lemos (2006), os parâmetros das

equações são previstos por meio de um processo de otimização não linear que minimize a soma dos quadrados dos erros.

Para saber se o modelo é apropriado, indica-se a verificar se os resíduos são aleatórios: em caso afirmativo conclui-se que o modelo é apropriado, em caso negativo, recomenda-se a utilização de outro método (LEMOS, 2006).

Levine *et. al.* (2012) explicam que essa dependência dos dados da série, em que os valores são correlacionados aos valores que os antecedem e aos que sucedem, pode ser chamada de *autocorrelação*. Para prever valores em séries com *autocorrelação* utilizamos a modelagem autorregressiva. Essa modelagem é subdividida em três “fases”: autocorrelação de primeira ordem, autocorrelação de segunda ordem e autocorrelação de p -ésima ordem.

A autocorrelação de primeira ordem diz respeito a valores consecutivos em uma única série temporal. A autocorrelação de segunda ordem diz respeito a valores consecutivos em duas séries temporais, ou dois períodos. Já a autocorrelação de p -ésima ordem diz respeito a valores consecutivos encontrados em p períodos. Levine *et. al.* (2012) expõem ainda as fórmulas que definem os modelos autoregressivos de primeira, segunda e p -ésima ordem:

Modelo autoregressivo de primeira ordem:

$$Y_i = A_0 + A_1 Y_{i-1} + \delta_i$$

Modelo autoregressivo de segunda ordem:

$$Y_i = A_0 + A_1 Y_{i-1} + A_2 Y_{i-2} + \delta_i$$

Modelo autoregressivo de p -ésima ordem:

$$Y_i = A_0 + A_1 Y_{i-1} + A_2 Y_{i-2} + \dots + A_p Y_{i-p} + \delta_i$$

Sendo: Y_i = valor observado na série no período i

Y_{i-1} = valor observado na série no período $i - 1$

Y_{i-2} = valor observado na série no período $i - 2$

Y_{i-p} = valor observado na série no período $i - p$

$A_0, A_1, A_2, \dots, A_p$ = parâmetros autoregressivos a serem estimados a partir da regressão dos mínimos quadrados

δ_i = componente de erro aleatório não autocorrelacionado (com média aritmética = 0 e variância constante)

No modelo de média móvel é considerada a regressão da variável Y_i com erros passados. Esse modelo, de acordo com Lemos (2006), é representado pela seguinte função:

$$Y = A_0 + c_1 e_{i-1} + c_2 e_{i-2} + \dots + c_p e_{i-p} + e_i$$

$$Y = c(B)e_i$$

Sendo: c = coeficiente de média móvel do período i

$c(B)$ = polinômio de média móvel de ordem q

Existem ainda os modelos mistos autoregressivos e média móvel, os modelos não estacionários e os modelos sazonais (PELLEGRINI, 2000). Os modelos não estacionários são para séries que não possuem uma média constante. Já os modelos sazonais são para as séries que apresentam sazonalidade.

2.4.2.2 Regressivos: visão geral

Os modelos regressivos fazem parte dos modelos causais de previsão. Ou seja, são baseados na análise do comportamento histórico de variáveis relacionadas à variável de interesse para a previsão de demanda (LEMOS, 2006). Os modelos causais relacionam a demanda às variáveis internas ou externas à organização que podem afetá-la. Essas variáveis independentes devem ser analisadas para identificar sua influência sobre a demanda. Se for uma influência intensa, ela deve ser considerada na previsão de dados futuros.

Os modelos regressivos podem ser considerados muito precisos, porém, necessitam de grande quantidade de dados. Lemos (2006) destaca que, para que um modelo de regressão que utiliza três variáveis causais seja efetivo, serão necessários dados históricos de, ao menos, 20 períodos.

Em situações onde existe uma variável para ser prevista e diversas variáveis relacionadas à ela, o objetivo deve ser encontrar uma função que conecte a variável principal às variáveis que a ela se relacionam. Para isso, recomenda-se a utilização da regressão múltipla, pois esta associa uma variável dependente com algumas variáveis independentes. A fórmula mais simples do modelo de regressão múltipla é exposta por Lemos (2006):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1,i} + \beta_2 X_{2,i} + \dots + \beta_k X_{k,i} + e_i$$

Sendo: Y = variável dependente

X = variável independente

β = coeficiente angular

e_i = erro aleatório do período i

Lemos (2006) destaca ainda que os modelos de regressão são mais úteis em previsões de nível corporativo, quando há grande quantidade de dados disponíveis sobre as variáveis causais e para previsões de médio e longo prazo.

2.4.2.3 Suavização exponencial

Os modelos de suavização exponencial baseiam-se em séries temporais e são modelos muito utilizados pois são bastante simples, tem boa acurácia e podem ser facilmente ajustados. Uma das suas vantagens é utilizar apenas de observações da série histórica da empresa, sem necessitar de dados externos. Sendo assim, explica Samohyl *et. al.* (2008), a previsão que emprega esses métodos pode ser feita de forma muito mais rápida.

A previsão que se utiliza dos modelos de suavização exponencial parte do princípio de que, se um fato externo influencia a demanda, a consequência desse fato já está contida nos valores passados e, portanto, estará embutida nos valores futuros (MILESKI, 2007).

Os modelos de suavização exponencial consideram toda a série histórica, decompondo a série e suavizando seus valores passados, ou seja, atribuindo pesos diferentes aos dados: quanto mais antigo for o dado, mais próximo de zero seu peso será (SAMOHYL *et. al.*, 2008; JACOBS, 2011). Esses modelos valorizam, portanto, os dados mais recentes.

Os modelos de suavização exponencial podem ser divididos em: suavização exponencial para um processo constante, modelo de Holt e modelo de Holt-Winters. Este último, por sua vez, pode ser dividido em sazonal aditivo e sazonal multiplicativo.

2.4.2.3.1 Suavização exponencial para um processo constante

Esse modelo é indicado para previsão que utilizam séries temporais que se mantêm constantes em um nível médio. Samohyl *et. al.* (2008) mostra que sua fórmula matemática é a seguinte:

$$P_{t+1} = \alpha O_t + (1 - \alpha)P_t$$

Sendo: P_t = valor previsto para o período t

α = parâmetro de suavização do método, que varia entre 0 e 1

O_t = valor observado do período t

P_{t+1} = valor previsto para o próximo período

Pellegrini (2000) destaca que, para medir a acurácia desse modelo, basta calcular o erro gerado por ela através da fórmula: $e_t = O_t - P_t$.

2.4.2.3.2 Holt

Esse modelo é indicado para previsão que utilizam séries temporais com tendência linear. Desta forma, o modelo de Holt utiliza duas constantes de suavização: α , para a suavização, e β , para o crescimento, ambas com valores entre 0 e 1. Samohyl *et. al.* (2008) expõe as três fórmulas matemáticas que são utilizadas por esse modelo:

$$N_t = \alpha O_t + (1 - \alpha)(N_{t-1} + C_{t-1})$$

$$C_t = \beta (N_t - N_{t-1}) + (1 - \beta) C_{t-1}$$

$$P_{t+k} = N_t + kC_t$$

Sendo: N_t = nível no período t

C_t = crescimento (diferença entre níveis sequenciais) no período t

P_{t+k} = previsão para o período k

A primeira fórmula, segundo Pellegrini (2000), estima o nível da série temporal, a segunda fórmula estima a inclinação da série e a terceira fórmula calcula a previsão de demanda para os próximos períodos (k).

Mancuzo (2003) e Jacobs (2011) destacam que, assim como na suavização exponencial como um processo constante, o modelo de Holt necessita de valores iniciais, ou seja, N_0 e C_0 , assim, recomenda-se igualar N_0 ao último valor da série temporal e, para C_0 , calcula-se uma média da declividade nos últimos valores observados.

2.4.2.3.3 Holt-Winters

Os modelos de Holt-Winters, também conhecidos apenas como modelos de Winters, são modelos indicados para previsões que utilizam séries temporais com tendência e sazonalidade. Os modelos de Holt-Winters dividem-se em dois grupos: o modelo sazonal aditivo e o modelo sazonal multiplicativo (MANCUZO, 2003; PELLEGRINI, 2000).

a) Sazonal aditivo

No modelo sazonal aditivo, segundo Mancuzo (2003), a amplitude da variação sazonal é constante em função do tempo. Assim, a diferença entre o maior e o menor valor observados permanece constante no tempo. O modelo de Holt-Winters utiliza três constantes de suavização: α , para a suavização, β , para o crescimento, γ , para a sazonalidade, ambas com valores entre 0 e 1. Samohyl *et. al.* (2008) expõe as fórmulas matemáticas que são utilizadas por esse modelo:

$$N_t = \alpha (O_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)(N_{t-1} + C_{t-1})$$

Ou

$$N_t = \alpha (O_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)(P_t - S_{t-m})$$

$$C_t = \beta (N_t - N_{t-1}) + (1 - \beta) C_{t-1}$$

$$S_t = \gamma (O_t - N_{t-1} - C_{t-1}) + (1 - \gamma) S_{t-m}$$

ou

$$S_t = \gamma (O_t - N_{t-1} - C_{t-1}) + (1 - \gamma)(P_t - N_{t-1} - C_{t-1})$$

$$P_{t+k} = N_t + kC_t + S_{t-m+k}$$

Sendo: N_t = nível no período t

C_t = crescimento (diferença entre níveis sequenciais) no período t

S_t = sazonalidade no período t

P_{t+k} = previsão para o período k

As primeiras fórmulas, segundo Samohyl *et. al.* (2008), estimam o nível da série temporal, a segunda fórmula estima a inclinação da série, as fórmulas seguintes calculam a sazonalidade e a última fórmula calcula a previsão de demanda para os próximos períodos (k).

