

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

AMANDA REGINA DOS SANTOS

**ANÁLISE POR MEIO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA A PREVISÃO DO
CENÁRIO DE PRODUÇÃO E CULTIVO DO ALGODÃO HERBÁCEO NO BRASIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Medianeira

2019

AMANDA REGINA DOS SANTOS

**ANÁLISE POR MEIO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA A PREVISÃO DO
CENÁRIO DE PRODUÇÃO E CULTIVO DO ALGODÃO HERBÁCEO NO BRASIL**

Projeto de Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito à disciplina de TCC.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Carla A. P. Schmidt

Coorientador: Prof. Dr. José Ayrton Azevedo dos Santos

Medianeira

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

(A SER FORNECIDA PELA SECRETARIA DO CURSO)

ANÁLISE POR MEIO DE MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA A PREVISÃO DO CENÁRIO DE PRODUÇÃO E CULTIVO DO ALGODÃO HERBÁCEO NO BRASIL

por

AMANDA REGINA DOS SANTOS

Este(a) Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado(a) em 22 de novembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.a. Dra. Carla A. P. Shmidt
Prof.(a) Orientador(a)

Prof. Dr. Carlos A. Fernandes
a)Membro titular

Prof. Esp. André Inácio Melges
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

A todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

O maior e mais importante agradecimento a Deus, que trocou meus pesados fardos pelos leves fardos dEle todas as vezes que precisei ao longo dos anos de graduação. Por me permitir fazer planos, entretanto, ter a resposta que me direciona no final de cada um deles. A Ele seja a glória, agora e para sempre!

A minha mãe por seu tão grande amor por mim, suporte financeiro durante todo o tempo de graduação, por ser meu maior exemplo de estudante e pesquisadora, por acreditar e me ensinar que o aprender transforma, e por abraçar meus sonhos como se fossem seus próprios sonhos.

Ao meu namorado Daniel, que não mediu esforços ao me ajudar na reta final do curso, sempre me encorajando nos momentos que me senti incapaz, orando por mim, sendo presente em todo tempo e me fazendo acreditar que tudo daria certo.

A toda minha família materna, por se alegrarem com as minhas conquistas, mesmo as menores delas, durante toda minha jornada e por me esperar de braços abertos para dias de descanso em uma terra mineira que posso chamar de lar.

A minha orientadora Prof. Dra. Carla A. P. Schmidt, por se dispor a me ajudar e me orientar no aprendizado de algo novo. Ao meu coorientador Prof. Dr. José Airton Azevedo dos Santos, pelo apoio e todas as dúvidas sanadas.

Aos meus verdadeiros amigos, por estenderem a mão todas as vezes que caí e me fazer a prender que a vida em comunidade é melhor quando se tem com quem contar.

A todos os professores do curso de Engenharia de Produção, que nos passam seus conhecimentos e me fizeram melhorar como pessoa e profissional.

Meus sinceros agradecimentos a todos que, de alguma forma, contribuíram com a realização deste estudo.

“Porque o Senhor dá a sabedoria,
e da sua boca vem o conhecimento e o entendimento.”

Bíblia Sagrada - Provérbios 2:6

RESUMO

SANTOS, Amanda Regina dos. **Análise por Meio de Métodos Estatísticos para a Previsão do Cenário de Produção e Cultivo do Algodão Herbáceo no Brasil.** 2019. 46 f.-Trabalho de Conclusão de Curso-(Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

Em consequência do potencial nacional de crescimento na produção e consumo do algodão, existe uma tendência no aumento de sua demanda para os próximos anos. Por isso, o presente trabalho teve por objetivo a previsão do cenário produtivo da cultura do algodão herbáceo por diferentes métodos estatísticos. O algodão herbáceo, portanto, foi alvo da presente pesquisa por ser o principal tipo de algodão cultivado em solo brasileiro. A análise estatística dos dados de produção, produtividade, área plantada e área colhida visou a realização de projeções futuras desse cenário além de comparar e analisar os métodos de previsão escolhidos após a modelagem matemática. Tais dados históricos foram coletados em bancos de dados de órgãos nacionais, que dentre os quais se encontram: a Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (ABRAPA), o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Após a coleta, os dados foram analisados pelos *softwares* Action Stat® e NNQ – Estatística e foram apresentadas as previsões, além das comparações dos métodos feitas através dos cálculos do erros. A existência de tendências e sazonalidade nos dados também foram identificadas e descritas.

Palavras-chave: Previsão; Demanda; Agricultura; Estatística.

