



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO BAIXO TOCANTINS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL**

**SANDRO DA SILVA PAGANELLI**

**ANÁLISES DE MODELOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DA  
DEMANDA: AJUSTE E OTIMIZAÇÃO DE MODELOS À DEMANDA  
DO ADESIVO COMUM EM UMA GRÁFICA NA CIDADE DE BELÉM-  
PA**

**Abaetetuba – PA**  
**2014**

**SANDRO DA SILVA PAGANELLI**

**ANÁLISES DE MODELOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DA  
DEMANDA: AJUSTE E OTIMIZAÇÃO DE MODELOS À DEMANDA  
DO ADESIVO COMUM EM UMA GRÁFICA NA CIDADE DE BELÉM-  
PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Pará, *Campus* Universitário do Baixo Tocantins, como requisito final para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Industrial, sob orientação do Prof. Msc. Harlenn dos Santos Lopes.

**Abaetetuba – PA  
2014**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

P128a Paganelli, Sandro da Silva.  
ANÁLISES DE MODELOS QUANTITATIVOS DE  
PREVISÃO DA DEMANDA : AJUSTE E OTIMIZAÇÃO DE  
MODELOS À DEMANDA DO ADESIVO COMUM EM UMA  
GRÁFICA NA CIDADE DE BELÉM/PA / Sandro da Silva  
Paganelli. — 2014.  
55 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Me. Harlenn dos Santos Lopes  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade  
Federal do Pará, Campus Universitário de Abaetetuba, Curso de  
Engenharia Industrial, Abaetetuba, 2014.

1. Previsão de Demanda. 2. Métodos quantitativos de  
previsão. 3. Séries Temporais. I. Título.

CDD 338

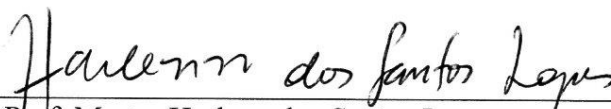
---

**SANDRO DA SILVA PAGANELLI**

**ANÁLISES DE MODELOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DA  
DEMANDA: AJUSTE E OTIMIZAÇÃO DE MODELOS À DEMANDA  
DO ADESIVO COMUM EM UMA GRÁFICA NA CIDADE DE BELÉM-  
PA**

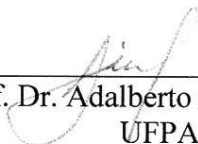
Este trabalho de conclusão de curso foi julgado e aprovado, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Industrial pelo corpo docente da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário do Baixo Tocantins.

Abaetetuba, 18 de Junho de 2014



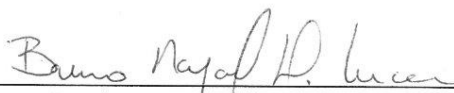
---

Prof. Mestre Harlenn dos Santos Lopes  
UFPA  
Orientador



---

Prof. Dr. Adalberto da Cruz Lima  
UFPA  
Examinador



---

Prof. Dr. Bruno Rafael Dias de Lucena  
UFPA  
Examinador

Aos meus pais Angelo e Raimunda e à minha irmã Tanaiara, pelo apoio e amor incondicional.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida, pela saúde, pela força e perseverança.

Aos meus pais, Angelo e Raimunda, por todo amor recebido, pelo suporte nos momentos difíceis e por me ter proporcionado este sonho.

À minha irmã Tanaiara, pelas ajudas prestadas, pelo companheirismo e carinho nos momentos de alegrias e dificuldades.

À minha prima Francilene, minha tia Nilce e meus amigos Fillipe, Guilherme, Monique, Mônica e Wanessa, pelos incentivos e ajudas fornecidas.

Aos meus amigos Camila, Daniel, Diego, Jamires, Joelson, Manderson, Mateus, Pedro e Renan, pelos bons momentos vividos, pela ajuda e amizade.

Ao meu orientador Prof. Msc. Harlenn dos Santos Lopes pela atenção, paciência e conhecimentos partilhados ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

À equipe da Speed Belém, pela disponibilidade e presteza na coleta de dados.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

“N3o encontre defeitos, encontre soluç3es.  
Qualquer um sabe queixar-se.”

Henry Ford

## RESUMO

A Previsão de Demanda é fundamental para auxiliar na determinação dos recursos necessários para uma organização, tornando-se uma atividade relevante estrategicamente. Além disso, uma boa previsão contribui para uma cadeia produtiva mais eficiente, e é elemento chave para a tomada de decisão. Neste contexto, o desempenho de uma empresa pode estar relacionado à acurácia da previsão de demanda. Tendo em vista tal relevância, este trabalho teve como objetivo encontrar e propor um método quantitativo de previsão de demanda de séries temporais que obtivesse os menores erros de previsão para o consumo de adesivo comum de uma gráfica em Belém. Inicialmente, selecionou-se uma matéria-prima utilizada na empresa através da classificação ABC. Após isso, aplicaram-se os métodos quantitativos de previsão de séries temporais mais conhecidos existentes na literatura para encontrar o mais assertivo. Os métodos quantitativos de previsão de séries temporais aplicados foram a Média Móvel, Suavização Exponencial Simples, Método de Holt e Método de Holt-Winters (multiplicativo e aditivo). O Modelo Sazonal Aditivo de Winters apresentou o menor MAPE, porém não se descartou a aplicação dos demais métodos.

**Palavras-chave:** Previsão de Demanda. Métodos quantitativos de previsão. Séries Temporais.

## **ABSTRACT**

Demand Forecasting is fundamental to help determine the need for resources for an organization, making it a strategically important task. Moreover, a good prediction contributes to a more efficient supply chain, and is key to decision making. In this context, the performance of a company can be related to the accuracy of demand forecasting. Given such importance, this study aimed to find and propose a quantitative method of demand forecasting of time series that got smaller forecast errors for the consumption of a common bumper sticker in a graphic at Belém. First of all, the element was selected through the ABC classification. After that, quantitative methods to forecast time series existing best known in the literature have been applied to find the most assertive. Moving Mean, Simple Exponential Smoothing Method, Holt and Holt-Winters method (additive and multiplicative) are quantitative forecasting methods applied. The Seasonal Additive Winters' Model had the lowest MAPE, but not ruled out the application of other methods.

**Keywords:** Demand Forecast; Quantitative Forecasting Methods; Time Series.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Formas de classificação das pesquisas científicas .....	16
Figura 2 – Fluxograma das etapas da pesquisa .....	18
Figura 3 – Etapas de um modelo de previsão .....	20
Figura 4 – Alguns métodos de Previsão de Demanda .....	21
Figura 5 – Classificação ABC das matérias primas .....	37
Figura 6 – Consumo de adesivo comum (em m <sup>2</sup> ) .....	38
Figura 7 – Valores históricos e previstos, utilizando o método de Média Móveis .....	40
Figura 8 – Valores históricos e previstos, utilizando o método SES .....	42
Figura 9 – Valores históricos e previstos, utilizando o método de Holt .....	44
Figura 10 – Valores históricos e previstos, utilizando o Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters .....	46
Figura 11 – Valores históricos e previstos, utilizando o Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters .....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação ABC das matérias-primas .....	36
Tabela 2 – Valores históricos e previstos, utilizando o método de Média Móveis .....	39
Tabela 3 – Erros de previsão, utilizando o método de Média Móveis .....	40
Tabela 4 – Valores históricos e previstos, utilizando o método SES .....	41
Tabela 5 – Erros de previsão, utilizando o método SES .....	42
Tabela 6 – Valores históricos e previstos, utilizando o método de Holt .....	43
Tabela 7 – Erros de previsão, utilizando o método de Holt .....	44
Tabela 8 – Valores históricos e previstos, utilizando o Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters .....	45
Tabela 9 – Erros de previsão, utilizando o Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters ..	47
Tabela 10 – Valores históricos e previstos, utilizando o Modelo Sazonal Aditivo de Winters .....	47
Tabela 11 – Erros de previsão, utilizando o Modelo Sazonal Aditivo de Winters .....	48
Tabela 12 – Erros de previsão dos métodos aplicados .....	49

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>AC</b>	Adesivo Comum
<b>EM</b>	Erro Médio
<b>MAD</b>	<i>Mean Absolute Deviation</i> (Desvio Absoluto Médio)
<b>MAPE</b>	<i>Mean Absolute Percent Error</i> (Erro Percentual Absoluto Médio)
<b>MM3</b>	Média Móvel para três períodos
<b>MM6</b>	Média Móvel para seis períodos
<b>MSE</b>	<i>Mean Squared Error</i> (Erro Médio Quadrático)
<b>RMSE</b>	<i>Root Mean Squared Error</i> (Raiz do Erro Médio Quadrático)
<b>SES</b>	Suavização Exponencial Simples

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 – OBJETIVOS .....	13
1.2 – JUSTIFICATIVA .....	14
1.3 – ESTRUTURA DO TRABALHO .....	14
<b>CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA</b> .....	16
2.1 - CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	16
2.2 – ETAPAS DA PESQUISA .....	17
<b>CAPÍTULO 3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
3.1 – DEMANDA .....	19
3.2 – PREVISÃO DE DEMANDA .....	19
3.3 – MÉTODOS QUANTITATIVOS .....	22
<b>3.3.1 – Médias Móveis</b> .....	23
<b>3.3.2 – Suavização Exponencial</b> .....	24
3.3.2.1 – Suavização Exponencial Simples (SES) .....	25
3.3.2.2 – Método de Holt .....	26
3.3.2.3 – Método de Holt-Winters .....	27
3.4 – MEDIDAS DE ERROS DE PREVISÃO .....	30
<b>3.4.1 – Erro Médio (EM)</b> .....	31
<b>3.4.2 – Erro Absoluto Médio (MAD)</b> .....	31
<b>3.4.3 – Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE)</b> .....	32
<b>3.4.4 – Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE)</b> .....	32
<b>CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO</b> .....	34
4.1 – A EMPRESA ESTUDADA .....	34
4.2 – DEFINIÇÃO DO PROBLEMA .....	34
4.3 - COLETA DE DADOS .....	35
4.4 - DEFINIÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA A SER ANALISADA .....	35
4.5 - SELEÇÃO DO PROGRAMA COMPUTACIONAL .....	37
4.6 - APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS MÉTODOS DE PREVISÃO .....	37
4.7 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	48
<b>CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	51
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	52

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O sucesso de uma organização pode ser medido pela eficiência com que esta utiliza seus ativos: instalações, maquinários, tecnologia, pessoas ou recursos financeiros. Este modo de mensurar iniciou-se com o aumento da competitividade no ambiente organizacional, causado pelo fenômeno da globalização da economia. Diante desse contexto, a busca pela melhoria contínua passa a ser indispensável para todas as organizações (HAYES *et al.*, 2008).

O autor citado complementa afirmando que, para assegurar sua sobrevivência, as empresas precisam melhorar os processos envolvidos no planejamento da produção. Com isso, é possível dizer que vários elementos contribuem para o aperfeiçoamento dos processos, como aspectos ligados ao mercado. Um exemplo é o conhecimento da demanda.

Desta forma, visando atingir essa eficiência, as empresas conduzem suas atividades para o caminho que acreditam que seu negócio assumirá futuramente. Tendo em vista que este caminho é normalmente traçado baseado em previsões, a elaboração do planejamento para tais previsões deve ser realizada de forma minuciosa (SLACK, JOHNSTON e CHAMBERS, 2002).

A previsão da demanda é uma das atividades mais importantes para uma empresa, pois identifica fatores que influenciam diretamente nas vendas, disponibilizando aos gestores uma visão ampla do mercado. Sendo assim, o planejamento da produção, vendas e finanças, proporciona fortes vantagens competitivas para organização (BALLOU, 2006).

Dito de outra forma, as organizações deparam-se frequentemente com pontos críticos para sua competitividade futuro e crescimento organizacional. Neste ambiente dinâmico onde as organizações estão envolvidas, as decisões gerenciais exercem um papel importante: influenciam a competitividade e resultados. Por isso a necessidade de uma orientação em relação a direcionamentos futuros de fatores e variáveis que influenciam o planejamento nos diferentes horizontes de tempo (curto, médio e longo prazo). Uma previsão correta aumentará as chances de sucesso das organizações, evitará perigos futuros, influenciará nas organizações em escolhas e investimentos corretos, ajudará na manutenção de vantagens competitivas, e favorecerá o aproveitamento de futuras oportunidades (GEORFF; MURDICK, 1986; MAKRIDAKIS, 1996).

Ainda analisando a sua importância, a previsão da demanda é uma ferramenta que possibilita o planejamento estratégico da produção, da comercialização, das finanças e a criação de políticas dentro do setor. A partir deste ponto, os gestores recebem informações

mais acuradas sobre possíveis variações no mercado, sendo assim, adequam suas ações para melhor atender as necessidades do mercado, como qualidade ou quantidade (TUBINO, 2008).

Entretanto, realizar previsões tem sido um grande desafio para as organizações que anseiam ser competitivas. A importância da boa previsão talvez seja suavizar as oscilações do mercado, provendo um horizonte um pouco mais seguro para a tomada de decisão empresarial. Segundo Hill (1994), a existência de um método de previsão de demanda, possibilita que as estratégias de produção sejam satisfatoriamente operacionalizadas. Muitas empresas, no entanto, ainda não possuem um método organizado e estruturado para fazer previsão. Ao invés disto, ainda existe certa desconfiança no ambiente empresarial quanto o assunto é previsão, problemática que está relacionada com questões de poder e política no meio empresarial, ou ainda pelo pouco conhecimento de métodos de previsão eficazes que causam julgamentos equivocados (SAMOHYL *et al.*, 2008).