Para estimar os valores iniciais dos componentes, Pellegrini (2000) recomenda utilizar as seguintes fórmulas:

$$N_s = (1/s) (O_1 + O_2 + \dots + O_s)$$

$$C_s = (1/s) (((O_{s+1} - O_1)/s) + ((O_{s+2} - O_2)/s) + \dots + ((O_{s+s} - O_s)/s))$$

$$S_1 = (O_1 - N_s), S_2 = (O_2 - N_s), \dots, S_s = (O_s - N_s)$$

Pellegrini (2000) destaca que a primeira fórmula dará o estimador inicial para o nível da série, a segunda fórmula dará a estimativa inicial para tendência e a terceira fórmula dará o componente sazonal inicial.

b) Sazonal multiplicativo

O modelo sazonal multiplicativo, segundo Pellegrini (2000), é recomendado para modelar dados sazonais em que a amplitude do ciclo sazonal varia em função do tempo. Samohyl *et. al.* (2008) expõe as fórmulas matemáticas que são utilizadas por esse modelo:

$$N_t = \alpha (O_t/S_{t-m}) + (1 - \alpha)(N_{t-1} + C_{t-1})$$

Ou

$$N_t = \alpha (O_t/S_{t-m}) + (1 - \alpha)(P_t/S_{t-m})$$

$$C_t = \beta (N_t - N_{t-1}) + (1 - \beta) C_{t-1}$$

$$S_t = \gamma (O_t / (N_{t-1} - C_{t-1})) + (1 - \gamma) S_{t-m}$$

ou

$$S_t = \gamma (O_t / (N_{t-1} - C_{t-1})) + (1 - \gamma)(P_t / (N_{t-1} - C_{t-1}))$$

$$P_{t+k} = (N_t + kC_t) S_{t-m+k}$$

Samohyl *et. al.* (2008) explica que as primeiras fórmulas estimam o nível da série temporal, a segunda fórmula estima a inclinação da série, as fórmulas seguintes calculam a sazonalidade e a última fórmula calcula a previsão de demanda para os próximos períodos (k).

Para estimar os valores iniciais dos componentes, Pellegrini (2000) destaca que N_s e C_s são calculados da mesma forma que no modelo aditivo. Já os componentes sazonais (S_s) são calculados da seguinte forma:

$$S_1 = (O_1 / N_s), S_2 = (O_2 / N_s), \dots, S_s = (O_s / N_s)$$

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atender aos objetivos de pesquisa, faz-se necessária a escolha de uma metodologia a ser seguida. A metodologia, exposta nesta seção, define a forma com que o trabalho foi conduzido em cada uma das suas etapas, guiando a pesquisa da autora acerca do tema.

3.1 TIPO DE ESTUDO

Essa pesquisa é caracterizada como qualitativa, contando com a presença de aspectos quantitativos. Isto ocorre por conta da existência de uma análise qualitativa acerca da utilização dos métodos de suavização exponencial na previsão de demanda, indicado a quais casos eles melhor se adaptam e são mais indicados. Por fim, verifica-se o potencial desses métodos na gestão empresarial. Ainda, há a presença de aspectos quantitativos, pois a pesquisa utiliza cálculos e análises estatísticas no estudo dos métodos de suavização exponencial aplicados à previsão de demanda.

Jacobs (2011) destaca que as pesquisas quantitativas buscam coletar e analisar dados com o objetivo de responder às perguntas de pesquisa e suas hipóteses preestabelecidas. Já a pesquisa qualitativa, segundo Creswell (2007), caracteriza-se pela utilização de diversos tipos de conhecimento, estratégias de pesquisa e análise de resultados.

Matias-Pereira (2012) expõe dois tipos de natureza de pesquisa: básica e aplicada. O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza básica, pois visa gerar conhecimento que poderá ser utilizado futuramente em pesquisas aplicadas.

Vergara (2016) destaca as classificações dos tipos de pesquisa, conceituais e justificativas. A primeira classificação recomendada pela autora é: quanto aos fins e quanto aos meios da pesquisa. Quando uma pesquisa é classificada quanto aos seus fins, ela pode ser considerada exploratória, intervencionista, metodológica, descritiva, aplicada ou explicativa. Já quando a pesquisa é classificada quanto aos seus meios, ela pode ser considerada um estudo de caso, *ex post facto*, pesquisa de laboratório, pesquisa de campo, participante, bibliográfica, pesquisa-ação, experimental ou documental.

A presente pesquisa pode ser considerada uma pesquisa exploratória, pois, como destaca Vergara (2016) e Matias-Pereira (2012), esse tipo de pesquisa procura explorar áreas em que há pouco conhecimento acumulado. Ou seja, o estudo buscará explorar a aplicação dos métodos

de suavização exponencial na previsão de demanda na ótica da gestão empresarial, relacionando assim a aplicabilidade de um grupo de métodos com as teorias administrativas.

O estudo pode ser considerado também descritivo, pois irá expor características de diversas variáveis e diferenciá-las de outras (VERGARA, 2016 e MATIAS-PEREIRA, 2012). Ou seja, irá descrever os métodos de suavização exponencial, a previsão de demanda e as áreas da gestão empresarial relacionadas.

Ainda, pode ser considerada uma pesquisa explicativa, pois, segundo Vergara (2016) e Matias-Pereira (2012), busca compreender as causas de determinados fenômenos. Assim, compreende-se que o estudo buscará explicar os benefícios da utilização desses métodos na gestão empresarial.

Quanto aos meios, o estudo pode ser caracterizado uma pesquisa bibliográfica, pois será baseado em publicações científicas, de fontes primárias e secundárias (VERGARA, 2016). Desta forma, a pesquisa analisará os métodos e sua aplicação de acordo com materiais já existentes, relacionando-os entre si.

3.2 COLETA DE DADOS

Lakatos e Marconi (2010) definem a coleta de dados como a etapa do estudo em que se inicia a utilização dos instrumentos e técnicas previamente selecionadas. As autoras expõem algumas técnicas de pesquisa: observação, técnicas mercadológicas, história de vida, coleta documental, formulário, sociometria, questionário, análise de conteúdo, medidas de opiniões e atitudes, testes e entrevista.

A coleta de dados dessa pesquisa classifica-se como uma revisão bibliográfica que visa à análise de conteúdo. Coletam-se os dados referentes teoria existente acerca dos métodos de suavização exponencial, da previsão de demanda em si e das áreas da gestão empresarial relacionadas. Assim, é possível fazer a análise dessas teorias.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados serve para atender aos objetivos da pesquisa e comparar informações de modo a confirmar ou rejeitar hipóteses (MATIAS-PEREIRA, 2012). Pode ser definido ainda, segundo Creswell (2014), como o processo que busca o sentido dos dados, aprofundando o conhecimento e compreensão dos mesmos.

Lakatos et al (2010) destaca ainda que a análise dos dados busca evidenciar as relações entre o tema em estudo e outros fatores. As autoras expõem os três níveis da elaboração da análise: interpretação, explicação e especificação.

No nível de interpretação, são examinadas as relações entre as variáveis dependentes e independentes. O nível de explicação é destinado a elucidação acerca da origem da variável dependente. Por fim, o nível de especificação é destinado a determinação de como, quando e onde a relação entre as variáveis dependentes e independentes é válida (LAKATOS et al, 2010).

Gil (2002) defende que o processo de análise de dados compõe-se de diversas etapas, tais como: codificação das respostas, tabulação dos dados e cálculos estatísticos. O autor alega ainda que a interpretação dos dados, que pode ocorrer junto ou após a análise, deve estabelecer uma relação entre os resultados obtidos com os já conhecidos anteriormente.

No presente estudo, após fazer uma revisão bibliográfica das teorias relacionadas ao tema central, os métodos de suavização exponencial foram estudados mais a fundo para a identificação de todas as suas características e aplicações. Desta forma, a análise dos dados busca evidenciar as relações e os benefícios da utilização dos métodos de suavização exponencial aplicados à previsão de demanda na gestão empresarial.

A utilização da abordagem quantitativa para a análise dos dados tem o intuito de explicitar os métodos de suavização exponencial e compará-los acerca da sua aplicação na previsão de demanda, medindo sua acurácia.

Já a abordagem predominante utilizada na análise dos dados, a qualitativa, tem o objetivo de analisar os métodos referidos de acordo com suas características e recomendações de utilização na previsão de demanda apresentados na teoria. Essa abordagem é utilizada também para analisar e relacionar o potencial desses métodos na gestão empresarial.

3.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A pesquisa limitou-se ao escopo teórico adotado, ou seja, ao estudo dos métodos de suavização exponencial aplicados à previsão de demanda e sua relação com a gestão empresarial. Portanto, o estudo não irá abranger outros métodos de previsão de demanda e, também, não contemplará os métodos de suavização exponencial aplicados a outros tipos de previsão.

4 RESULTADOS

Neste capítulo foram atendidos os objetivos específicos do trabalho: a explicitação dos modelos de suavização exponencial, a comparação dos modelos e, por fim, a proposta de um *framework* para apoiar a decisão de escolha do melhor método para prever a demanda, e seu cálculo, de forma a auxiliar o gestor de pequenas e médias empresas na realização da previsão de demanda.