ABSTRACT

SANTOS, Amanda Regina dos. **Análise por Meio de Métodos Estatísticos para a Previsão do Cenário de Produção e Cultivo do Algodão Herbáceo no Brasil.** 2019. 46 f.-Trabalho de Conclusão de Curso-(Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

As a consequence of the national growth potential of cotton production and consumption, there is a trend towards increasing demand for cotton in the coming years. Therefore, the present study will aim to predict the production scenario of the herbaceous cotton crop by different statistical methods. Herbaceous cotton, therefore, is the target of this research because it is the main type of cotton grown in Brazilian soil. Statistical analysis of production, productivity, and planted area and harvested area data will be used for future projections of this scenario, in addition to comparing and analyzing the forecasting methods chosen after mathematical modeling. These historical data will be collected in databases of national agencies, such as the Brazilian Association of Cotton Producers (ABRAPA), the Center for Advanced Studies in Applied Economics (CEPEA), the National Supply Company (CONAB) and the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). After the data collection, the data will be plotted in the software Action Stat® and NNQ - Statistics and the forecasts will be made, as well as the comparisons of the methods made through the calculations of error, trend and seasonality.

Key-words: Forecasting; Demand; Agriculture; Statistic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ranking mundial de produtores de algodão em 2017/2018	17
Figura 2. Etapas de escolha do método de previsão.....	20
Figura 3. Algumas abordagens de previsão de demanda.....	21
Figura 4. Modelos mais utilizados da regressão simples.....	26
Figura 5. Fatores influenciadores em séries temporais.....	30
Figura 6. (A) Gráfico de linhas com limites e média dos preços praticados do algodão de 2009 a 2019; (B) Box-plot de preços praticados do algodão no Brasil.....	41
Figura 7. Gráfico de linhas dos preços praticados pelo algodão no Brasil	42
Figura 8. Gráfico da previsão dos preços praticados do algodão no Brasil.....	45
Figura 9. Gráfico dos índices sazonais dos preços praticados do algodão no Brasil.....	45
Figura 10. Gráfico dos dados de área plantada do algodão no Brasil.....	47
Figura 11. Gráfico da previsão da área plantada do algodão no Brasil.....	49
Figura 12. Gráfico da distribuição dos dados de produção do algodão no Brasil.....	52
Figura 13. Gráfico da previsão da produção do algodão no Brasil (em mil toneladas)	54
Figura 14. Gráfico da distribuição dos dados de produtividade do algodão no Brasil.....	56
Figura 15. Análise de normalidade dos resíduos gerados na previsão da produtividade do algodão brasileiro.....	58
Figura 16. Gráfico comparativo da previsão dos dados da amostra e valores reais da produtividade do algodão brasileiro.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise Descritiva da Produção de Algodão no Brasil.....	39
Tabela 2 – Análise Descritiva dos Preços Praticados do Algodão no Brasil.....	40
Tabela 3 – Classificação do Coeficiente de Variação de acordo com Gomes (1990)	41
Tabela 4 – Comparação dos erros encontrados em cada método pelo software NNQ – Estatística para preços praticados.....	43
Tabela 5 – Previsão para os preços praticados do algodão para os próximos 12 meses.....	44
Tabela 6 – Análise Descritiva da Área Plantada do Algodão no Brasil.....	46
Tabela 7 – Comparação dos erros encontrados em cada método pelo software NNQ – Estatística para área plantada.....	48
Tabela 8 – Previsão para a área plantada do algodão para os próximos anos.	48
Tabela 9 – Análise Descritiva da Produção do Algodão no Brasil.....	51
Tabela 10 – Comparação dos erros encontrados em cada método pelo software NNQ –Estatística para a produção.....	52
Tabela 11 – Previsão para produção (mil ton) do algodão para os próximos anos.....	53
Tabela 12 – Análise descritiva da produtividade do algodão no Brasil.....	55
Tabela 13 – Tabela ANOVA da produtividade do algodão.....	57

LISTA DE SIGLAS

ABRAPA	Associação Brasileira dos Produtores de Algodão
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NNQ	Núcleo de Normalização e Qualimetria
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

LISTA DE SÍMBOLOS

α	Constante de suavização para base
β	Constante de suavização para tendência
γ	Constante de suavização para sazonalidade
ε_t	Erro aleatório