Portanto, apesar de previsões envolverem certo risco, pior seria não realizar previsão alguma. Makridakis *et al.* (1998) considera o processo de previsão de demanda relevante para as empresas, pois auxilia fundamentalmente no planejamento dos recursos. Segundo Martins e Laugeni (2006) este processo abrange modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda modelos mais subjetivos. É importante que a organização escolha o método que melhor se ajuste a sua realidade.

Tendo em vista a importância desse assunto, foi realizado um estudo de Previsão de demanda na empresa **Speed Belém – Comunicação Visual** para buscar o método que melhor se adequa para realizar a previsão do uso de adesivo comum (AC) nesta organização.

## **1.1 - OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como objetivo determinar o método de previsão mais eficiente, dentre os métodos quantitativos de previsão de demanda, para o consumo de adesivo comum na empresa Speed Belém - Comunicação Visual.

### **Objetivos Específicos**

- Analisar a série temporal de consumo de adesivo comum na empresa em questão;

- Determinar modelos quantitativos de previsão, do tipo Séries Temporais, que melhor se ajustam ao perfil da demanda de uso de adesivo comum na empresa estudada;
- Elaborar, através da aplicação do modelo mais adequado, as previsões de utilização de adesivo comum.

## **1.2 - JUSTIFICATIVA**

Segundo Gaither e Frazier (2001) a previsão da demanda são estimativas futuras de um produto ou serviço. Pode-se dizer que um modelo que consegue realizar de uma forma mais precisa tais estimativas, contribui significativamente para redução de custos desnecessários da empresa. Dito de outra maneira, SAMOHYL *et al.* (2008) afirma que as previsões de demanda com pouca precisão fazem com que a empresa seja onerada com custos. Um exemplo clássico é o da influência que a previsão da demanda tem sobre os estoques. Níveis de estoques além do necessário dificultam a administração e os custos da empresa, tendo sua origem em previsões pouco precisas.

Lindberg e Zackrisson (1991) apontam que um dos maiores problemas ligados ao uso de previsões à tomada de decisões é a escolha do método aplicado para obter a previsão. Neste contexto, Ramos *et al.* (2001) afirma que muitas organizações ainda baseiam suas previsões a partir da opinião de gestores ou equipe de vendas, sobre bases informais, sem a elaboração de um método explícito e consistente.

Tendo em vista esta problemática, o tema escolhido está relacionado com a importância do assunto para todas as empresas que almejam um diferencial. Outro fator pela escolha do tema foi o fato de a empresa estudada não possuir nenhuma metodologia de Previsão de Demanda, dificultando, portanto, a elaboração de um planejamento adequado a sua realidade.

## **1.3 - ESTRUTURA DO TRABALHO**

A fim de atingir os objetivos propostos, o presente trabalho foi dividido em cinco capítulos, descritos a seguir:

No capítulo 1 estão presentes a introdução, objetivos do trabalho e sua justificativa.

O capítulo 2 aborda a metodologia, classificando a pesquisa e suas etapas.

O capítulo 3 apresentará o conteúdo do trabalho. Serão expostos os conceitos de demanda, a importância da previsão da demanda, os métodos de previsão aplicados e os erros de previsão.

No capítulo 4 será abordado o estudo de caso. Este capítulo contém informações sobre a empresa, a escolha da matéria-prima a ser estudada e como foi realizada a coleta dos dados. Apresenta, também, a aplicação dos métodos de previsão de demanda e seus resultados.

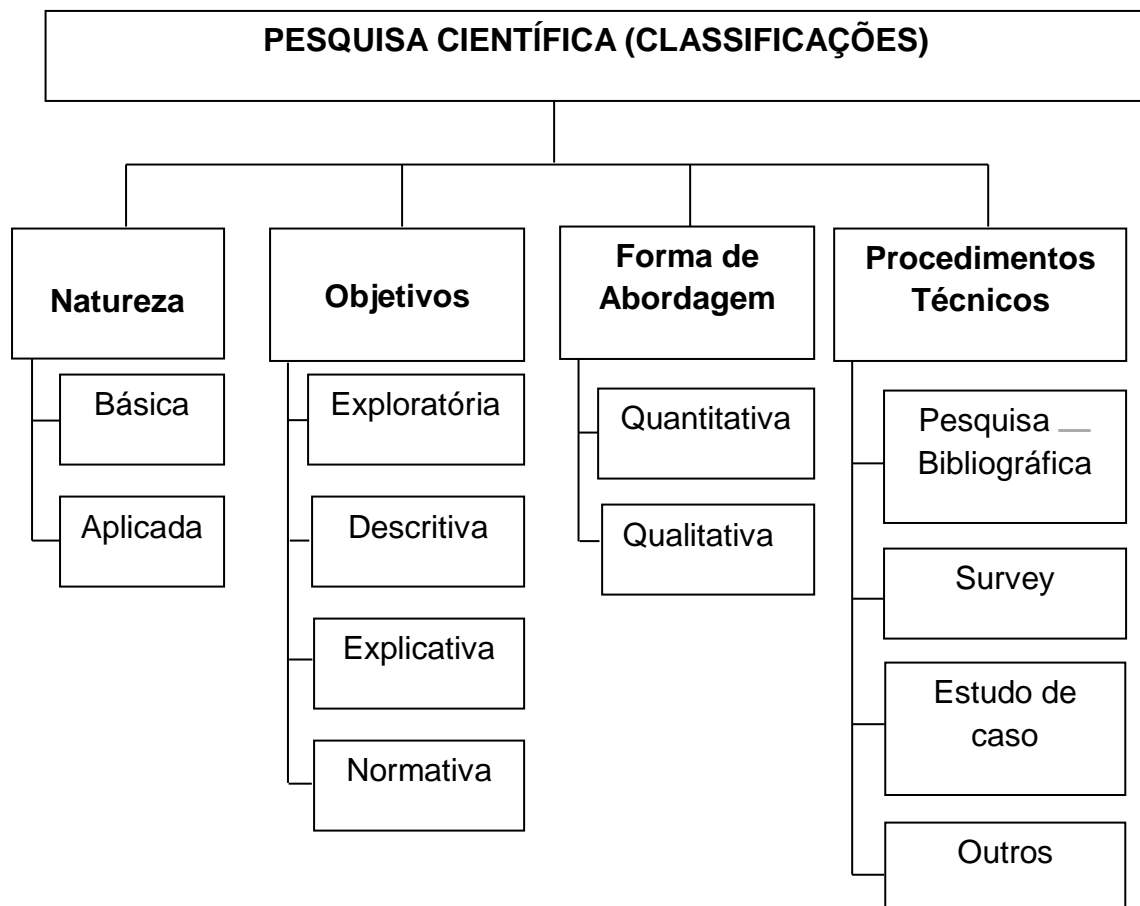
O capítulo 5 finaliza o trabalho fazendo as considerações finais, identificando os objetivos alcançados.

## CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

### 2.1- CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Roesch (2005) “[...] metodologia descreve como o projeto foi realizado. Aconselha-se partir dos objetivos do projeto para definir que tipo de método é mais apropriado”.

Para se solucionar um problema do objeto de estudo, deve-se conduzir uma pesquisa científica que pode ser classificada, dependendo da sua natureza, de seus objetivos, da forma de abordar o problema e procedimentos técnicos, nos seguintes tipos apresentados na Figura 1.



**Figura 1:** Formas de classificação das pesquisas científicas.  
 Fonte: Adaptado de Bertrand e Fransoo (2002) e Silva e Menezes (2005).

Para atingir os três objetivos propostos, utilizou-se uma pesquisa científica com a seguinte classificação:

- Quanto à natureza: a pesquisa foi aplicada, uma vez que, segundo Silva e Menezes (2005), ela teve como escopo “gerar conhecimento para a aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos”. Os objetivos foram encontrar soluções para o problema proposto, visando a empresa estudada, aplicar essas soluções na tomada de decisões gerenciais.
- Quanto ao objetivo: esta foi uma pesquisa exploratória, pois visa proporcionar maiores informações sobre o assunto em estudo; facilitar a delimitação do tema em trabalho; definir os objetivos ou formular as hipóteses da pesquisa ou descobrir um novo enfoque para o trabalho que se deseja desenvolver (ANDRADE, 2001).
- Quanto à forma de abordagem: a pesquisa foi quantitativa, pois buscou traduzir em números opiniões e informações que representam a realidade da organização através de uma amostra (TERENCE; FILHO, 2006).
- Quanto aos procedimentos técnicos: O método utilizado foi o estudo de caso, o qual permite uma verificação de características mais significativas e holísticas. De acordo com Yin (2005), o estudo de caso é a principal estratégia quando as questões são colocadas sob a forma de “como” ou “por que”, que é o caso em estudo. O autor acrescenta que seis fontes de evidências devem ser utilizadas, na medida do possível, para que se obtenha um bom estudo de caso, a saber: (1) documentação; (2) registro em arquivos; (3) entrevistas; (4) observações diretas; (5) observações participantes; (6) artefatos físicos.

## 2.2 - ETAPAS DA PESQUISA

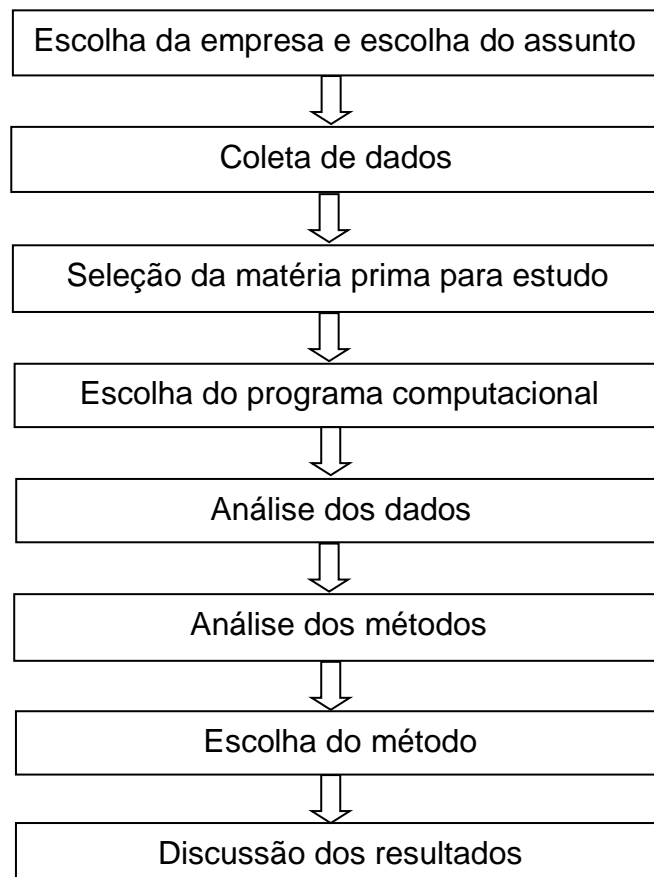
A pesquisa foi desenvolvida em oito fases, descritas a seguir:

- Fase 1: esta fase foi definida como uma fase explanatória, onde foi realizado o levantamento sobre o assunto de interesse de pesquisa. Nesta fase, foi observada uma situação problema e uma questão: “Qual é o método quantitativo de previsão de demanda capaz de fazer a previsão para o consumo de adesivo comum de forma mais assertiva?”. Diante disso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para aumentar o conhecimento sobre o assunto.
- Fase 2: nesta fase, foi realizada a coleta de dados na empresa, como a observação, entrevistas e coleta de dados.
- Fase 3: nesta etapa foi selecionada a matéria-prima da empresa a ser utilizada para aplicação de métodos de previsão de séries temporais. Esta seleção foi feita através de

uma classificação ABC, de onde foi selecionado os produtos de maior importância, em termos de faturamento, para a empresa.

- Fase 4: nesta etapa foi escolhido o programa a ser utilizado;
- Fase 5: analisou-se preliminarmente os dados obtidos para a aplicação dos métodos de previsão.
- Fase 6: ocorreu-se o estudo dos dados obtidos, analisando os métodos quanto à precisão.
- Fase 7: definiu-se o método de previsão mais assertivo a ser utilizado.
- Fase 8: analisou-se e discutiu-se os resultados encontrados e apresentou-se a proposta do método de previsão escolhido a ser aplicado.

Essas fases estão esquematizadas na Figura 2 a seguir:



**Figura 2:** Fluxograma das etapas da pesquisa  
Fonte: Elaborado pelo autor

## **CAPÍTULO 3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 - DEMANDA**

Kotler (1991) define a demanda de um produto como “o volume total que seria comprado por um grupo definido de consumidores em uma área geográfica definida, em um período de tempo definido, em um ambiente de mercado definido e mediante um programa definido de marketing”.

Já Tubino (2009) considera demanda a disposição dos clientes ao consumo de bens e serviços ofertados por uma organização. Lustosa *et al.* (2008) complementa afirmando que, essa demanda é influenciada por vários fatores que se estendem desde as condições macroeconômicas até questões operacionais, como exemplo a disponibilidade do produto e preço no ponto de venda.

No próximo tópico são apresentados alguns conceitos relacionados a previsão da demanda.

### **3.2 - PREVISÃO DA DEMANDA**

Para Martins e Loureiro (2004) prever algo é obter informações sobre o futuro baseado nos dados históricos existentes tratados por modelos estatísticos, matemáticos, econométricos ou modelos subjetivos relacionados com o conhecimento tácito. A previsão de demanda, portanto, consiste em obter informações das possíveis vendas futuras dos produtos ou serviços.