4.1 EXPLICITAÇÃO DOS MODELOS DE SUAUIZAÇÃO EXPONENCIAL

Neste tópico os modelos de suavização exponencial estão explicitados. Foram utilizados os registros de venda de cartucho de tinta para impressora número 21, preto, da HP. Os registros são mensais e referentes aos anos de 2011 a 2016. Foram utilizados como série histórica os dados de 2011 a 2015, sendo assim, cinco anos de dados, e os registros de vendas do ano de 2016 foram utilizados apenas para comparar os valores observados com a previsão obtida pelos modelos. As vendas foram realizadas em uma empresa de pequeno porte que trabalha no setor de informática. A base de dados utilizada é meramente ilustrativa e não foi objeto de estudo de caso.

4.1.1 Suavização exponencial como um processo constante

Para o cálculo da previsão de demanda a partir da suavização exponencial como um processo constante, foi definido o valor de α de modo a obter o menor erro absoluto médio possível. Assim sendo, foi utilizado o *Solver*, do *Excel*, para estipular o melhor valor para α e foi encontrado o valor de 0,3. Na tabela a seguir estão os valores previstos de vendas e os valores realizados no ano de 2016.

Tabela 1: Valores previstos - suavização exponencial como um processo constante

Mês	Valor real	Valor previsto	Erro
1	5	11	6
2	2	9	7
3	3	7	4
4	4	6	2
5	6	5	1
6	14	5	9
7	7	8	1

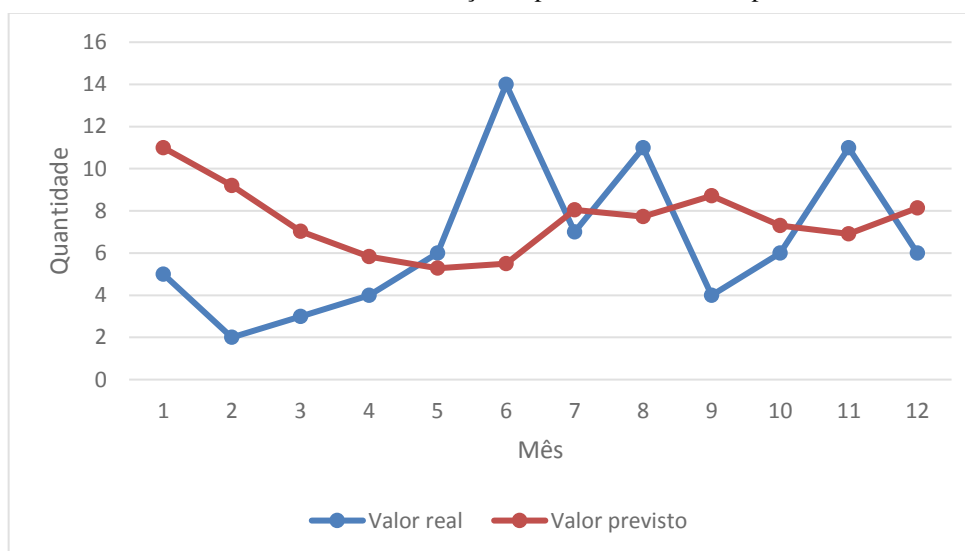
8	11	8	3
9	4	9	5
10	6	7	1
11	11	7	4
12	6	8	2

MAD 4

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

O cálculo foi feito com base na série histórica, utilizando-se da fórmula da suavização exponencial como um processo constante e suavizando os dados mais antigos. Como resultado, obteve-se um erro médio absoluto mensal – MAD – de 4 unidades. Escolheu-se por utilizar o MAD como medida de acuracidade pois, como não se trata de um número elevado de quantidades vendidas, não se faz necessária a utilização de erros percentuais como medida auxiliadora na interpretação.

Gráfico 1: Previsto x realizado - suavização exponencial como um processo constante



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

No gráfico, é possível notar a discrepância entre os valores previstos e observados no período. Observa-se também uma leve tendência crescente nas vendas e a influência da sazonalidade em alguns meses, com as vendas oscilando entre 2 e 14 unidades mensais.

O cálculo da previsão pelo método de suavização exponencial como um processo constante não considera tendência e sazonalidade no cálculo e, portanto, não seria o método mais indicado para o cálculo da previsão de demanda nesse caso.

4.1.2 Holt

Para o cálculo da previsão de demanda a partir do método de Holt, foi considerado o mesmo valor utilizado na suavização exponencial como um processo constante para α . Para a determinação do valor de β , foi utilizado o *Solver* do *Excel*, de modo a minimizar o erro absoluto médio. Assim sendo, o melhor valor encontrado para β foi de 0,01. Na tabela a seguir estão os valores previstos de vendas e os valores realizados no ano de 2016.

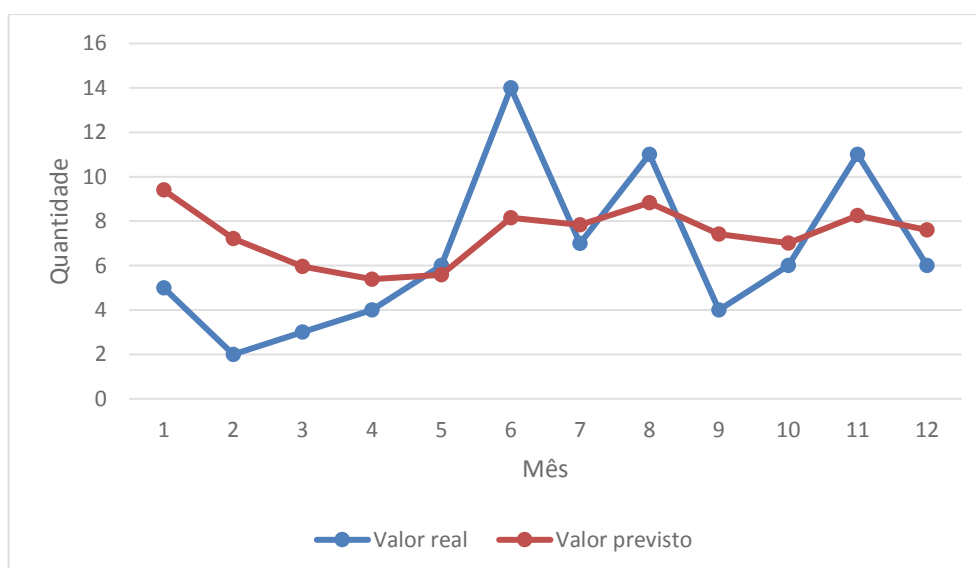
Tabela 2: Valores previstos – modelo de Holt

Mês	Valor real	Nt	Ct	Valor previsto	Erro
1	5	8,26	0,04	9	4
2	2	5,15	0,01	7	5
3	3	4,08	0,00	6	3
4	4	4,04	0,00	5	1
5	6	5,02	0,01	6	0
6	14	9,52	0,05	8	6
7	7	8,28	0,04	8	1
8	11	9,66	0,06	9	2
9	4	6,86	0,03	7	3
10	6	6,44	0,02	7	1
11	11	8,73	0,04	8	3
12	6	7,39	0,03	8	2
MAD					3

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

O cálculo foi feito com base na série histórica, utilizando-se da fórmula do método de Holt, suavizando os dados mais antigos e considerando a tendência existente. Como resultado, obteve-se um erro médio absoluto mensal – MAD – de 3 unidades.

Gráfico 2: Previsto x realizado – modelo de Holt



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Observando o gráfico, é possível notar a discrepância entre os valores previstos e observados no período. O cálculo da previsão pelo método de Holt considera a tendência, deixando de lado apenas a sazonalidade e, portanto, se aproximou mais da realidade do que os resultados obtidos pelo método de suavização exponencial como um processo constante.

4.1.3 Holt-Winters

No cálculo da previsão de demanda a partir do método de Holt-Winters, foi considerado o mesmo valor utilizado na suavização exponencial como um processo constante para α e o mesmo valor utilizado no método de Holt para β .

4.1.3.1 Sazonal aditivo

Para a previsão da demanda pelo método sazonal aditivo é necessário determinar um valor entre 0 e 1 para γ . Para tanto, foi utilizado o *Solver* do *Excel*, de modo a minimizar o erro absoluto médio. Assim sendo, o melhor valor encontrado para γ foi de 0,99. Na tabela a seguir estão os valores previstos de vendas e os valores realizados no ano de 2016.