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 A CULTURA DO ALGODÃO.....	16
3.1.1 A Cultura do Algodão Herbáceo.....	17
3.2 PREVISÃO.....	18
3.2.1 Etapas de Um Método de Previsão.....	19
3.2.2 Métodos de Previsão.....	21
3.3 MODELOS QUALITATIVOS.....	22
3.3.1 Método Delfi.....	22
3.3.2 Pesquisa de Mercado.....	23
3.3.3 Simulação de Cenários.....	23
3.4 MODELOS QUANTITATIVOS.....	24
3.4.1 Abordagem Causal.....	24
3.4.1.1 Regressão simples.....	25
3.4.1.2 Regressão múltipla.....	28
3.4.1.3 Métodos econométricos.....	29
3.4.2 Métodos de Projeção.....	30
3.4.2.1 Métodos de previsão da média móvel.....	31
3.4.2.2 Suavização exponencial.....	31
3.4.2.2.1 Suavização exponencial simples.....	32
3.4.2.2.2 Suavização exponencial com tendência.....	33
3.4.2.2.3 Suavização exponencial com tendência e sazonalidade.....	34
3.5 CONTROLE DE ERRO.....	35
4 MATERIAIS E MÉTODOS	37
4.1 CLASSIFICACAO DA PESQUISA.....	37
4.2 ANÁLISE DE DADOS.....	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA O TERRITÓRIO BRASILEIRO.....	39
5.1.1 Análise Estatística e Previsão de Preços do Algodão.....	39
5.1.1.1 Análise descritiva dos preços do algodão.....	40
5.1.1.2 Escolha do melhor método.....	42
5.1.1.3 Previsão de acordo com o método escolhido.....	43
5.1.2 Análise Estatística e Previsão Para a Área Plantada.....	46

5.1.2.1	Análise descritiva da área plantada do algodão.....	46
5.1.2.2	Escolha do melhor método para a área plantada.....	47
5.1.2.3	Previsão utilizando o método escolhido.....	48
5.1.3	Análise Estatística e Previsão da Produção.....	50
5.1.3.1	Análise descritiva da produção.....	50
5.1.3.2	Escolha do melhor método para a produção.....	51
5.1.3.3	Previsão para a produção do algodão.....	53
5.1.4	Análise Estatística e Previsão da Produtividade.....	55
5.1.4.1	Análise descritiva da produtividade.....	55
5.1.4.2	Escolha do melhor método para a produtividade.....	56
5.1.4.3	Previsão para a produtividade do algodão.....	57
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
	REFERÊNCIAS.....	63
	ANEXOS.....	67
	ANEXO A - DADOS DE PREÇOS DO ALGODÃO NO BRASIL.....	68
	ANEXO B - DADOS DA ÁREA PLANTADA DO ALGODÃO NO BRASIL.....	69
	ANEXO C - DADOS DA PRODUÇÃO DO ALGODÃO NO BRASIL.....	70
	ANEXO D - DADOS DA PRODUTIVIDADE DO ALGODÃO NO BRASIL.....	71
	ANEXO E - MENU DASHBOARD.....	72
	ANEXO F - PRODUTIVIDADE DASHBOARD.....	73
	ANEXO G - ÁREA DASHBOARD.....	74
	ANEXO H - PREÇO DASHBOARD.....	75

1 INTRODUÇÃO

Em meados do século XX, a agricultura brasileira se encontrava na posição de agricultura rudimentar, com baixo rendimento por hectare e baixa produção. Simultaneamente acontecia o início da industrialização, da urbanização e do aumento do número de pessoas com maior poder aquisitivo. Diante desse cenário, o governo instituiu políticas que dessem suporte ao aumento da produção, para assim ser suficiente em atender a demanda da população e da indústria (EMBRAPA, 2019).

A indústria têxtil, setor de maior destino do algodão que permanecia no país nesse período, também sofreu impactos que geraram crescimento e desenvolvimento. De acordo com os relatos da Comissão Executiva Têxtil - CETEX (1946), a sucessão de fatos ocorridos nesse momento determinou mudanças radicais e aumentos significativos na produção e demanda do produto brasileiro.

Dentre as suas características, o algodão se encontra entre as culturas vegetais mais antigas espalhadas pelo mundo. A fibra algodoeira, a principal parte do produto em relação ao seu comércio, possui centenas de aplicações industriais e é considerada a de maior cultivo pelo homem e com maior importância entre as fibras têxteis (EMBRAPA, 1998).

Já o algodão herbáceo (*Gossypium Herbaceum L.*), também chamado de algodão branco, é integrante da família das malváceas. Por ser o principal algodão produzido no Brasil e no mundo, com seu cultivo presente em mais de 80 países, é na maioria das vezes referido apenas como algodão pela literatura (IPA, 2009).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1998), outra parte também aproveitada do algodão é o seu caroço, caracterizado por seu alto teor de óleo (18 a 25%) e proteína bruta (20 a 25%). Tais concentrações são favoráveis para a industrialização também do caroço do produto destinado, principalmente, para a alimentação de ruminantes.