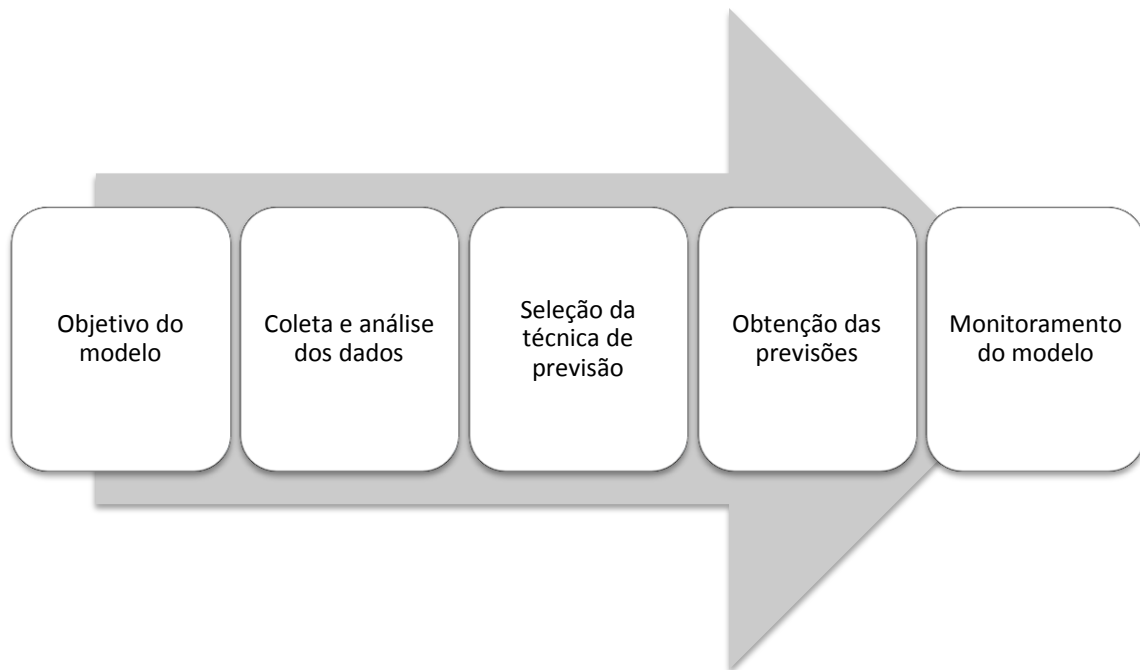
Desta forma, as previsões de demanda são bastante importantes para a gestão em diversas áreas das empresas, e servem para auxiliar o planejamento da necessidade de recursos para área financeira, o planejamento das alterações da força de trabalho na área de gestão de pessoas e agendamento de promoções na área de vendas, além de serem essenciais para o gerenciamento da produção, na operacionalização da gestão de estoques e no desenvolvimento de planos agregados de produção (PELLEGRINI; FOGLIATTO, 2001).

Analisando de outra maneira, as vendas nem sempre equivalem à demanda efetiva de um produto. Desse modo, a previsão de demanda é necessária para orientar a alocação dos recursos de produção ao longo de determinado período de tempo, fazendo com que o gestor do processo produtivo possa reservar capacidade em suas operações para viabilizar o atendimento às necessidades do consumidor. Também são utilizadas para elaborar os planos

estratégicos de produção definindo qual família de produtos e serviços oferecer ao mercado, que qualificação de mão de obra buscar e quais instalações e equipamentos dispor (TUBINO, 2009).

Já Makridakis *et al.* (1998) considera o tempo entre a consciência de um evento e a ocorrência desse evento (*lead time*) o principal motivo para a previsão e planejamento serem considerados necessários. Por essa razão, a importância do planejamento está relacionada com o tempo do *lead time*, ou seja, quanto maior o *lead time*, maior a importância da previsão. Sendo assim, partindo do ponto que o motivo da previsão é a antecipação da ação, para uma previsão ser bem sucedida, ela precisa ser transformada em ação.

Para elaborar um modelo de previsão, algumas etapas precisam ser seguidas, como ilustra a Figura 3. Na primeira etapa, é preciso definir os objetivos do modelo de previsão e qual a utilidade do mesmo. O segundo passo é verificar a disponibilidade de dados, onde é necessária a identificação de uma série histórica para servir de base no modelo de previsão. Para identificar o método mais adequado, é preciso ter atenção na coleta das informações e na escolha da técnica (BALLOU, 2001).

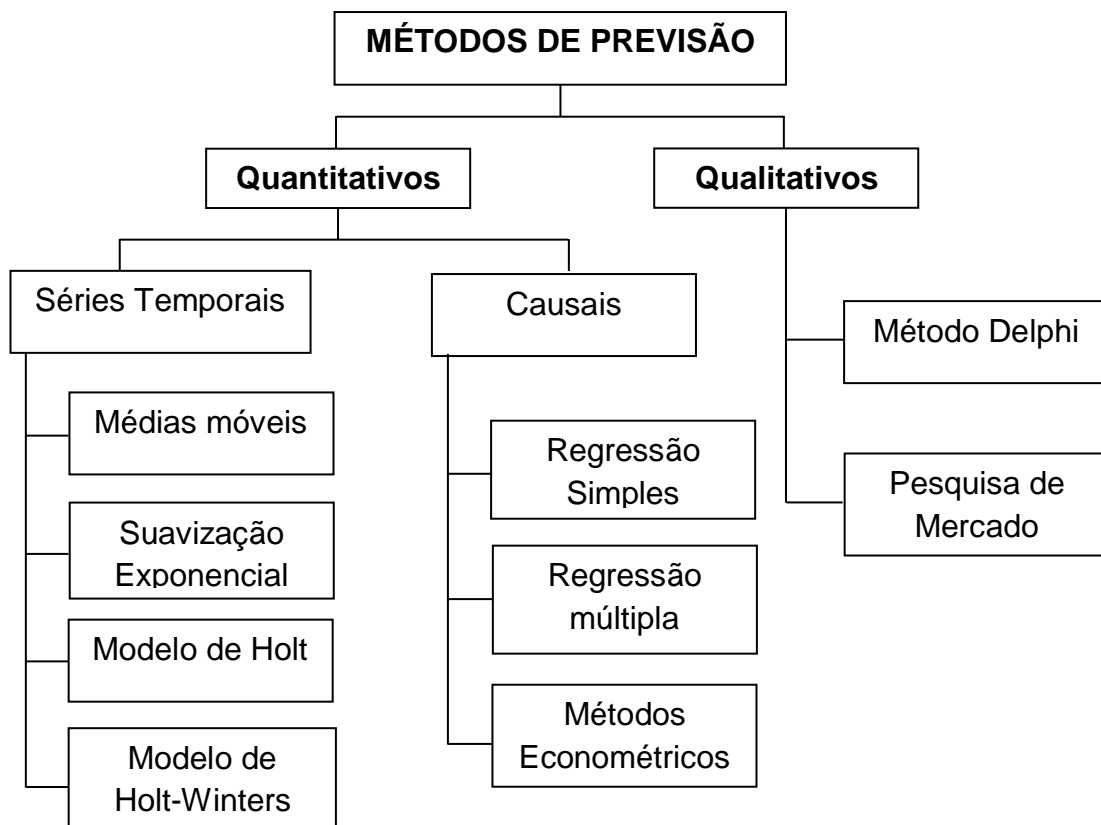


**Figura 3:** Etapas de um modelo de previsão  
Fonte: Adaptado de TUBINO (2009).

As previsões são classificadas de acordo com a extensão do horizonte de tempo a que são analisadas, em relação à coleta de dados ou em relação às variáveis de interesse. São

vários critérios possíveis de classificar os métodos de previsão, entretanto a classificação mais simples leva em conta o tipo de abordagem usada, ou seja, o tipo de instrumentos e conceitos que formam a base da previsão, sendo classificados como qualitativos ou quantitativos (MOREIRA, 2009).

Desta forma, Tubino (2009) destaca que as técnicas qualitativas são usadas quando não se dispõe de tempo para coletar e analisar os dados das demandas anteriores, na introdução de novos produtos e na instabilidade do cenário ambiente político-econômico, ou ainda, em conjunto com técnicas quantitativas, de acordo com as estratégias da empresa. As técnicas quantitativas, por sua vez, são utilizadas para analisar os dados passados objetivamente, empregando-se modelos matemáticos para projetar a demanda futura. Esta última técnica pode ser subdividida em dois grupos: as técnicas baseadas em séries temporais e as técnicas baseadas em séries causais. A Figura 4 apresenta alguns desses métodos de previsão de demanda.



**Figura 4:** Alguns métodos de Previsão de Demanda  
Fonte: Adaptado de Lustosa *et al.* (2008)

Os dois métodos, qualitativos e quantitativos, possuem características em comum. Em geral, de acordo com Arnold (1999), eles são constituídos por quatro princípios fundamentais:

- a) As previsões geralmente estão erradas; erros são inevitáveis e devem ser esperados;
- b) Por isso, as previsões devem estar acompanhadas com estimativas de erros;
- c) As previsões são mais precisas e adequadas para grupos ou famílias;
- d) As previsões são mais precisas para períodos de tempos mais próximos; quanto maior for a distância temporal do presente, maior é a incerteza;

O sucesso na previsão da demanda está relacionado com a escolha da técnica. Devem ser considerados para esta escolha diversos fatores, sendo considerados os principais: o custo de sua implantação e a acuracidade de suas previsões, a disponibilidade de dados históricos, a experiência passada com a aplicação de determinada técnica, a disponibilidade de tempo para coletar, analisar e preparar os dados e a previsão, e o período de planejamento para o qual se necessite da previsão (TUBINO, 2009).

É importante destacar que este trabalho está voltado à aplicação de um modelo quantitativo de previsão de demanda, portanto apenas conceitos e exemplos desse tipo de modelo serão abordados a seguir.

### 3.3 - MÉTODOS QUANTITATIVOS

As técnicas quantitativas envolvem análise numérica dos dados passados, desconsiderando opiniões pessoais ou palpites (TUBINO, 2009). Através da utilização da mesma massa de dados e do mesmo método, dois especialistas chegam a resultados idênticos, devido à ausência de subjetividade (ARMSTRONG, 1983). A previsão quantitativa pode ser obtida através de duas abordagens principais: análise de séries temporais e métodos causais (THOMAS, 1996).

Os métodos causais trabalham não só com a análise passada da variável a ser prevista, mas trabalha também com a análise de outras variáveis que possam ter influência sobre ela (ARCHER, 1980). Desta forma, Fernandes e Filho (2010) afirmam que a abordagem causal identifica uma ou mais variáveis (independentes) que possam ajudar na previsão da demanda futura de um produto (variável dependente).

Como a aplicação de métodos causais não fazem parte do objetivo do presente trabalho, apenas um breve comentário sobre tais métodos foram feitos.

Por outro lado, Fernandes e Filho (2010) entendem que a série temporal é um conjunto de observações ordenadas no tempo. Na previsão utilizando séries temporais, considera-se que o futuro pode ser previsto com base no histórico de dados passados. Sendo assim, Lustosa *et al.* (2008) alega que o padrão de demanda observado no passado deve repetir-se no futuro e, baseado nessa premissa, são feitas novas previsões.

Para Wanke e Julianelli (2006) as técnicas das séries temporais são fundamentadas na identificação de padrões existentes nos dados históricos, para seu uso no cálculo do valor previsto. Desta forma, esses tipos de técnicas levam em consideração os componentes de séries temporais, sendo os principais citados a seguir:

- **Nível:** representa o comportamento da demanda caso não houvesse nenhum outro componente. É geralmente o ponto inicial de uma série de vendas;
- **Tendência:** representa o crescimento ou declínio de uma série no médio ou longo prazo;
- **Sazonalidade:** representa um comportamento periódico de curto ou médio prazo, isto é, se repete em determinado período;
- **Ciclo:** é um comportamento similar à sazonalidade, mas representa as flutuações ocorridas no longo prazo, sendo repetidas a cada três, quatro ou mais anos. Geralmente, esta componente sofre influência das variações econômicas das nações;
- **Aleatoriedade:** representa as variações restantes, que não são explicadas pela tendência, sazonalidade e ciclo. Eventos particulares não recorrentes são suas principais causas.

É importante salientar que a previsão não constitui um fim em si, e sim um modo de fornecer informações para uma consequente tomada de decisões, visando determinados objetivos (MORETTIN; TOLOI, 1987). Dessa forma, quanto mais apurada for a técnica de previsão usada, melhor será a base sobre a qual o planejador tomará suas decisões (TUBINO, 2009).

### **3.3.1 - Médias Móveis**

A média móvel pode ser entendida como a média de um dado número de períodos ( $n$ ) que é atualizada, substituindo os dados do período anterior pelos dados do período mais recente (DAVIS *et al.*, 2001). Maior será a influência das demandas mais antigas sobre a

previsão quanto maior for o valor de  $n$  (PEINALDO; GRAEML, 2007). De acordo com Lustosa *et al.* (2008), a previsão de demanda feita no instante “ $t$ ” para “ $k$ ” períodos adiante é dada pela Equação (1):

$$F_t(t + k) = \frac{D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-n+1}}{n} \quad k = 1, 2, \dots \quad (1)$$

Onde:

$D_t$ : demanda real no período  $t$ ;

$n$ : a quantidade de períodos considerada.

O uso desta técnica pode trazer bons resultados na identificação de uma tendência dentro da flutuação dos dados, em situações em que a demanda não cresce nem decresce rapidamente, e também não apresenta sazonalidade (DAVIS *et al.*, 2001). Este método é bastante utilizado por sua facilidade de implementação e por necessidade de pouco dados históricos para sua aplicação (LEMOS, 2006).

### 3.3.2 - Modelo De Suavização Exponencial

Os modelos de suavização exponencial são caracterizados pela decomposição de uma série temporal em componentes, suavizar seus valores passados (dar pesos diferenciados que diminuem exponencialmente com o tempo) e então recompor as componentes para fazer previsões. As três componentes na suavização exponencial são: nível, tendência e sazonalidade. O nível é o valor médio da observação no período (valor observado retirando a sazonalidade e o erro aleatório), a tendência é a diferença sequencial de dois níveis consecutivos e a sazonalidade é um evento que se repete com uma periodicidade constante (MIRANDA, 2009).