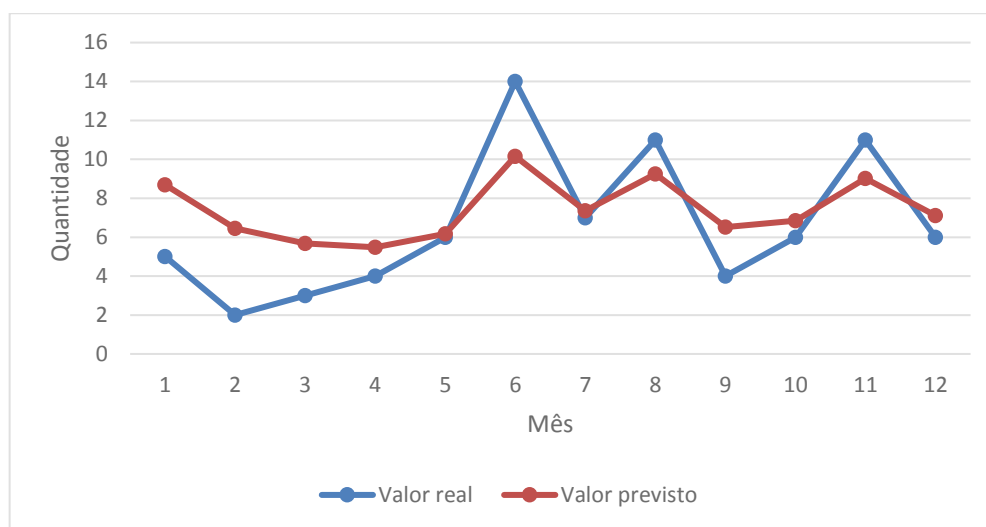
Tabela 3:: Valores previstos – modelo sazonal aditivo de Holt-Winters

Mês	Valor real	Nt	Ct	St	Valor previsto	Erro
1	5	6,83	0,04	0,52	9	4
2	2	4,17	0,01	0,30	6	4
3	3	3,44	0,00	0,72	6	3
4	4	3,36	0,00	1,16	5	1
5	6	4,10	0,01	1,78	6	0
6	14	8,17	0,05	3,40	10	4
7	7	5,91	0,03	0,89	7	0
8	11	8,02	0,05	1,86	9	2
9	4	5,11	0,02	0,52	7	3
10	6	5,30	0,02	1,17	7	1
11	11	7,58	0,04	2,07	9	2
12	6	5,77	0,02	0,81	7	1
MAD						2

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

O cálculo foi feito com base na série histórica, utilizando-se da fórmula do método de sazonalidade aditiva de Holt-Winters, suavizando os dados mais antigos, considerando a tendência existente e também a sazonalidade. Como resultado, obteve-se um erro médio absoluto mensal de 2 unidades.

Gráfico 3: Previsto x realizado – modelo sazonal aditivo de Holt-Winters



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

No gráfico, é possível notar a discrepância entre os valores previstos e observados no período. Nota-se que essa discrepância é menor no modelo sazonal aditivo do que nos modelos anteriormente expostos. O cálculo da previsão pelo método sazonal aditivo de Holt-Winters considera a tendência e a sazonalidade e, portanto, foi o método trabalhado até então em que os resultados mais se aproximaram mais da realidade.

Neste modelo, segundo Mancuzo (2003), a amplitude da variação sazonal é constante em função do tempo.

4.1.3.2 Sazonal multiplicativo

No cálculo da previsão da demanda pelo método sazonal multiplicativo, foi utilizado o *Solver* do *Excel* para determinar um valor para γ , de modo a minimizar o erro absoluto médio. Assim sendo, o melhor valor encontrado para γ foi de 0,38. Na tabela a seguir estão os valores previstos de vendas e os valores realizados no ano de 2016.

Tabela 4: Valores previstos – modelo sazonal multiplicativo de Holt-Winters

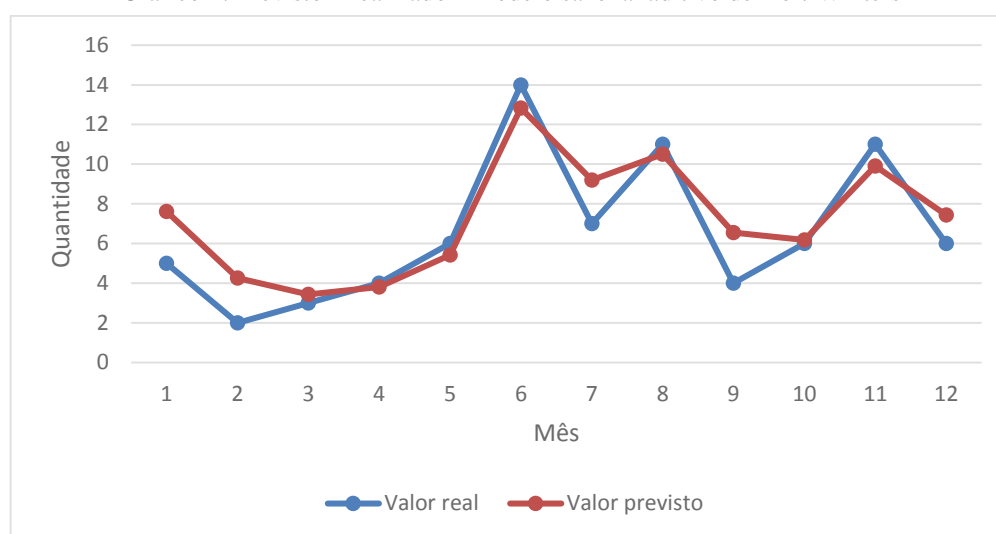
Mês	Valor real	Nt	Ct	St	Valor previsto	Erro
1	5	3,42	0,00	1,91	8	3
2	2	2,23	-0,01	1,41	4	2
3	3	2,18	-0,01	1,38	3	0
4	4	2,53	-0,01	1,55	4	0
5	6	3,20	0,00	1,86	5	1
6	14	5,36	0,02	2,82	13	1
7	7	3,93	0,01	2,25	9	2
8	11	4,42	0,01	2,46	11	0
9	4	3,03	0,00	1,87	7	3

10	6	3,12	0,00	1,91	6	0
11	11	4,44	0,01	2,52	10	1
12	6	3,41	0,00	2,08	7	1
MAD						1

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

O cálculo foi feito com base na série histórica, utilizando-se da fórmula do método de sazonalidade multiplicativa de Holt-Winters, suavizando os dados mais antigos, considerando a tendência existente e também a sazonalidade. Como resultado, obteve-se um erro médio absoluto mensal de 1 unidade.

Gráfico 4: Previsto x realizado – modelo sazonal aditivo de Holt-Winters



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Observando o gráfico, é possível notar a discrepância entre os valores previstos e observados no período. Ainda, percebe-se que a discrepância observada no modelo sazonal multiplicativo foi a menor obtida, entre os modelos de suavização exponencial.

O cálculo da previsão pelo método sazonal multiplicativo de Holt-Winters considera a tendência e a sazonalidade, variando a sua amplitude em função do tempo. Assim sendo, foi o método onde a previsão mais se aproximou da realidade.

4.2 COMPARAÇÃO DOS MODELOS DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL

Os modelos de suavização exponencial são comparados entre si neste tópico. Foram analisadas vantagens e desvantagens em relação a aplicação e uso de cada um desses modelos.

4.2.1 Comparação dos modelos na série histórica exemplo

Conforme exposto no tópico 4.1 deste trabalho, o modelo em que a previsão mais se aproximou da realidade foi o sazonal multiplicativo de Holt-Winters. Isto aconteceu, pois, a série conta com uma leve tendência e, também, sazonalidade. A sazonalidade presente na série tem sua amplitude variando em função do tempo. Nela, o erro absoluto médio foi de apenas 1 por mês, como pode-se notar na tabela a seguir:

Tabela 5: Comparação dos modelos

Mês	Valor real	Como processo constante	Holt	Sazonal aditivo	Sazonal multiplicativo
1	5	11	9	9	8
2	2	9	7	6	4
3	3	7	6	6	3
4	4	6	5	5	4
5	6	5	6	6	5
6	14	5	8	10	13
7	7	8	8	7	9
8	11	8	9	9	11
9	4	9	7	7	7
10	6	7	7	7	6
11	11	7	8	9	10
12	6	8	8	7	7
MAD		4	3	2	1

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Nota-se que a previsão obtida pelo modelo de suavização exponencial como um processo constante teve um erro absoluto médio mais elevado. Isto se dá por o método não considerar a tendência e a sazonalidade no cálculo da previsão e pela série histórica conter a influência desses fatores. Assim sendo, o método não seria o mais adequado para essa base de dados. Portanto, o modelo de suavização exponencial como um processo constante é mais adequado para séries que não tem a influência de tendência e sazonalidade. Sua vantagem é a simplicidade, e sua desvantagem é a falta de observação a esses fatores.

Observando os resultados na utilização do método de Holt, nota-se que a previsão se aproximou mais da realidade, porém, ainda não considerou a sazonalidade existente na série, aumentando assim o erro absoluto médio mensal. O modelo de Holt é indicado para séries onde exista uma tendência, porém não tenha influência de sazonalidade. Porém, para a base de dados aqui trabalhada, o método não foi o que apresentou os melhores resultados, pois não considera

a sazonalidade existente na série. A vantagem do método de Holt é a simplicidade e a observação da tendência, já sua desvantagem é a não consideração da sazonalidade.

Os modelos de Holt-Winters tiveram uma maior aproximação da realidade na previsão da demanda. Isto se dá por considerarem a tendência e a sazonalidade presentes na série histórica. Desta forma, o erro absoluto médio mensal do modelo sazonal multiplicativo ficou próximo de 1. A vantagem desses métodos é que eles consideram a tendência e a sazonalidade presentes na série, e a sua desvantagem é que o cálculo mais extenso. Os métodos de Holt-Winters são indicados para séries que tem tendência e sazonalidade, sendo o modelo sazonal aditivo mais indicado para séries onde a amplitude sazonal é constante em função do tempo e, o modelo sazonal multiplicativo, mais indicado para séries onde a amplitude sazonal varia em função do tempo.

4.2.2 Comparação dos modelos: visão geral

Todos os modelos de suavização exponencial contam com a constante α de suavização, atribuindo assim um peso maior para os dados mais recentes, e menor para os dados mais antigos. Além disso, todos eles podem ser calculados no *Excel*, como foram no presente estudo, sem necessitarem assim de algum *software* em específico.

Quanto as diferenças existentes entre os modelos, destaca-se: o modelo de sazonalidade exponencial como um processo contínuo pode ser utilizado para calcular a previsão de demanda de produtos cuja série histórica não tem tendência e sazonalidade. Para produtos que tem uma tendência em sua série histórica e não tem sazonalidade, o modelo de Holt é o mais indicado entre os modelos de suavização exponencial.

Já para séries históricas de produtos que tem sazonalidade e tendência, temos os modelos de Holt-Winters – aditivo e multiplicativo – como sendo os mais indicados dentre os modelos de suavização exponencial. Assim sendo, o modelo aditivo de Holt-Winters é recomendado para séries onde a amplitude sazonal é constante em função do tempo e o modelo multiplicativo de Holt-Winters é indicado para séries onde a amplitude sazonal varia em função do tempo.

Não existe um modelo que seja o melhor ou o pior, existe o melhor modelo para determinada situação, considerando os dados existentes para a aplicação do modelo: se há ou não tendência e sazonalidade na série histórica. Ainda, medidas com o erro médio absoluto – MAD – servem como auxiliares na tomada de decisão de qual modelo escolher. Portanto,

analisar as características dos dados e avaliar a acuracidade dos modelos – utilizando o MAD ou erro percentual – são determinantes na escolha do melhor modelo para prever a demanda.

4.3 FRAMEWORK

Os modelos de suavização exponencial podem ser uma boa opção para prever a demanda de produtos em pequenas e médias empresas pois são métodos simples, de fácil cálculo, que não necessitam de um *software* específico e nem de uma grande quantidade de dados (dados do mercado, ambiente e concorrentes que, normalmente, as pequenas e médias empresas não tem acesso), de baixo custo e que, se bem aplicados, preveem a demanda com um erro absoluto baixo, ou seja, se aproximam bem da realidade.

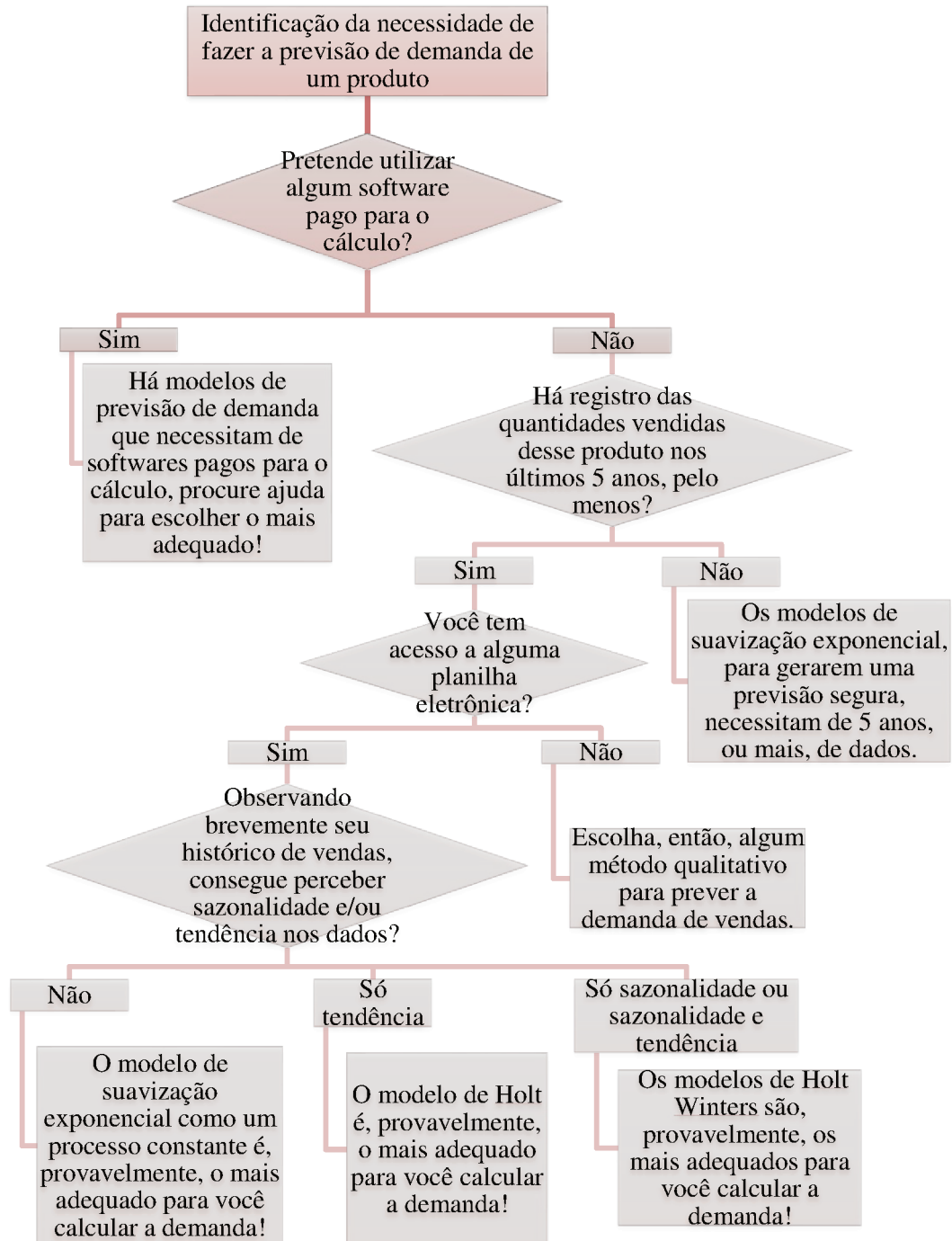
Pequenas e médias empresas costumam ter recursos limitados, o que acaba acarretando em cortes nos gastos que poderiam ser destinados a uma previsão de demanda, por exemplo. Entretanto, muitas vezes os gestores desconhecem os métodos de previsão que não necessitam da aquisição de um *software* ou da contratação de uma consultoria e, portanto, acabam por não fazer uma previsão da demanda.

Deixar de fazer a previsão da demanda pode acarretar em diversos custos: custo de estoque desnecessário, desperdício, produtos que acabam estourando o prazo de validade sem terem sido repassados ao consumidor, capital ocioso, pessoal ocioso, entre outros.

Entretanto, tem-se nos modelos de suavização exponencial uma opção de fazer um cálculo de previsão de demanda de baixo custo e baixo erro absoluto, com valores previstos que se aproximam bem da realidade. Para isso, é necessário que o gestor da pequena e média empresa saiba identificar se os métodos de suavização exponencial se aplicam a empresa dele e qual dos métodos é o mais adequado, considerando as informações que ele possui.

Para isso, foi elaborado um *framework* para apoiar a identificação da necessidade de fazer a previsão de demanda, para ver se os métodos de suavização exponencial podem ser aplicados para prever a demanda desse produto e qual, dos três métodos de suavização exponencial, é o mais adequado para o cálculo da previsão, considerando os dados disponíveis na série histórica.

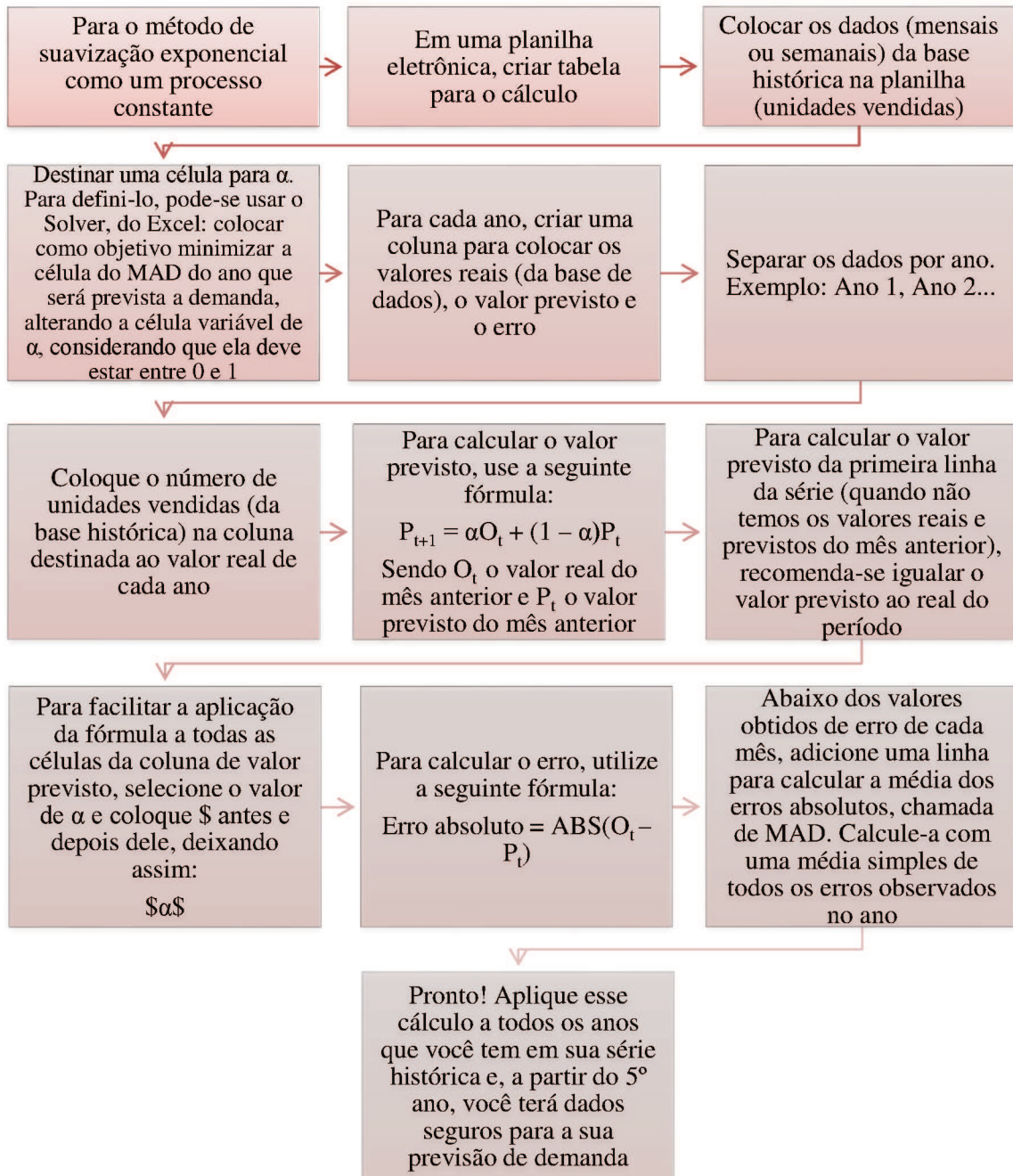
Figura 2: Framework para identificação de qual modelo utilizar