A suavização exponencial requer apenas os dados da própria série para realizar previsões, sem a necessidade de uma variável independente, tais como inflação ou área disponível para armazenar produtos. Isto traz a vantagem da rapidez, uma vez que não é necessário buscar ou medir outras variáveis (COELHO, 2008).

Makridakis *et al.* (2008) afirma que, os métodos de previsão de demanda que aplicam suavização exponencial se dividem em: (i) suavização exponencial simples; (ii) suavização exponencial linear de Holt; e (iii) suavização exponencial de Holt-Winters. Desta forma, Miranda (2009) entende que, o modelo de suavização exponencial simples só apresenta a componente de nível; o modelo de Holt aborda tanto o nível como tendência; por fim, o

modelo de Holt-Winters utiliza o nível, a tendência e sazonalidade na modelagem. Tais métodos são descritos na sequência.

Neste trabalho, a variável “nível” pode ser entendida como “base”.

### 3.3.2.1 - Suavização Exponencial Simples (SES)

Pode-se aplicar a suavização exponencial simples para gerar previsões quando os dados da série são localmente constantes, isto é, apresentam tendência insignificante. De acordo com Lustosa *et al.* (2008), pressupõe-se que, na suavização exponencial simples, a demanda oscila em torno de uma demanda base constante. A partir de um valor inicial, a “base” é ajustada a cada período, conforme novos dados de demanda são acrescentados à série histórica.

A equação (2) mostra a correção da base, que consiste em adicionar uma fração  $\alpha$  da diferença entre a demanda real e a estimativa anterior da demanda base. Se a demanda real for maior que a base anterior, há uma correção positiva, e vice-versa (LUSTOSA *et al.*, 2008).

$$B_t = B_{t-1} + \alpha \times (D_t - B_{t-1}) \quad (2)$$

Onde:

$B_t$ : base ao final do instante  $t$ ;

$D_t$ : demanda do período  $t$ ;

$\alpha$ : constante de suavização;

A destaque colocado sobre as observações é controlada pela constante de suavização  $\alpha$ , cujos valores variam entre 0 e 1 (ELSAYED; BOUCHER, 1994). Quanto maior for o valor de  $\alpha$ , maior relevância será dada às observações imediatamente anteriores e, portanto, o modelo reagirá rapidamente frente a mudanças recentes no comportamento da série. Inversamente, valores de  $\alpha$  próximos a zero, implicam que o modelo demorará a incorporar alterações no padrão dos dados, uma vez que as observações mais recentes são relativamente pouco relevantes (MONTGOMERY *et al.*, 1990).

Dito de outra forma, Lustosa *et al.* (2008) afirma que a constante de suavização da base ( $\alpha$ ), determina se a curva de projeção será mais ou menos suave. Sendo assim, valores próximos a zero implicam em menores correções da base, resultando numa curva de projeção mais suave. Ao contrário, valores próximos de um produzem maiores correções, que irão resultar em uma série projetada mais irregular.

A equação (2) pode ser reescrita, dando origem à equação (3), que é a forma usual de apresentação do cálculo da base. Nesse modelo, a previsão de demanda será simplesmente a última estimativa da base, para qualquer instante futuro, conforme a equação (4) (LUSTOSA *et al.*, 2008).

$$B_t = \alpha \times D_t + (1 - \alpha) \times B_{t-1} \quad (3)$$

$$F_t(t + k) = B_t \quad k = 1, 2, \dots \quad (4)$$

onde:

$B_t$ : base ao final do instante  $t$ ;

$D_t$ : demanda do período  $t$ ;

$\alpha$ : constante de suavização;

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

A inicialização do método de Suavização Exponencial Simples requer um valor para  $B_1$ . Pode-se proceder de duas maneiras: considerar  $B_1$  igual a  $D_1$ ; ou utilizar um valor obtido com a média das primeiras observações da série temporal (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).

### 3.3.2.2 - Método de Holt

Utilizado para séries que apresentam tendências, o método de Holt, também conhecido como método de suavização exponencial linear, emprega uma variável para refletir o aumento da demanda de um período para outro. Essa variável (base) é também atualizada exponencialmente e utilizada para calcular a previsão (LUSTOSA *et al.*, 2008). As equações (5), (6) e (7) mostram os cálculos de previsão utilizando este método.

$$B_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(B_{t-1} + T_{t-1}) \quad (5)$$

$$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (6)$$

$$F_t(t + k) = B_t + kT_t \quad k = 1, 2, \dots \quad (7)$$

Onde:

$B_t$ : base ao final do instante  $t$ ;

$D_t$ : demanda do período  $t$ ;

$T_t$ : tendência ao final do período  $t$ ;

$\alpha$ : constante de suavização;

$\beta$ : constante de suavização para a tendência.

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

Tem-se na equação (5) o cálculo da mediana ponderada entre a demanda real e a nova base (variável), a qual por sua vez começa a incorporar uma quantia de aumento ou redução da demanda expressa na variável tendência. Já na equação (6) é feita a suavização da tendência, calculada a partir da variação da base nos dois últimos períodos e a estimativa anterior. Enquanto a equação (7), de acordo com uma progressão linear, fornece a previsão de demanda para “ $k$ ” períodos à frente (LUSTOSA *et al.*, 2008).

Makridakis *et al.* (1998) afirma que, para inicializar o método de Holt são necessárias duas estimativas, uma é o valor suavizado para  $B_1$  e outra é a tendência  $T_1$ . Considera-se como alternativa considerar  $B_1$  igual a  $D_1$  e  $T_1$  igual a zero ou igual a diferença entre os dois primeiros valores da série ( $D_1 - D_2$ ).

### 3.3.2.3 - Método de Holt-Winters

O método de Holt-Winters, também conhecido como suavização exponencial tripla, é uma extensão do método de Holt e acrescenta uma equação para estimar a sazonalidade (MARTINS; LAUGENI, 2006).

Em 1957, Holt propôs um método para previsão de séries temporais com sazonalidade. Winters, em 1960, estudou seu método e este ficou conhecido então por método de Holt-Winters. Este método fundamenta-se em três equações de suavização, uma para o nível, uma para a tendência, e uma para a sazonalidade, e se divide em dois tipos diferentes: um que trata a sazonalidade de forma aditiva e outro que a trata de forma multiplicativa (HYNDMAN *et al.*, 2008).

#### *Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters*

Segundo Koehler *et al.* (2001), o modelo multiplicativo de Winters se ajusta, de um modo mais adequado, a séries com tendência e sazonalidade multiplicativa; Em outras palavras, àquelas nas quais a amplitude da variação sazonal aumenta com o acréscimo no nível médio da série temporal.

Para o tratamento da sazonalidade de forma multiplicativa, a equação (8) é utilizada para nível, a equação (9) para a tendência e a equação (10) para a sazonalidade .

$$B_t = \alpha \frac{D_t}{I_{t-L}} + (1 - \alpha)(B_{t-1} + T_{t-1}) \quad (8)$$

$$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (9)$$

$$I_t = \gamma \frac{D_t}{B_t} + (1 - \gamma)I_{t-L} \quad (10)$$

Através da equação (11) é possível calcular a previsão através do método multiplicativo de Winters.

$$F_t(t + k) = (B_t + kT_t)I_{t-L+k} \quad (11)$$

Onde:

$L$ : comprimento da sazonalidade;

$D_t$ : demanda do período  $t$ ;

$B_t$ : base ao final do instante  $t$ ;

$T_t$ : tendência ao final do instante  $t$ ;

$I_t$ : índice de sazonalidade do instante  $t$ ;

$\alpha$ : constante de suavização para a base;

$\beta$ : constante de suavização para a tendência;

$\gamma$ : constante de suavização para a sazonalidade;

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

Assim como no método de Holt, para estimar os parâmetros do modelo é necessário estabelecer valores iniciais para as componentes. De acordo com Makridakis et al. (1998), esses valores podem ser obtidos através das equações (12) a (14). Morettin & Toloí (1981) indicam a utilização de  $T_s = 0$ .

$$B_L = \frac{\sum_{k=1}^L D_k}{L} \quad (12)$$

$$T_L = \frac{(\frac{D_{L+1} - D_1}{L} + \frac{D_{L+2} - D_2}{L} + \dots + \frac{D_{L+L} - D_L}{L})}{L} \quad (13)$$

$$I_k = \frac{D_k}{B_L} \quad k = 1, 2, 3, \dots, s \quad (14)$$

Onde:

$L$ : comprimento da sazonalidade;

$B_s$ : base inicial;

$T_s$ : tendência inicial;  
 $I_k$ : índice de sazonalidade inicial.

### *Modelo Sazonal Aditivo de Winters*

Para Koehler *et al.* (2001), o modelo aditivo de Winters apresenta maior capacidade de explicação em séries que possuem tendência e sazonalidade aditiva. Em outras palavras, este modelo é usado nas séries onde o efeito sazonal não é função do nível médio corrente da série temporal e pode ser adicionado ou subtraído de uma previsão dependente apenas de nível e tendência.

No modelo da componente sazonal de forma aditiva, a equação (15) para o nível, a (16) para a tendência e a (17) para a sazonalidade são utilizadas para a suavização. Através da equação (18) é calculada a previsão pelo método aditivo de Holt-Winters.

$$B_t = \alpha(D_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha)(B_{t-1} + T_{t-1}) \quad (15)$$

$$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (16)$$

$$I_t = \gamma(D_t - B_t) + (1 - \gamma)I_{t-L} \quad (17)$$

$$F_t(t + k) = B_t + kT_t + I_{t-L+k} \quad (18)$$

Onde:

$L$ : comprimento da sazonalidade;  
 $D_t$ : demanda do período  $t$ ;  
 $B_t$ : base ao final do instante  $t$ ;  
 $T_t$ : tendência ao final do instante  $t$ ;  
 $I_t$ : índice de sazonalidade do instante  $t$ ;  
 $\alpha$ : constante de suavização para a base;  
 $\beta$ : constante de suavização para a tendência;  
 $\gamma$ : constante de suavização para a sazonalidade;  
 $F_t(u)$ : previsão ao final do período  $t$  para o período  $u$  ( $u > t$ )

Para Hyndman *et al.* (2008), as constantes de suavização ou amortecimento Alfa ( $\alpha$ ), Beta ( $\beta$ ) e Gama ( $\gamma$ ) utilizadas no método são normalmente limitadas a situar-se entre 0 e 1.

Os valores iniciais de base e tendência são os mesmos do modelo multiplicativo, com exceção dos valores sazonais iniciais que são dados pelas equações a seguir:

$$I_1 = D_1 - B_L \quad (19)$$

$$I_2 = D_2 - B_L \quad (20)$$

$$I_t = D_t - B_L \quad (21)$$

### 3.4 - MEDIDAS DE ERROS DE PREVISÃO

Erros são inevitáveis no processo preditivo. Até um procedimento formal, como um método de previsão computacional, é limitado pela acurácia das suposições nas quais ele é baseado (EVANS, 1982). A precisão da previsão depende da acurácia dos dados de entrada do sistema, da estabilidade do processo gerador dos dados, do horizonte de previsão, de flutuações da demanda e do método de previsão utilizado (ELSAYED; BOUCHER, 1994). A instabilidade da demanda reflete na precisão da previsão, necessitando de um sistema de previsão mais elaborado (KOTLER, 1991).

Para obter a precisão de um dado modelo, são utilizadas medidas de acurácia. Estas medidas são utilizadas na construção dos modelos, para minimizar, ou então escolher um modelo dentro de um grupo de modelos disponíveis. (ARMSTRONG; COLLOPY, 1992).

Para selecionar uma técnica de previsão é preciso saber qual objetivo se pretende alcançar. Para a maioria dos gestores, os objetivos são a redução das incertezas para tomadas de decisão e alcance da capacidade de quantificar o efeito de decisões alternativas. Bons modelos de previsão não só fornecem redução de incerteza aos gestores, mas simulam, também, as consequências de um futuro incerto (HOSHMAND, 2009).

De acordo com Bowersox, Cooper e Closs (2006), a precisão da previsão é dada pela diferença entre as previsões e as vendas reais correspondentes. Avaliação e análise de erros são necessários para aperfeiçoar a precisão da previsão.

É possível mensurar e acompanhar a amplitude dos erros de previsão de várias formas, contudo, o erro médio absoluto e o erro médio quadrático são os mais usuais (CORRÊA; CORRÊA, 2006).

Há várias formas de calcular uma medida de erro de previsão, sendo classificadas em dois tipos: absolutas ou relativas.

Segundo Hyndman e Koehler (2006), as medidas absolutas são dependentes da escala, o que significa que dependem da ordem de grandeza dos dados em estudo. Para este tipo, as medidas mais comuns são: Erro Quadrático Médio (*Mean Square Error* – MSE), Raiz do Erro

Quadrático Médio (*Root Mean Square Error – RMSE*), Erro Absoluto Médio (*Mean Absolute Error – MAE*) e Erro Absoluto Mediano (*Mean Absolute Error – MdAE*).

Já as medidas relativas se baseiam em erros percentuais e independem da escala. Como medidas mais comuns deste tipo: Erro Percentual Absoluto Médio (*Mean Absolute Percentage Error – MAPE*), Erro Percentual Absoluto Mediano (*Median Absolute Percentage Error – MdAPE*), Raiz do Erro Percentual Quadrático Médio (*Root Mean Square Percentage Error – RMSPE*) e Raiz do Erro Percentual Quadrático Mediano (*Root Median Square Percentage Error – RMdSPE*) (HYNDMAN; KOEHLER, 2006).