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Identificando-se o método mais adequado para o cálculo da previsão da demanda, parte-se para o cálculo. Neste trabalho foi proposto um *framework* para apoiar o cálculo da previsão de demanda a partir de cada um dos modelos de suavização exponencial: o modelo de suavização exponencial como um processo constante, o modelo de Holt e o modelo de Holt-Winters.

Figura 3: Framework de cálculo modelo de suavização exponencial como um processo constante



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

Figura 4: Framework de cálculo modelo de Holt

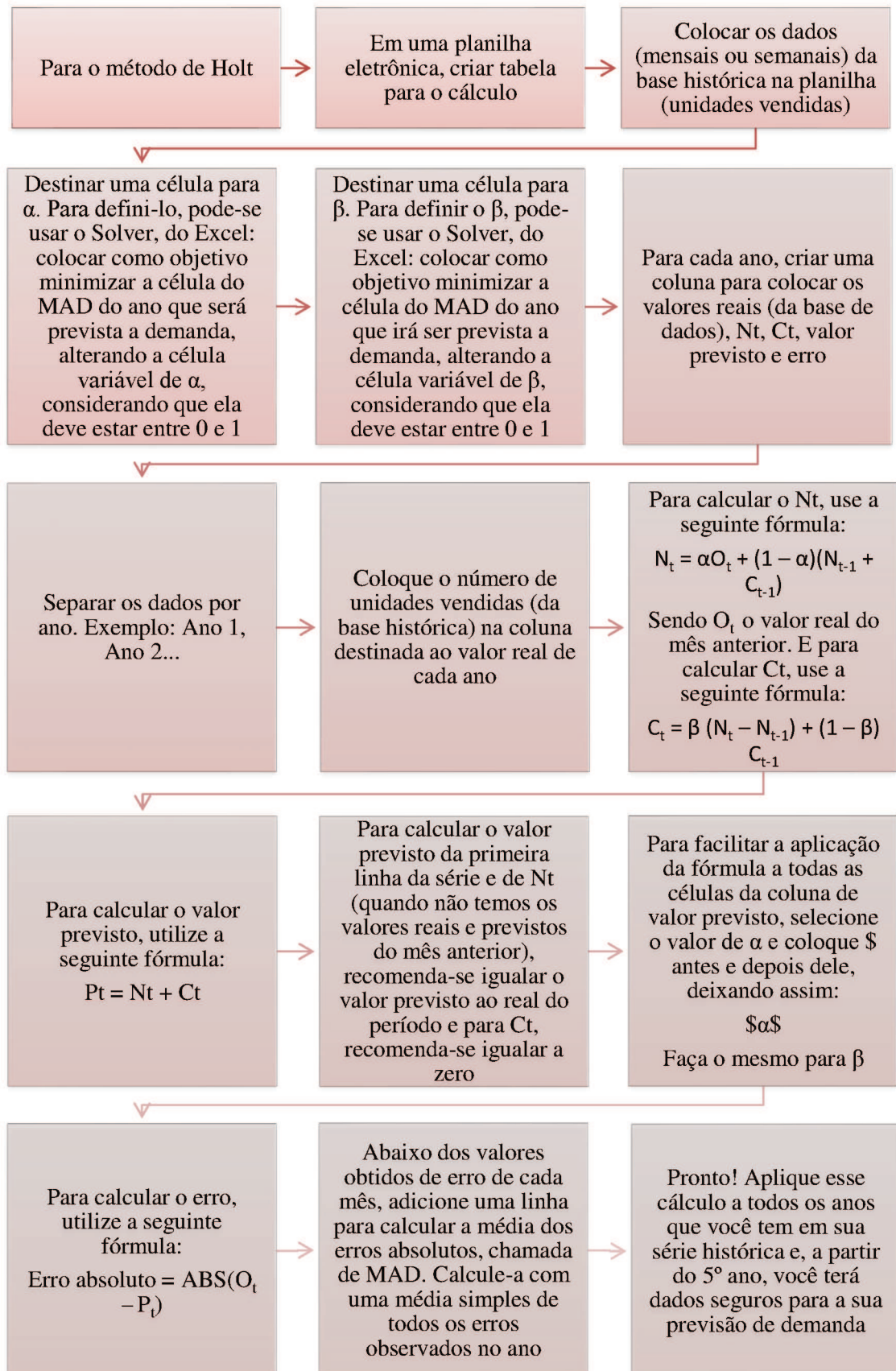
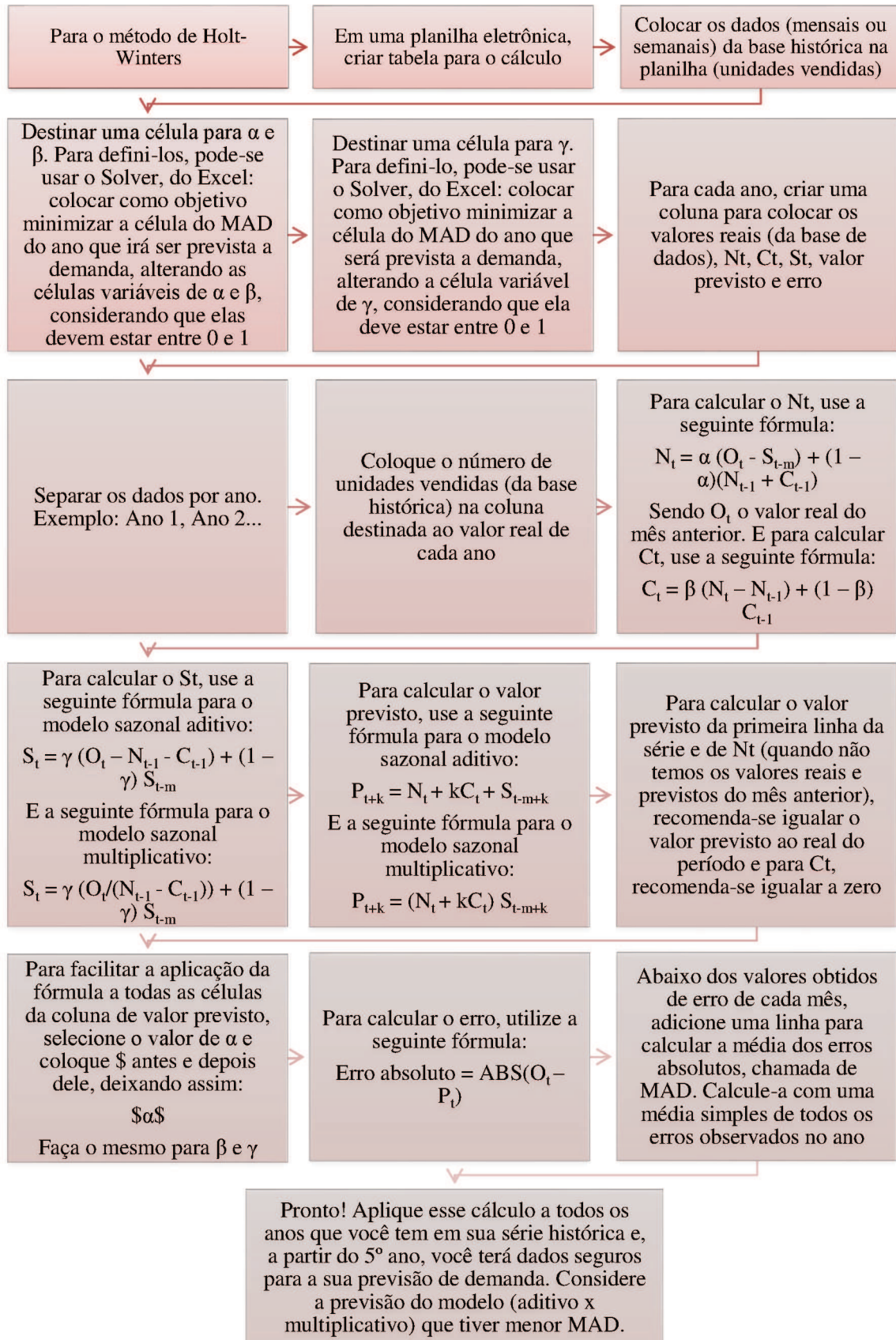


Figura 5: Framework de cálculo modelo de Holt-Winters



A partir dos *frameworks* apresentados, deve ser possível que o gestor de uma pequena e média empresa consiga identificar a necessidade de se fazer uma previsão de demanda para os produtos que vende, se os métodos de suavização exponencial se aplicam aos dados que ele tem disponível, qual método escolher e como calcular cada um deles.