### 3.4.1 - Erro Médio (EM)

Para Lustosa *et al.* (2008), o Erro Médio é obtido a partir dos desvios de “n” períodos consecutivos. Neste sentido, o erro médio tende a ser pequeno conforme os erros negativos e positivos se compensem. Este erro pode ser calculado de acordo com a equação (22).

$$EM = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)}{n} \quad (22)$$

Onde:

$EM$ : erro médio de previsão;

$D_t$ : demanda observada no período  $t$ ;

$F_t$ : previsão para o período  $t$ .

Erros positivos implicam que a demanda superou a previsão. Por outro lado, erros negativos significam que a previsão superou a demanda (LUSTOSA *et al.*, 2008).

### 3.4.2 - Erro Absoluto Médio (MAD)

Medindo o afastamento médio das previsões em relação aos valores reais, o MAD calcula a média dos desvios absolutos (sem sinal). Sendo assim, seu valor ideal seria igual a zero (MENTZER; BIENSTOCK, 1998; LUSTOSA *et al.*, 2008). A sua equação é definida de acordo com a equação (23).

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |D_t - F_t|}{n} \quad (23)$$

Onde:

$D_t$ : demanda real no período  $t$ ;

$F_t$ : previsão para o período  $t$ ;

$N$ : número de períodos de previsão

### 3.4.3 - Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE)

Devido suas relevâncias teóricas no modelamento estatístico, o RMSE e o MSE (Erro Quadrático Médio), dos métodos absolutos, têm sido os mais populares (HYNDMAN; KOEHLER, 2006). É possível calcular o MSE de acordo com a equação (24), e utilizando a equação (25), é obtido o RMSE.

$$MSE = \frac{\sum_{n=1}^N (D_t - F_t)^2}{N} \quad (24)$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (25)$$

Onde:

$t$ : período  $t$ ;

$N$ : número de elementos da série;

$D_t$ : demanda real no período  $t$ ;

$F_t$ : previsão para o período  $t$

### 3.4.4 - Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE)

Por outro lado, o MAPE, é o mais utilizado dentre as medidas relativas, pelo fato de ser bem interpretativa e bastante apropriada no planejamento, sendo calculada seguindo a equação (26) (FADER *et al.*, 2003).

$$MAPE = \frac{\sum_{n=1}^N \left| \frac{D_t - F_t}{D_t} \right|}{N} \quad (26)$$

Onde:

$D_t$ : demanda real no período  $t$ ;

$F_t$ : previsão para o período  $t$ ;

$N$ : número total de períodos

O Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE) faz uma relação do erro de previsão no nível de demanda. É bastante útil na análise do desempenho da previsão sob uma perspectiva apropriada (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

Conforme Swamidass (2000), o MAPE é resultado da média dos erros percentuais absolutos das previsões. Esta medida de erro soma os erros percentuais sem considerar os sinais, evitando que erros positivos e negativos anulem-se. Desta forma, o MAPE possui um apelo gerencial e é frequentemente utilizado em previsões. Quanto menor o MAPE, melhor é a previsão.

## CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO

### 4.1 - A EMPRESA ESTUDADA

A empresa em estudo é a Speed Belém – Comunicação Visual, localizada na cidade de Belém – PA, é uma empresa individual e está no mercado de comunicação visual há 19 anos.

A empresa trabalha com a prestação de serviço na área de comunicação visual, atuando com seus principais produtos: *banners*, placas de sinalização, *front light*, *móviles*, *totens*, *woobles*, troféus e medalhas, lonas com estrutura metálica, lona com ilhós, *totens*, adesivos para aplicação em veículos e paredes entre planos e brindes em acrílico.

A maior parte destes produtos tem como matéria prima lonas, acrílico, MDF, PVC, *foan*, ACM, chapas metálicas, adesivo transparente, adesivo jateado, adesivo vinil, adesivo perfurado e adesivo comum, sendo este último objeto de estudo.

A empresa possui como clientes empresas em todos os seus níveis, desde a microempresa a grandes empresas regionais. Eventualmente são atendidos clientes singulares ou pessoas físicas.

Ainda assim, há atualmente uma proposta de criação de uma equipe de vendas que possam apresentar a empresa a novos públicos, como é o caso de agências publicitárias e o público universitário. A ideia é buscar novos parceiros dentro deste mercado não atingido pela organização.

### 4.2 - DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A visão estratégica da empresa está associada ao ambiente interno e externo, e pretende em 2016 estar estruturada física e organizacionalmente, ser reconhecida no mercado como a melhor empresa da região norte da área de comunicação visual, saudável econômica e financeiramente com equipe capacitada tecnicamente, e contribuir com ações de preservação do meio ambiente.

Deste modo, a empresa visa aumentar seu faturamento, aumentando suas vendas e diminuindo seus custos. Contudo, pedidos pontuais e sazonais geram dificuldades à empresa, no que diz respeito ao planejamento e previsão de demanda.

A empresa não realiza um controle de estoque de matérias primas, ou seja, os materiais são comprados de acordo com a falta no estoque. Em outras palavras, a empresa não

se antecipa na compra de materiais para dar continuidade à produção, o que reflete no tempo em que as máquinas ficam ociosas por falta de matéria prima.

Quando ocorre a falta de algum material, entra-se em contato com o fornecedor para realizar a compra e a entrega desse material, o que acaba gerando ao final de um período um enorme gasto com esses insumos. Isso ocorre também para o adesivo comum, que é uma das principais matéria primas da empresa, como dito anteriormente. Neste caso, o adesivo comum precisa passar pela impressora, e sua falta faz com que esta máquina fique parada.

Diante deste contexto, um sistema de previsão de demanda adequado à demanda de produtos que precisam de adesivo comum permitiria a redução de gastos com fornecedores, uma vez que seria possível tentar um desconto, tendo em vista a quantidade de insumo a ser comprado; a redução de gasto com entregas, já que seria pago apenas um serviço durante o período; e o aumento de produtos fabricados, devido à continuidade de impressão de material na impressora.

#### 4.3 - COLETA DE DADOS

Apesar de existir há 19 anos, apenas em Janeiro de 2013 a empresa em estudo passou a utilizar um programa computacional capaz de emitir e armazenar todas as ordens de serviços. Desse modo, é possível visualizar todos os produtos que foram elaborados desde o início do uso desse programa.

Em uma ordem de serviço é possível identificar os pedidos dos clientes, o tipo e a quantidade (em metros quadrados) de material a ser utilizado para este pedido. Sendo assim, a coleta de dados foi realizada anotando e analisando a quantidade de adesivo comum necessária para a elaboração de produtos finais, no período de janeiro de 2013 à abril de 2014. Estes dados foram coletados nos meses de março e abril de 2014.

#### 4.4 - DEFINIÇÃO DA MATÉRIA PRIMA A SER ANALISADA

A empresa, em questão, trabalha com a elaboração dos mais variados tipos e tamanhos de produtos, dessa forma, ficaria inviável escolher um produto final a ser estudado. Por outro lado, através dos dados coletados e de entrevistas com os colaboradores da organização, foi possível perceber que apesar da empresa utilizar vários tipos de insumos, dois deles estão presentes em quase todos os produtos fabricados, os quais são: lona e adesivo comum.

Desta forma foi feita uma curva ABC das matérias primas que a empresa utiliza, tomando por base de importância, as que mais trouxeram retorno financeiro no período de janeiro à abril de 2014. Por solicitação de sigilo de informações absolutas, a análise desta curva apresentada na Tabela 1, contém apenas o valor relativo (em porcentagem) das matérias primas sobre as vendas.

**Tabela 1:** Classificação ABC das matérias primas

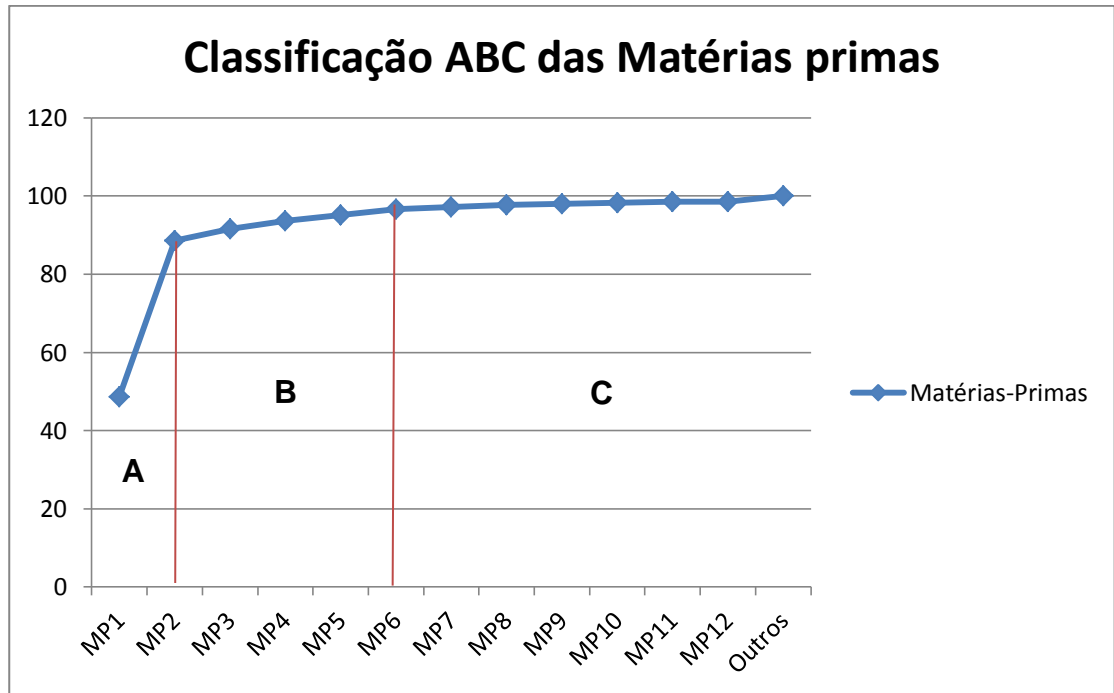
<b>MATÉRIAS PRIMAS</b>	<b>% EM VENDAS (EM R\$)</b>	<b>% ACUMULADA</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO ABC</b>
MP1	48,65	48,65	A
MP2	40,00	88,65	A
MP3	2,9	91,55	B
MP4	2,15	93,7	B
MP5	1,47	95,17	B
MP6	1,45	96,62	B
MP7	0,56	97,18	C
MP8	0,51	97,69	C
MP9	0,33	98,02	C
MP10	0,29	98,31	C
MP11	0,21	98,52	C
MP12	0,03	98,55	C
Outros	1,45	100	C
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		

Fonte: Elaborada pelo autor

Na coluna 1 da Tabela 1 estão apresentadas de “MP1” a “Outros” as matérias primas (MP) utilizadas na empresa. Na coluna 2, está apresentada a contribuição, em porcentagem, das matérias primas em relação às vendas efetuadas de janeiro a abril de 2014. Já na coluna 3, esta porcentagem está mostrada de forma acumulada, ou seja, somando a porcentagem de contribuição da matéria prima com as anteriores. A classificação ABC se dá na coluna 4, onde os insumos “A” possuem maior importância do que os insumos “B”, que por sua vez, são mais importantes do que os insumos “C”.

Desta forma, a escolha do adesivo comum como matéria prima a ser estudada, deu-se pelo fato deste material representar 40% sobre o total de vendas da empresa. Este insumo está inserido na tabela como MP2. A MP1 não foi selecionada por apresentar variações.

Outra forma de visualizar a curva ABC é através da Figura 5, apresentado a seguir:



**Figura 5:** Classificação ABC das matérias primas  
Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.5 - SELEÇÃO DO PROGRAMA COMPUTACIONAL

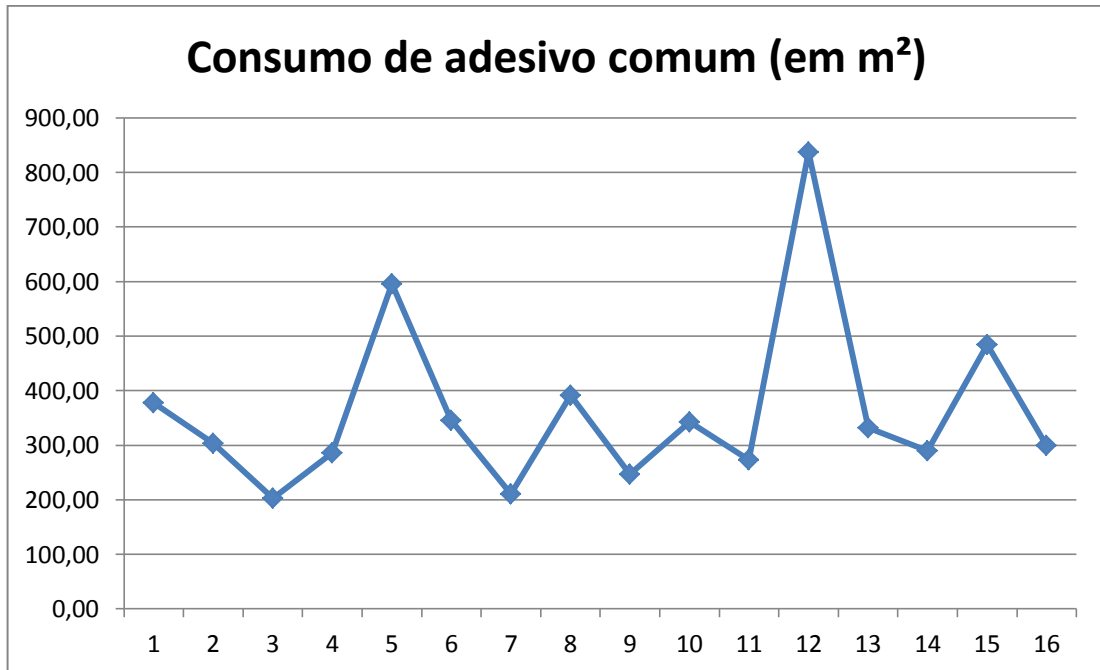
O *software* selecionado para realizar a previsão de demanda e dos erros de previsão foi o Microsoft Excel 2010.