Desta forma, este trabalho contribui mostrando aos gestores de pequenas e médias empresas a importância da previsão de demanda e que é possível fazê-la com um baixo custo e boa aproximação da realidade. Ademais, este trabalho orienta na identificação um método que se adequa aos dados e ensina a calcular a previsão da demanda a partir dos métodos de suavização exponencial.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar os modelos de suavização exponencial aplicados à previsão de demanda e seu potencial na gestão de pequenas e médias empresas. A importância do tema é confirmada pela escassez de publicações acerca do tema “suavização exponencial” como ator principal de pesquisa no Brasil e, também, pela relevância do tema “previsão de demanda” na gestão empresarial: como ferramenta que contribui na gestão dos estoques, produção, marketing, vendas, finanças e planejamento empresarial.

Escolheu-se por focar na contribuição desses modelos na gestão de pequenas e médias empresas, pois, estas, muitas vezes, deixam de fazer uma previsão de demanda por não conhecerem um modelo simples, de fácil aplicação e que não necessitem de aplicativos computacionais específicos para o cálculo ou contratação de uma consultoria especializada.

Os modelos de suavização exponencial são simples, de baixo custo, fácil aplicação, boa aproximação da realidade e baixo erro, não necessitam de *softwares* específicos para cálculo, podendo ser calculados em planilhas eletrônicas, por exemplo, e não necessitam de grande quantidade de dados – apenas a série histórica de vendas da própria empresa. Além disso, estes modelos podem prever valores de curto e longo prazo.

Para explicitação da pesquisa, foi utilizada a série histórica de vendas, dos cinco últimos anos, do cartucho de tinta para impressora HP, número 21, na cor preta, e comparados os valores previstos para o sexto ano com o que foi, de fato, observado neste ano. As vendas foram realizadas em uma empresa de pequeno porte na cidade de Angelina, localizada em Santa Catarina. A série histórica não foi objeto de estudo de caso, sendo utilizada apenas para ilustrar e auxiliar na explicitação dos modelos.

A comparação dos modelos de suavização exponencial foi dividida em duas partes: a primeira destinada a comparar os resultados obtidos na explicitação dos modelos na série histórica utilizada e, a segunda parte, destinada a comparar os modelos de maneira geral, analisando as vantagens e desvantagens do uso de cada um deles.

Na comparação feita entre os modelos na série histórica utilizada, percebeu-se que o modelo sazonal multiplicativo de Holt-Winters foi o que teve maior aproximação da realidade. Isto se justifica, pois na série era possível de perceber uma influência sazonal que variava em função do tempo.

Já na comparação feita de maneira geral, foi possível perceber que cada um dos modelos possui suas vantagens e desvantagens. O modelo de suavização exponencial como um processo constante é mais simples e fácil de calcular, porém, não considera tendência e influência

sazonal. Assim sendo, ele seria um método que se adequaria bem a séries que se mantêm constantes em função do tempo. O modelo de Holt é um pouco menos simples, porém, considera tendência no cálculo, deixando de lado apenas a sazonalidade.

Por outro lado, os modelos de Holt-Winters têm o cálculo mais extenso se comparado aos demais modelos aqui estudados, entretanto, consideram tendência e influência sazonal. O modelo sazonal aditivo considera a amplitude sazonal constante em função do tempo e o modelo sazonal multiplicativo considera que a amplitude sazonal varia em função do tempo.

Para atender ao último objetivo específico do trabalho e auxiliar os gestores de pequenas e médias empresas na identificação da necessidade de se fazer uma previsão de demanda e de qual modelo de suavização exponencial escolher, foi proposto um *framework* para apoiar essa tomada de decisão que é crucial para o sucesso da previsão de demanda.

Ainda, foram propostos outros três *frameworks* que pretendem auxiliar os gestores de pequenas e médias empresas a calcular a previsão de demanda utilizando cada um dos três modelos de suavização exponencial: o modelo de suavização exponencial como um processo constante, o modelo de Holt e os modelos de Holt-Winters.

Desta forma, o trabalho contribuiu no estudo dos modelos de suavização exponencial aplicados à previsão de demanda e mostrou seu potencial e aplicação na gestão de pequenas e médias empresas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Martinho Isnard de. **Manual de planejamento estratégico: desenvolvimento de um plano estratégico com a utilização de planilhas Excel, 3ª edição.** Atlas. 2010.
- ANDRADE, M. A. R.; ZERBONE, L. A. L.; ALMEIDA, L. P. M; ANDRADE, M. R. **Práticas Gerenciamento de Pequenas e Médias Empresas: Um Estudo Exploratório no Município de Volta Redonda.** X SEGeT. Rio de Janeiro. 2013.
- ANTONIK, Luis Roberto. **A Administração Financeira das Pequenas e Médias Empresas: Ferramentas Financeiras Simples Auxiliam na Gestão da Empresa e Orientam a Tomada de Decisões.** Revista FAE Business. n. 8. Curitiba. 2004.
- ARMSTRONG, J. S. **Principles of forecasting: a handbook for researchers and practitioners.** Kluwer, Philadelphia. 1999.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial.** Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BRESSAN, F.; SUGAHARA, C. R. **As escolhas, as decisões estratégicas, temperamentos e a influência das características pessoais do empreendedor.** XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos, SP. 2010.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 3ª edição. Atlas. 2012.
- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP - conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão.** 5ª edição. Atlas. 2007.
- CRESWELL, John W. **Investigação Qualitativa e Projeto de Pesquisa: Escolhendo entre Cinco Abordagens.** 3ª edição. Porto Alegre. Penso. 2014.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo. Atlas. 2002.
- GONÇALVES, Carlos Alberto, GONÇALVES FILHO, Cid. **Estratégia Empresarial.** Saraiva. 2006.
- HONAISSER, E. H. R.; SAUAIA, A. C. A. **Desenvolvimento e aplicação de um modelo para previsão de demanda em jogos de empresas.** RAC-Eletrônica, v. 2, n. 3, p. 470-485, 2008.
- JACOBS, F. Robert, CHASE, Richard B. **Administração da Produção e Operações: O Essencial.** Bookman. 2009.
- JACOBS, W. **Modelos de Suavização Exponencial, ARIMA e Redes Neurais Artificiais: Um estudo comparativo para a previsão de demanda de produtos.** UNIVATES. Lajeado. 2011. Acesso em: 20 de setembro de 2016. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/254/1/WilliamJacobs.pdf>.

KOTLER, P. **Marketing Management: analysis, planning, implementation, and control**. New Jersey. 1991.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 7ª edição. Atlas. 2010.

LEMOS, F. O. **Metodologia para seleção de métodos de previsão de demanda**. UFRGS. Porto Alegre, RS. 2006. Acesso em: 12 de setembro de 2016. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5949/000522463.pdf?sequence=1>.

LEVINE, David M. et al. **Estatística: teoria e aplicações usando microsoft® excel em português**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MANCUZO, F. **Análise e previsão de demanda: Estudo de caso em uma empresa distribuidora de rolamentos**. UFRGS. Porto Alegre, RS. 2003. Acesso em 9 de setembro de 2016. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/Fernando%20Mancuzo.pdf>.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 3ª edição. Atlas. 2012.

MILESKI, A. Jr. **Análise de métodos de previsão de demanda baseados em séries temporais em uma empresa do setor de perfumes e cosméticos**. PUC-PR. Curitiba, PR. 2007. Acesso em 13 de setembro de 2016. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp068332.pdf>.

MINTZBERG, Henry, QUINN, James Brian, LAMPEL, Joseph, GHOSHAL, Sumantra. **O Processo da Estratégia - Conceitos, Contextos e Casos Seleccionados**. 4ª edição. Bookman. 2011.

MOORE, D. S.; MCCABE, G. P.; DUCKWORTH, W. M.; SCLOVE, S. L. **A prática da estatística empresarial: como usar dados para tomar decisões**. Rio de Janeiro: LTC, 2006. xxxiv, 952 p. ISBN 8521615000.

NOGUEIRA, Amarildo Souza. **Logística empresarial: uma visão local com pensamento globalizado**. Atlas. 2012.

NOGUEIRA, P. R. F. Jr.; NUNES, F. R. de M. **Descontração geográfica industrial nos estados do Ceará e Santa Catarina: Macrologística como fator indutor de desenvolvimento sócio-econômico**. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves. RS. 2012.

PELLEGRINI, Fernando Rezende. **Metodologia para Implementação de Sistemas de Previsão de Demanda**. 2000.

PERDIGÃO, J. G. de L.; FULGÊNCIO, E. de V.; SOUZA, S. A. C.; MAGALHÃES NETO, J. B.; DORNELAS, J. S. **Processo Decisório: um estudo comparativo da tomada de decisão em organizações de segmentos distintos**. IX SEGeT. 2012.

PEREIRA, Maurício Fernandes. **Planejamento estratégico: teorias, modelos e processos** (V.1). Atlas. 2010.

SAMOHYL, Robert Wayne; SOUZA, Gueibi Peres; MIRANDA, Rodrigo Gabriel de. **Métodos simplificados de previsão empresarial**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. 181p. ISBN 9788573936667.

SANTOS, G. Q. V.; MARQUES, J. A. Jr.; BERNARDO, Y. N. S. **Previsão de demanda: Revisão bibliográfica e análise acadêmica atual**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, CE. 2015. Acesso em 11 de setembro de 2016. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_221_27520.pdf.

VASCONCELOS, Flávio C.; CYRINO, Álvaro B.. **Vantagem competitiva: os modelos teóricos atuais e a convergência entre estratégia e teoria organizacional**. Rev. adm. empres., São Paulo, v. 40, n. 4, p. 20-37, Dec. 2000.

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: Trends and Strategies, v. 5, n. 2, p. 113-133, 2013.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 16ª edição. São Paulo. Atlas. 2016.

VILGA, V. F.; FARAH, O. E.; SACOMANO NETO, M.; GIULIANI, A. C. **Vantagens Competitivas em Redes de Micro, Pequena e Média Empresas: o Caso da Rede Brasil Escolar**. Revista Gerenciais. São Paulo. v. 6, n. 1, p. 23-33. 2007.

VITORINO FILHO, V. A.; PERESIN, G. L.; SACOMANO NETO, M. **Vantagem competitiva: uma releitura teórica de Porter**. VIII Convibra Administração. 2011.

APÊNDICE – Utilizando o *Solver*, do *Excel*

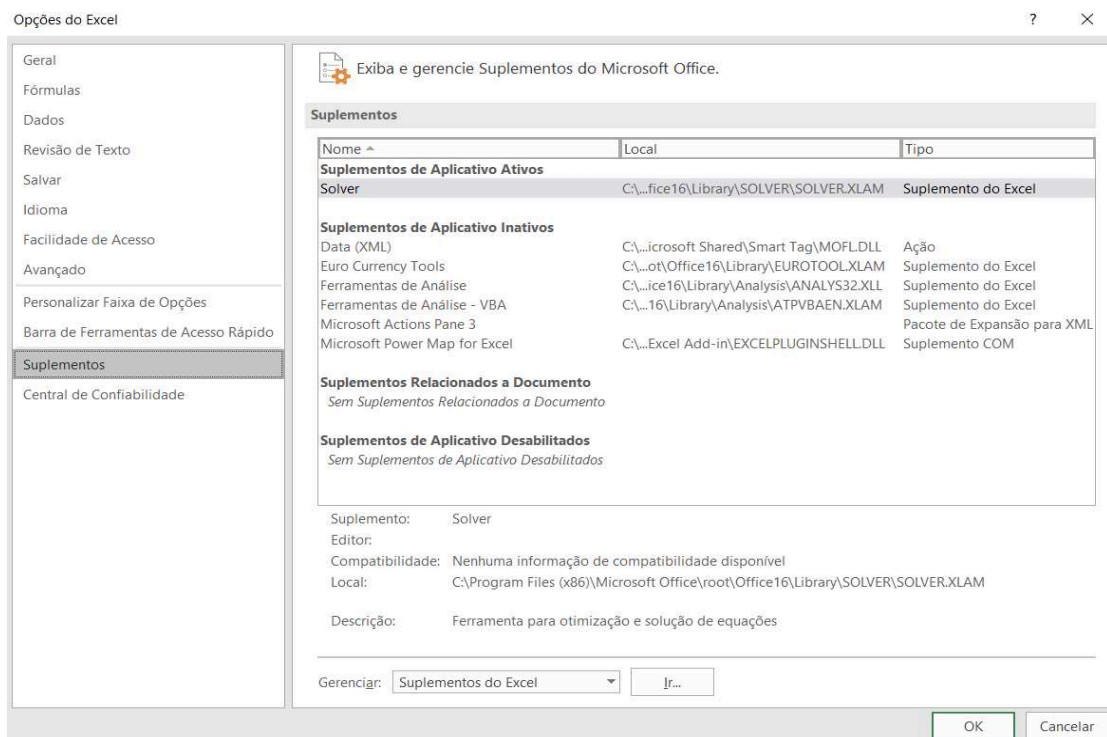
Como foi utilizado o *Solver* para a determinação de α , β e γ nos cálculos dos modelos de suavização exponencial, aqui encontra-se um guia de como ativar o *Solver* no *Excel* e usá-lo.

1. Abra a planilha *Excel* utilizada para prever a demanda;

Mês	Valor real	Nt	Ct	St	Valor previsto	Erro
1	5	3,38	0,00	2,25	8	3
2	2	2,64	0,00	1,62	4	2
3	3	2,40	-0,01	1,44	3	0
4	4	2,51	-0,01	1,52	4	0
5	6	2,93	0,00	1,85	5	1
6	14	4,32	0,01	2,96	13	1
7	7	3,74	0,01	2,45	9	2
8	11	3,97	0,01	2,64	11	0
9	4	3,24	0,00	2,02	7	3
10	6	3,16	0,00	1,96	6	0
11	11	3,90	0,01	2,54	10	1
12	6	3,45	0,00	2,16	7	1
MAD						1

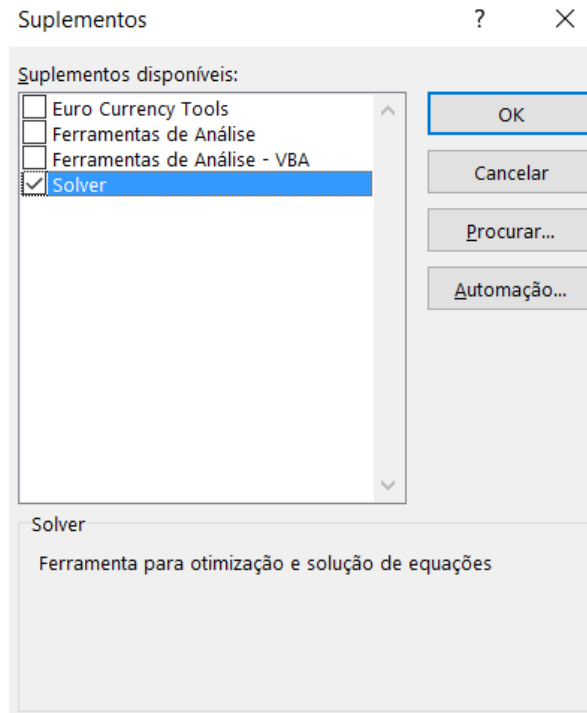
Fonte: Elaborado pela autora (2017)

2. Vá em “Arquivo” na linha superior, depois em “Opções” e, por fim, vá em “Suplementos”;



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

3. Vá em “Gerenciar: Suplementos do Excel”, no fim da página, e clique em “Ir...”. Selecione a opção “Solver” e dê Ok.



Fonte: Elaborado pela autora (2017)

4. Pronto! Você encontrará o *Solver* no canto da aba “Dados”.

Mês	Valor real	Nt	Ct	St	Valor previsto	Erro
1	5	3,38	0,00	2,25	8	3
2	2	2,64	0,00	1,62	4	2
3	3	2,40	-0,01	1,44	3	0
4	4	2,51	-0,01	1,52	4	0
5	6	2,93	0,00	1,85	5	1
6	14	4,32	0,01	2,96	13	1
7	7	3,74	0,01	2,45	9	2
8	11	3,97	0,01	2,64	11	0
9	4	3,24	0,00	2,02	7	3
10	6	3,16	0,00	1,96	6	0
11	11	3,90	0,01	2,54	10	1
12	6	3,45	0,00	2,16	7	1
MAD						1

Fonte: Elaborado pela autora (2017)

5. Abra o *Solver*, selecione a célula em que se encontra o valor de MAD e coloque-a em “Definir objetivo”. Em “Para:” selecione a opção “Min”, que significa que o objetivo é minimizar o valor de MAD. Em “Alterando as células variáveis”, selecione as células destinadas aos valores de α , β e γ . Em “Sujeito às restrições” coloque, para cada uma das variáveis (α , β e γ) deve estar entre 0 e 1, para isso, vá em “Adicionar” e coloque todas as restrições. Por fim, clique em “Resolver” e pronto! O *Solver* encontrará valores para α , β e γ de modo a minimizar o erro absoluto médio (MAD).

Mês	Valor real	Nt	Ct	St	Valor previsto	Erro
1	5	3,38	0,00	2,25	8	3
2	2	2,64	0,00	1,62	4	2
3	3	2,40	-0,01	1,44	3	0
4	4	2,51	-0,01	1,52	4	0
5	6	2,93	0,00	1,85	5	1
6	14	4,32	0,01	2,96	13	1
7	7	3,74	0,01	2,45	9	2
8	11	3,97	0,01	2,64	11	0
9	4	3,24	0,00	2,02	7	3
10	6	3,16	0,00	1,96	6	0
11	11	3,90	0,01	2,54	10	1
12	6	3,45	0,00	2,16	7	1
MAD						1

Fonte: Elaborado pela autora (2017)