#### 4.6 - APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS MÉTODOS DE PREVISÃO

Este tópico aborda a aplicação e análise efetiva dos métodos quantitativos que forem julgados mais relevantes para investigação e aplicação.

Inicialmente elaborou-se o gráfico da série temporal de consumo do material “adesivo comum”. Esta série contém as quantidades utilizadas do insumo desde janeiro de 2013 até abril de 2014, mês a mês.

A Figura 6 representa a série temporal real de consumo de adesivo comum, em metros quadrados (m<sup>2</sup>), ocorrida desde janeiro de 2013 à abril de 2014. No eixo das ordenadas está indicada a quantidade de adesivo comum utilizada (em m<sup>2</sup>), já no eixo das abscissas encontra-se a variável tempo (em meses).



**Figura 6:** Consumo de adesivo comum (em m<sup>2</sup>).  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para um estudo de previsão de demanda, faz-se necessária a retirada de valores atípicos (*outliers*) da série temporal. Sendo assim, após montar o gráfico, inicialmente identificou-se visualmente um possível *outlier* ocorrido no mês de dezembro de 2013.

Através de dados obtidos em entrevistas com a responsável de venda e com o próprio dono da organização, verificou-se as possíveis causas para esse ponto. Constatou-se que por se tratar de um período festivo onde as vendas se intensificam, os principais clientes da Speed Belém aproveitam para aumentar suas publicidades e propagandas através, também, de meios como a comunicação visual. Logo, este valor ocorrido no período 12 (dezembro de 2013) não pode ser considerado *outlier*.

As aplicações dos métodos de previsão de demanda encontram-se nos subtópicos a seguir. Em cada método, calculou-se a previsão de demanda de consumo de adesivo comum para o mês seguinte, maio de 2015. Isto se deve aos projetos da empresa em ter uma base melhor para se planejar com um mês de antecedência. Este tempo é suficiente para que a empresa consiga entrar em contato com os fornecedores e obter a matéria prima em estudo.

A acurácia das previsões realizadas foi verificada através da mensuração dos erros MAPE, MAD, RMSE e EM, sendo considerada a relevância da escolha a minimização destes, obedecendo a essa ordem.

Vale ressaltar que a partir da aplicação do método SES, foi utilizada a ferramenta “*Solver*” do *software* selecionado para otimizar os resultados, ou seja, foram determinadas as variáveis ( $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ ), de acordo com suas aplicações em cada método, que minimizaram os erros, dando maior importância à minimização do erro MAPE.

#### 4.6.1 - Aplicação do método Média Móvel

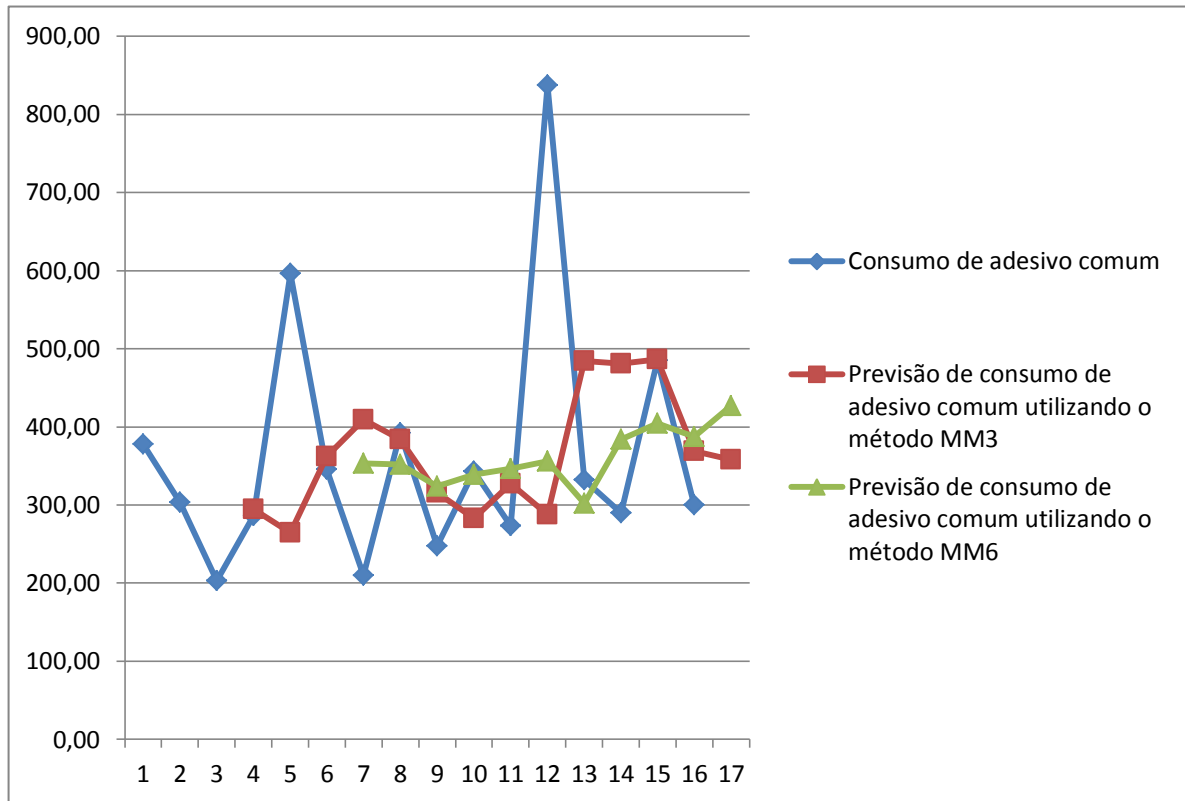
Para desenvolver o método de Média Móvel, foram realizadas duas análises: uma para uma amplitude de tempo de 3 períodos (MM3) e outra para uma amplitude de 6 períodos (MM6). Desta forma, os valores previstos para cada período podem ser observados na tabela e na figura a seguir:

**Tabela 2:** Valores históricos e previstos, utilizando o método de Médias Móveis.

Mês	Consumo (em m <sup>2</sup> )	MM3	MM6
1	378,00		
2	303,72		
3	202,87		
4	286,40	294,86	
5	596,07	264,33	
6	345,82	361,78	
7	210,22	409,43	353,41
8	391,97	384,04	352,15
9	247,29	316	324,18
10	342,73	283,16	338,89
11	273,68	327,33	346,29
12	837,22	287,9	355,68
13	332,15	484,54	301,95
14	289,58	481,01	383,85
15	484,71	486,32	404,17
16	299,98	368,81	387,11
		<b>358,09</b>	<b>426,68</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

A coluna 1 representa os meses (janeiro de 2013 à maio de 2014), a coluna 2 representa o consumo de adesivo comum (em m<sup>2</sup>) em cada período, e as colunas 3 e 4 representam as previsões obtidas pelo método de Médias Móveis. Nestas últimas colunas, os últimos valores, em destaque, referem-se à previsão para o próximo período (maio de 2014).



**Figura 7:** Valores históricos e previstos, utilizando o método de Médias Móveis.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

A linha em azul representa os valores históricos, a linha em vermelho representa a previsão obtida pelo método MM3 e, a linha verde representa a previsão feita pelo método MM6. A partir desses dados, calculou-se os erros de previsão, uma vez que estes foram os indicadores para escolha do melhor método para os dados em estudo. A tabela abaixo apresenta os valores que foram calculados a partir do assunto visto na *seção 3.4*.

**Tabela 3:** Erros de previsão, utilizando o método de Médias Móveis.

ERROS DE PREVISÃO - MÉDIA MÓVEL				
	MAPE	MAD	RMSE	EM
MM3	0,33	131,45	201,46	14,48
MM6	0,28	107,427	172,735	33,89

Fonte: Elaborada pelo autor.

A linha MM3 representa os erros gerados pela aplicação do modelo MM3, da mesma forma que a linha MM6 representa os erros utilizando o modelo MM6.

#### 4.6.2 - Aplicação do método Suavização Exponencial Simples

Lustosa *et al.* (2008) afirma que, no método SES, pressupõe-se que a demanda oscila em torno de um patamar ou demanda base constante. Começando de um valor inicial, a “base” é corrigida a cada período. Neste trabalho, considerou-se este valor igual a 300.

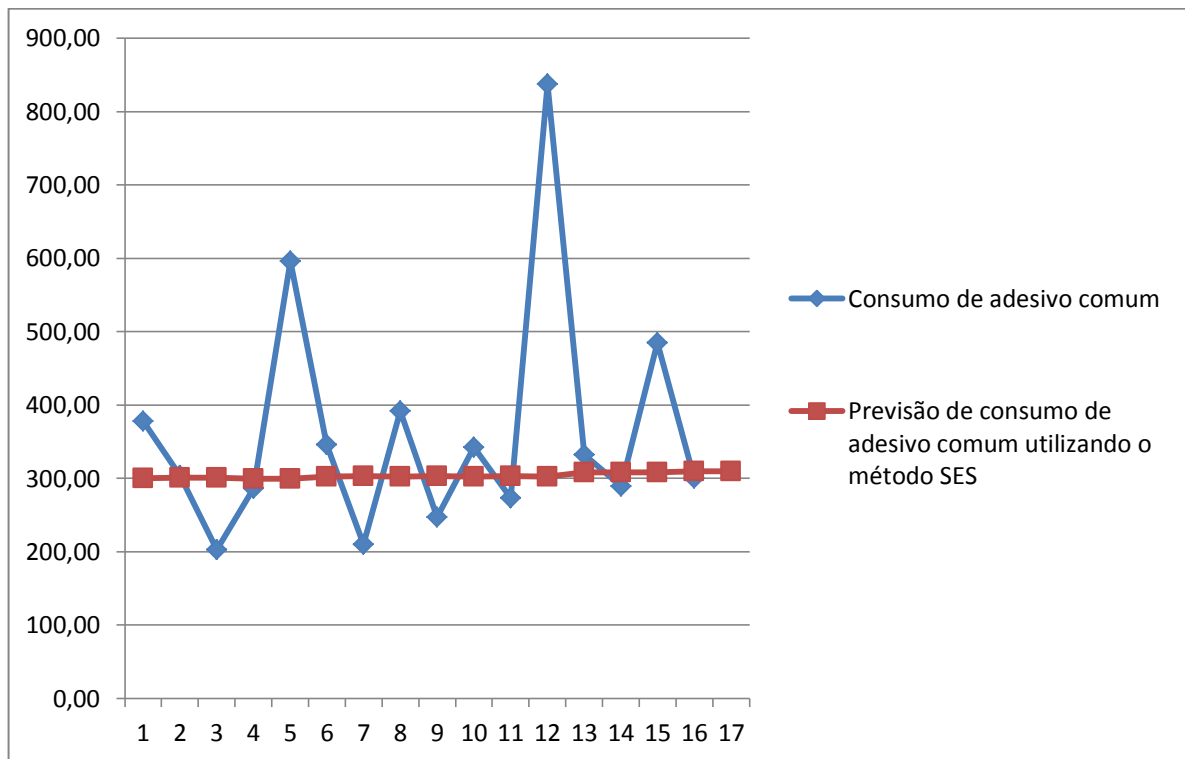
Através da ferramenta “*Solver*”, concluiu-se que a constante de suavização para a Base ( $\alpha$ ) igual a 0,01 obteve o menor MAPE, portanto mais assertivo. Os valores previstos para cada período podem ser observados na tabela e na figura a seguir.

**Tabela 4:** Valores históricos e previstos, utilizando o método SES.

Mês	Consumo (em m <sup>2</sup> )	Base	Previsão
		300,00	
1	378,00	300,78	300,00
2	303,72	300,81	300,78
3	202,87	299,83	300,81
4	286,40	299,70	299,83
5	596,07	302,66	299,70
6	345,82	303,09	302,66
7	210,22	302,16	303,09
8	391,97	303,06	302,16
9	247,29	302,50	303,06
10	342,73	302,90	302,50
11	273,68	302,61	302,90
12	837,22	307,96	302,61
13	332,15	308,20	307,96
14	289,58	308,01	308,20
15	484,71	309,78	308,01
16	299,98	309,68	309,78
17			<b>309,68</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim como no método das Médias Móveis, a coluna 1 representa os meses (janeiro de 2013 à maio de 2014); a coluna 2 representa o consumo de adesivo comum (em m<sup>2</sup>) para cada período; a coluna 3 representa as bases para cada período; e a coluna 4 representa os valores previstos. O último valor, em destaque, refere-se à previsão para o próximo período (maio de 2014).



**Figura 8:** Valores históricos e previstos, utilizando o método SES.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim como no modelo anterior, a linha em azul representa os valores históricos e a linha vermelha representa as previsões feitas pelo método SES.

A Tabela 5 contém os erros de previsão obtidos através da comparação dos valores históricos e valores de previsão.

**Tabela 5:** Erros de previsão, utilizando o método SES.

ERROS DE PREVISÃO - SES			
MAPE	MAD	RMSE	EM
0,23	100,23	166,94	60,52

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 4.6.3 - Aplicação do Método de Holt

A aplicação do método de Holt necessita de dois valores iniciais, um para a “base” e outro para a “tendência”. A base partiu do mesmo valor escolhido para o método SES. Por outro lado, como Makridakis *et al.* (1998) considera “zero” uma alternativa de valor inicial para a “tendência”, este foi o valor selecionado para esta última.

Novamente, com a utilização do “*Solver*”, determinou-se os valores de  $\alpha$  e  $\beta$  (0,01 e 0,55, respectivamente) que minimizaram o MAPE. A previsão desse método pode ser visto na Tabela 6 e na Figura 9 a seguir.

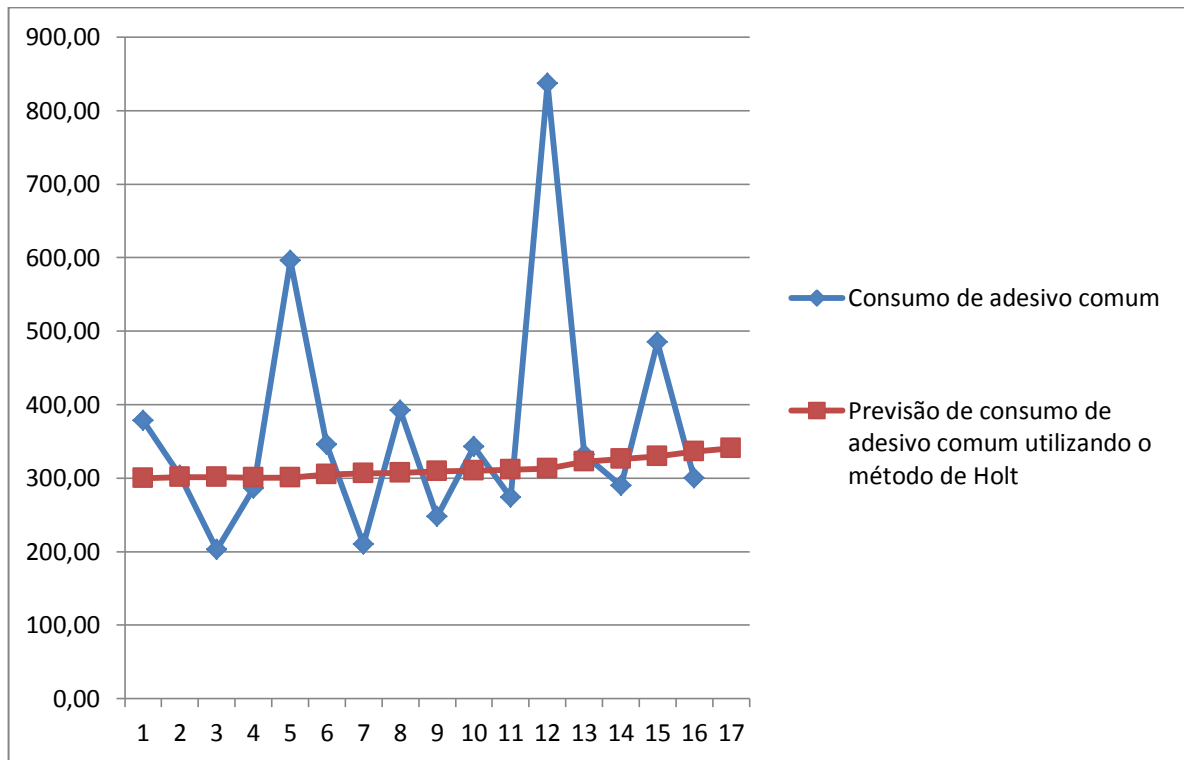
**Tabela 6:** Valores histórico e previsto, utilizando o método de Holt.

Mês	Consumo (em m <sup>2</sup> )	Base	Tendência	Previsão
		300,00	0,00	
1	378,00	300,78	0,43	300,00
2	303,72	301,23	0,44	301,21
3	202,87	300,69	-0,10	301,67
4	286,40	300,44	-0,18	300,59
5	596,07	303,22	1,44	300,27
6	345,82	305,08	1,67	304,67
7	210,22	305,78	1,14	306,75
8	391,97	307,78	1,61	306,92
9	247,29	308,76	1,27	309,38
10	342,73	310,35	1,45	310,03
11	273,68	311,42	1,24	311,80
12	837,22	317,90	4,11	312,66
13	332,15	322,12	4,17	322,01
14	289,58	325,92	3,97	326,28
15	484,71	331,43	4,82	329,89
16	299,98	335,89	4,62	336,25
17				<b>340,51</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

A coluna 1 representa os meses (janeiro de 2013 à maio de 2014); a coluna 2 representa o consumo de adesivo comum (em m<sup>2</sup>) em cada período; a coluna 3 representa as bases para cada período; a quarta coluna apresenta os valores de tendência para cada período;

e a última coluna representa os valores previstos, sendo que o último valor, destacado, refere-se à previsão para o próximo período.



**Figura 9:** Valores históricos e previstos, utilizando o método de Holt.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Assim como nos métodos anteriores, a linha em azul indica os valores históricos, enquanto que a linha vermelha representa a previsão de consumo de adesivo comum através do método de Holt. O último valor da previsão representa a previsão para o próximo período.

Comparando os valores históricos e os valores previstos, foi possível chegar aos erros apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7:** Erros de previsão, utilizando o método de Holt.

<b>ERROS DE PREVISÃO - HOLT</b>			
MAPE	MAD	RMSE	EM
0,23	100,47	163,95	52,63

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.6.4 - Aplicação do Método de Holt-Winters

Em comparação com os modelos anteriores, o modelo de Holt-Winters necessita de uma quantidade maior de dados, que contenha pelo menos três ciclos sazonais completos (LUSTOSA *et al.*, 2008).

Os dados do consumo de adesivo comum obtidos na empresa não são extensos o suficiente para conter os necessários três ciclos sazonais que este modelo requer. Mesmo assim, optou-se pela aplicação deste método. Utilizando informações e dados adquiridos com a equipe da empresa, foi possível identificar um ciclo sazonal de 12 meses ( $L = 12$ ).

Como foi dito no *tópico 3.3.2.3*, este método divide-se em dois modelos: o modelo sazonal multiplicativo de Winters e o modelo sazonal aditivo de Winters. Os estudos destes modelos estão apresentados a seguir.

#### 4.6.4.1 - Aplicação do Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters

O Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters foi o primeiro modelo de Winters a ser testado. A Tabela 8 apresenta seu resultado.

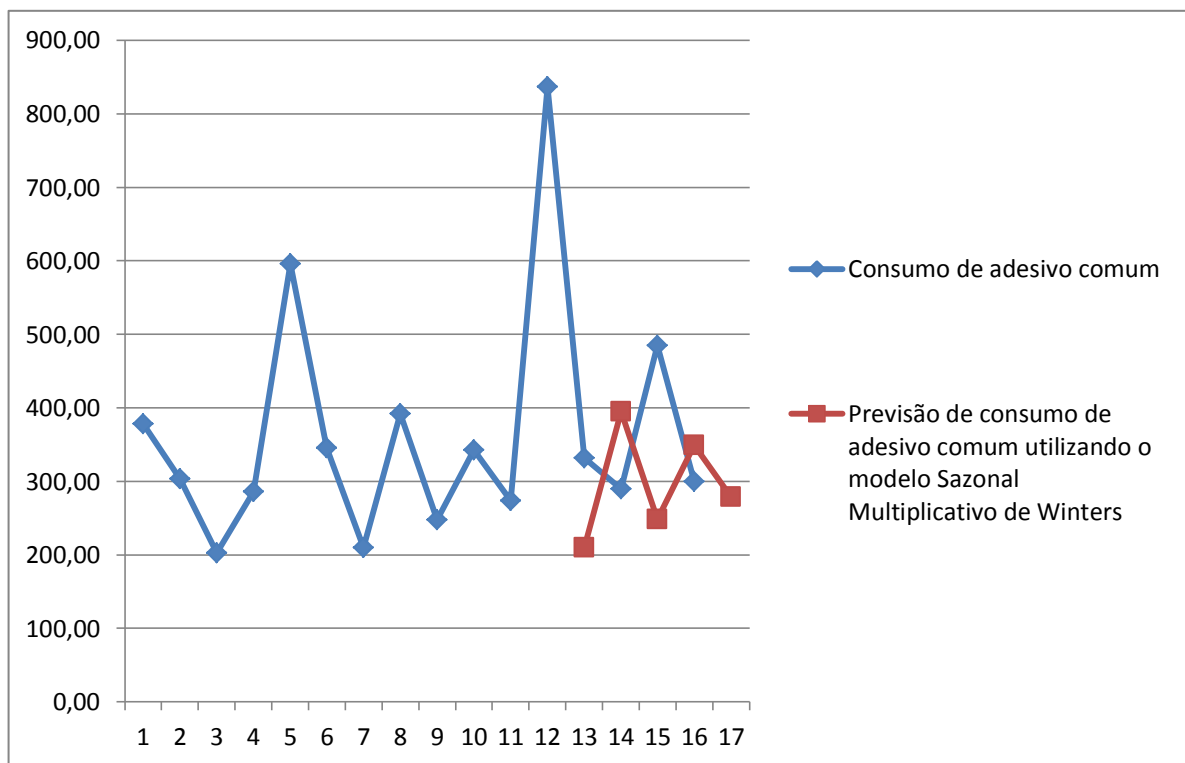
**Tabela 8:** Valores históricos e previstos para o consumo de adesivo comum, utilizando o Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters.

MÊS	CONSUMO (em m <sup>2</sup> )	MÉDIA SUAVIZADA	TENDÊNCIA	FATORES SAZONAIS	PREVISTO
1	378,00			1,03	
2	303,72			0,83	
3	202,87			0,55	
4	286,40			0,78	
5	596,07			1,62	
6	345,82			0,94	
7	210,22			0,57	
8	391,97			1,07	
9	247,29			0,67	
10	342,73			0,93	
11	273,68			0,74	
12	837,22	368,00	0,00	2,28	
13	332,15	370,1322937	0,37	0,84	210,22
14	289,58	369,5207661	0,20	0,83	394,64
15	484,71	373,2381832	0,82	1,19	248,45
16	299,98	373,5375625	0,73	0,82	348,37
17					<b>278,34</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com a tabela, é possível identificar os meses de janeiro de 2013 à abril de 2014, apresentados na primeira coluna, indicados de 1 à 16. A segunda coluna contém os valores reais de consumo de adesivo comum ocorrida em cada período. As colunas 3, 4 e 5 indicam, respectivamente, a média suavizada, a tendência e os fatores sazonais, para os períodos relacionados. Já a última coluna mostra os valores previstos pelo Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters para cada mês, e seu último valor, em destaque, indica a previsão para o mês seguinte (maio de 2014).

Os itens “MÊS”, “CONSUMO (em m<sup>2</sup>)” e “PREVISTO” podem ser vistos de outra forma pela Figura 10.



**Figura 10:** Valores históricos e previstos, utilizando o Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

Como indicado no gráfico anterior, a linha em azul representa o consumo real de adesivo comum e a linha vermelha representa a previsão do consumo de adesivo comum utilizando o Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters, para cada mês.

Os erros desse modelo que obtiveram menores erros foram atingidos utilizando as variáveis  $\alpha = 0,01$ ,  $\beta = 0,18$  e  $\gamma = 0,83$  e seus valores de MAPE, MAD, RMSE e EM estão mostrados na Tabela 9.

**Tabela 9:** Erros de previsão, utilizando o Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters.

<b>ERROS DE PREVISÃO - MODELO SAZONAL MULTIPLICATIVO DE WINTERS</b>			
<b>MAPE</b>	<b>MAD</b>	<b>RMSE</b>	<b>EM</b>
0,34	127,91	144,97	51,18

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.6.4.2 - Aplicação do Modelo Sazonal Aditivo de Winters

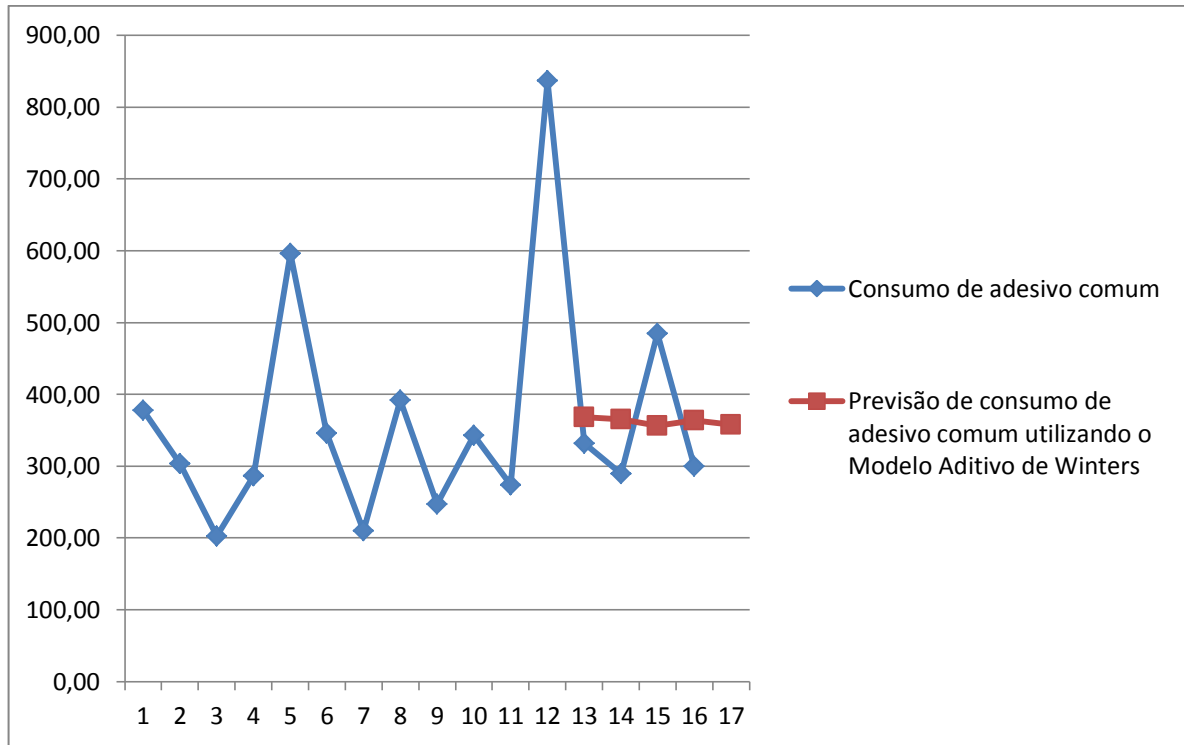
O último modelo a ser testado foi o Modelo Sazonal Aditivo de Winters e seus resultados podem ser conferidos na Tabela 10. Os componentes dessa tabela possuem os mesmos significados dos componentes da Tabela 8, tendo sido adotados os mesmos valores de “fatores sazonais” dos meses 1 a 12 do Modelo Multiplicativo de Winters, por obter menores erros.

**Tabela 10:** Valores históricos e previstos, utilizando o Modelo Sazonal Aditivo de Winters.

<b>MÊS</b>	<b>CONSUMO (em m<sup>2</sup>)</b>	<b>MÉDIA SUAVIZADA</b>	<b>TENDÊNCIA</b>	<b>FATORES SAZONAIS</b>	<b>PREVISTO</b>
1	378,00			1,03	
2	303,72			0,83	
3	202,87			0,55	
4	286,40			0,78	
5	596,07			1,62	
6	345,82			0,94	
7	210,22			0,57	
8	391,97			1,07	
9	247,29			0,67	
10	342,73			0,93	
11	273,68			0,74	
12	837,22	368,00	0,00	2,28	
13	332,15	366,2590334	-1,72	-14,98	368,57
14	289,58	360,9074183	-5,32	-31,40	365,60
15	484,71	361,725336	0,76	55,53	356,26
16	299,98	359,4527169	-2,24	-26,16	363,41
17					<b>357,95</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

A figura a seguir também apresenta os valores históricos e previstos do consumo de adesivo comum utilizando o Modelo Sazonal Aditivo de Winters.



**Figura 11:** Valores históricos e previstos, utilizando o Modelo Sazonal Aditivo de Winters.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os erros gerados por esse modelo possuem os menores valores quando as variáveis são  $\alpha = 0,05$ ,  $\beta = 0,99$  e  $\gamma = 0,45$ . Dessa forma, esses erros são conferidos na tabela a seguir:

**Tabela 11:** Erros de previsão, utilizando o Modelo Sazonal Aditivo de Winters.

<b>ERROS DE PREVISÃO - MODELO SAZONAL ADITIVO DE WINTERS</b>			
MAPE	MAD	RMSE	EM
0,21	76,08	83,11	-11,86

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.7 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme foi citado na *seção 4.6*, a decisão de escolha do melhor método foi baseada no cálculo dos erros de previsão, isto é, o modelo selecionado foi o qual apresentou os menores erros de previsão.

Para facilitar a comparação dos erros, elaborou-se a Tabela 12, onde se resume os valores dos erros de previsão para cada modelo:

**Tabela 12:** Erros de previsão dos métodos aplicados.

MODELO	ERROS DE PREVISÃO			
	MAPE (Erro Percentual Absoluto Médio)	MAD (Erro Absoluto Médio)	RMSE (Raiz do Erro Quadrático Médio)	EM (Erro Médio)
MM3	0,33	131,45	201,46	14,48
MM6	0,28	107,43	172,735	33,89
Suavização Exponencial Simples	0,23	100,23	166,94	60,52
Método de Holt	0,23	100,47	163,95	52,63
Modelo Sazonal Multiplicativo de Winters	0,34	127,91	144,97	51,18
Modelo Sazonal Aditivo de Winters	<b>0,21</b>	<b>76,08</b>	<b>83,11</b>	<b>-11,86</b>

Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir dessa tabela, é possível identificar os erros de previsão para cada modelo, destacando-se em negrito os menores valores para cada tipo de erro. Nota-se que o Modelo Sazonal Aditivo de Winters apresentou os menores erros, configurando-se o mais assertivo. Por outro lado, a análise de uma série com poucos dados não permite assegurar este modelo como sendo o mais adequado método de previsão, já que poucos valores foram previstos com esse método.

Tendo em vista que o bom desempenho de uma organização possa depender, além de outros fatores, de uma boa previsão de demanda, é fundamental ter conhecimento dos métodos que constam na literatura e monitorar as eventuais mudanças, internas ou externas, que possam interferir ao desempenho da empresa.

Deste modo, ainda que se proponha uma previsão pelo Método Sazonal Aditivo de Winters, é importante destacar que este trabalho não descarta a aplicação de outros métodos de previsão, já que os métodos SES e Holt apresentaram valores de MAPE próximos ao

menor valor obtido, apesar de haverem gerado aproximadamente quatro vezes mais previsões que o Modelo Sazonal Aditivo de Winters.

Uma vez que o objetivo é determinar o método de previsão mais adequado, propõe-se, portanto, utilizar inicialmente o Método Sazonal Aditivo de Winters. Pode-se em próximos estudos e com o aumento de dados, ajustar o modelo ou realizar previsões com combinação de dois ou mais métodos.

## CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Realizar previsão de demanda é uma importante atividade, já que pode revelar as tendências de mercado e contribuir para o posicionamento estratégico da empresa. As previsões de demanda auxiliam também na solução de problemas mais imediatos, como a definição da quantidade de insumos a serem adquiridos pela empresa.

Para atingir os objetivos do trabalho, analisaram-se e testaram-se os métodos quantitativos de previsão de demanda para séries temporais a fim de prever a quantidade (em m<sup>2</sup>) de consumo de adesivo comum em uma gráfica em Belém. Estes métodos trabalharam com estimativas para a previsão deste consumo para o próximo período, baseado no histórico dos dados.

Utilizando o software Microsoft Excel 2010, aplicou-se os métodos de Média Móvel com comprimento igual a 3 ( $n = 3$ ) e comprimento igual a 6 períodos ( $n = 6$ ); Suavização Exponencial Simples; Método de Holt; e Métodos de Holt-Winters (multiplicativo e aditivo). Constatou-se que o Modelo Sazonal Aditivo de Winters apresentou o menor erro MAPE.

Contudo, a seleção desse modelo não significa a superioridade do mesmo em relação aos demais. Desta forma, a aplicação de outros métodos de previsão não foi descartada.

Vale lembrar que por melhor que seja o método de previsão utilizado, sempre existirão erros. Promoções, ações dos concorrentes, instabilidade do mercado são exemplos de fatores que podem afetar as vendas, tornando os valores diferentes do esperado. É importante estar preparado às eventuais distorções dos valores nas previsões realizadas.

Quanto aos objetivos do trabalho, estes foram atingidos, uma vez que foi possível analisar a série temporal de consumo de adesivo comum na empresa em questão; conseguiu-se determinar modelos quantitativos de previsão de Séries Temporais, que melhor se ajustaram ao perfil da demanda de uso de adesivo comum na empresa estudada; tornou-se possível a elaboração das previsões de utilização de adesivo comum; desta forma, foi possível determinar, portanto, o modelo de previsão mais adequado.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. M. de. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2001. 174 p.
- ARAÚJO, M. A. **Administração de produção e operações: uma abordagem prática**. Rio de Janeiro: Brasport, 2009. 424 p.
- ARCHER, B. **Forecasting Demand: Quantitative and Intuitive Techniques**. *International Journal of Tourism Management*. v.1, n.1, p. 5-12, 1980.
- ARMSTRONG, J. Research Needs in Forecasting. **International Journal of Forecasting**. v. 4, n. 3, p. 449-465, 1988.
- ARMSTRONG, J. **Strategic Planning and Forecasting Fundamentals**. In: ALBERT, K. *The Strategic Management Handbook*. New York: MacGraw Hill, 1983.
- ARMSTRONG, J. S.; COLLOPY, F. Error Measures For Generalizing About Forecasting Methods: Empirical Comparisons. **International Journal of Forecasting**. v.8, p. 69-80, 1992.
- ARNOLD, J. R. T. **Administração de Materiais: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 1999.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial**. 4. ed., Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616 p.
- BERTRAND, J. W; FRANSOO, J. C. Research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 2, n. 2, p. 241-264, 2002.
- BOWERSOX, D. J. ; COOPER, M. B.; CLOSS, D. J. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006. 528 p.
- COELHO, L. C. **Utilização de modelos de suavização exponencial para previsão de demanda com gráficos de controle combinados Shewhart-CUSUM**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2008.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 690 p.
- DAVIS, M. M.; AQUIANO, N. J.; CHASE, R. B.; **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 598 p.
- ELSAIED, E.; BOUCHER, T. **Analysis and Control of Production Systems**. 2. ed., New Jersey: Prentice-Hall, 1994.

- EVANS, J. Psychological Pitfalls in Forecasting. *Futures*. v. 14, n. 4, p. 258-265, 1982.
- FADER, P. S.; HARIDE, B. G.; ZEITHAMMER, R. Forecasting new product trail in a controlled test market environment. *Journal of Forecasting*. v. 22, 2003, p. 391-410.
- FERNANDES, F. C. F.; FILHO, M. G. **Planejamento e Controle da Produção: Dos Fundamentos ao Essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.
- GAITHER, N.; FRAIZER, G. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2001.
- GEORFF, D. M.; MURDICK, R. G. Manager's Guide to Forecasting. *Harvard Business Review*. v. 64, n. 1, p. 110-120, 1986.
- HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, W. **Produção, estratégia e tecnologia: em busca da vantagem competitiva**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- HILL, T. **Manufacturing strategy: text and cases**, 2<sup>a</sup> ed., Irwin, Boston, MA, 1994.
- HYNDMAN, R. J. et al. **Forecasting with Exponential Smoothing: The State Space Approach**. Berlin: Springer-Verlag, 2008. 362 p.
- HYNDMAN, R. J.; KOEHLER, A. B. Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*. v. 22. n. 4, 2006.
- HOSHMAND, A. R. **Business forecasting: a practical approach**. 2. ed. New York: Routledge/Taylor & Francis Press, 2009. 360 p.
- KOEHLER, A. B.; SNYDER, R. D.; ORD, J. K. Forecasting Models and Prediction Intervals for the Multiplicative Holt-Winters Method. *International Journal of Forecasting*. v.17, n.2, p.269-286, apr./jun. 2001.
- KOTLER, P. **Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation, and Control**. New Jersey: Prentice-Hall, 1991.
- LEMOS, F. O. **Metodologia para Seleção de Métodos de Previsão de Demanda**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- LINDBERG, E.; ZACKRISSON, U. Deciding about the Uncertain: The Use of Forecasts as an Aid to Decision-making. *Scandinavian Journal of Management*. v.7, n.4, p.271-283, 1991.
- LUSTOSA, L. et al. **Planejamento e Controle da Produção**. 4. ed.: Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- MARTINS, Fernanda Roberta Gomes da Silva Pinto & LOUREIRO, Lorena Drumond. **Previsão de demanda de um produto classe A de uma Empresa de Perfumes e Cosméticos visando otimizar o estoque de segurança desse produto**. 2004. 63 f. Trabalho

de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade do Estado do Para (UEPA), Belém, 2004.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MAKRIDAKIS, S. Forecasting: Its Role and Value for Planning and Strategy. **International Journal of Forecasting**. v. 12, n.4, 1996.

MAKRIDAKIS, S. G.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting: methods and applications**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998. 642 p.

MENTZER, J. T.; BIENSTOCK, C. C. **Sales Forecasting Management**. London, Sage Publications Inc., 1998

MIRANDA, R. G. **Espaço admissível para os parâmetros do modelo de suavização exponencial com dupla sazonalidade aditivo**. 2009. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2009.

MONTGOMERY, D.; JOHNSON, L.; GARDINER, J. **Forecasting and Time Series Analysis**. New York: McGraw-Hill, 1990.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Modelos para Previsão de Séries Temporais**. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada, v. 1 e 2, 1981. 623 p.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Previsão de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Atual, 1987. 439p.

PEINALDO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007. 750 p.

PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. S. Passos para implantação de sistemas de previsão de demanda – Técnicas e estudo de Caso. **Revista da Produção**. v. 11, n. 1, 2001.

RAMOS, E. S.; KONRATH, A. C. & SAMOHYL, R. W. **Previsão em MRP usando a Transformação de Box-Cox através do Aplicativo GLIM, com aplicação**. Anais ENEGEP, XXI, Salvador – BA, 2001.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2004. 431p.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágios e de pesquisa em administração: guia prático para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2005.

SAMOHYL, R. W.; SOUZA, G.; MIRANDA, R. **Métodos Simplificados de Previsão Empresarial**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ªed. Florianópolis: UFSC. 138p. 2005.

SLACK, N.; JOHNSTON, R.; CHAMBERS, S. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SWAMIDASS, P. M. (Ed.). **Encyclopedia of Production and Manufacturing Management. Massachusetts**. Kluwer Academic Publishers, 2000. 1048p.

TERENCE. A. C. F.; ESCRIVÃO FILHO, E. Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2006, Fortaleza: ABEPRO. 2006. <Disponível em: <http://www.abepro.org.br/indexsub.asp?ss=38>> Acesso em: 30 mai. 2014.

THOMAS, R. J. Estimating Demand for Services: Issues in Combining Sales Forecasts. **Journal of Retailing and Consumer Services**. v. 3, n. 4, 1996.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2008. 190 p.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: Teoria e Prática**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009. 190 p.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

WANKE, P. (Org.); JULIANELLI, L. (Org.). **Previsão de vendas: processos organizacionais & métodos quantitativos e qualitativos**. São Paulo: Atlas, 2006. 260 p.