Anualmente são plantados uma média de 35 milhões de hectares de algodão no planeta, com um movimento de US\$ 12 bilhões anualmente. A realidade do Brasil não é diferente, o país ocupa um dos cinco lugares entre os maiores produtores mundiais e um dos maiores consumidores de algodão em pluma com cerca de 680 mil toneladas produzidas na safra de 2017/18 (ABRAPA, 2019).

Com base no levantamento de safra da Conab (2019), o Brasil pode ser favorecido em relação ao mercado do algodão diante de outros países. Isso se deve ao fato de que as previsões para as próximas safras são otimistas e deve-se esperar um consumo maior que a produção atual do produto.

Um outro fator que favorece ao incentivo de maior produção do algodão brasileiro é a relação do Brasil com o maior consumidor mundial do produto, a China. De acordo com os relatórios de exportação, foram colocadas sobretaxas sobre o algodão americano nos últimos anos, assim, por conta desse fator monetário e pelos EUA ser o principal exportador de algodão para a China, espera-se que o país aumente sua cota de importação do algodão brasileiro (CONAB, 2018).

Portanto, para que o país aproveite tais oportunidades e o potencial do mercado nacional algodoeiro, além de conseguir atender o crescente consumo nacional, o cálculo da previsão de demanda para os próximos anos tem ampla necessidade. Com esse objetivo, os modelos matemáticos de previsões descritos nesse trabalho podem contribuir grandemente para a indústria, agricultores e todos os órgãos relacionados ao mercado do algodão.

Dentre as necessidades envolvidas nesse processo, o planejamento é um dos mais importantes. O autor Moreira (2011), para reafirmar a importância do estudo da previsão de demanda durante essa fase, defende que a previsão de demanda é uma das bases comuns a todo planejamento.

Sendo assim, o trabalho aqui apresentado irá abordar diferentes métodos matemáticos com o objetivo de dar a base necessária ao planejamento da previsão de demanda do algodão herbáceo no Brasil. Além de, através de comparações, ter a capacidade de enxergar a técnica que resulta em menor erro entre as utilizadas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral nesse estudo se estende a utilizar-se de informações existentes em bancos de dados públicos para a previsão do cenário produtivo da cultura do algodão herbáceo por diferentes métodos estatísticos

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Buscar informações disponíveis em bancos de dados para a aplicação dos modelos matemáticos
- b) Escolher os métodos matemáticos adequados para o estudo do cenário produtivo da cultura do algodão herbáceo
- c) Estabelecer previsões e comparar os erros e com os dados reais encontrados para a plantação
- d) Elaborar um dashboard para visualização dos dados coletados

3 REVISÃO DE LITERATURA

A presente revisão literária descreverá os conceitos teóricos necessários para o estudo do algodão nesse trabalho. Em primeiro lugar, será abordada a cultura do algodão, seus registros históricos e importância econômica mundial e nacional. Em segundo, e último, serão descritos os métodos matemáticos que serão utilizados para o cálculo de previsão de demanda.

3.1 A CULTURA DO ALGODÃO

Os primeiros registros históricos do algodão foram encontrados no Código de Manu, do século VII a.C., onde está registrado que a domesticação do algodoeiro ocorreu no Sul da Arábia, há mais de 4000 anos. No Brasil, os índios já dominavam a utilização do algodão antes da chegada dos Portugueses, desde o plantio até a fabricação e coloração de tecidos (AMPA, 2019).

O crescimento gradativo da demanda do algodão vem desde 1950, e cresce em média 2% ao ano. Estando entre uma das culturas de fibras mais utilizadas no mundo, o comércio mundial de algodão movimentava anualmente por volta de US\$ 2 bilhões (ABRAPA, 2019). Dentro desse cenário, o Brasil se encontra em quarto lugar no ranking de maiores produtores da cultura, tendo uma produção de 1894 mil toneladas na safra 2017/2018, sendo este liderado pela Índia, China e EUA, como mostra a Figura 1.

Os dados quantitativos de exportação do algodão na safra de 2017/2018, mostraram que o Brasil teve um total de 909 mil toneladas exportado, seguido da Índia com 1128 mil toneladas e dos Estados Unidos, que com um total de 3450 mil toneladas sendo o principal exportador do produto na safra em questão. (FAS, 2019). Dentre os principais países que recebem o algodão brasileiro, a Indonésia, Turquia, Vietnã e Coreia do Sul se encontram entre os maiores (USDA, 2019).

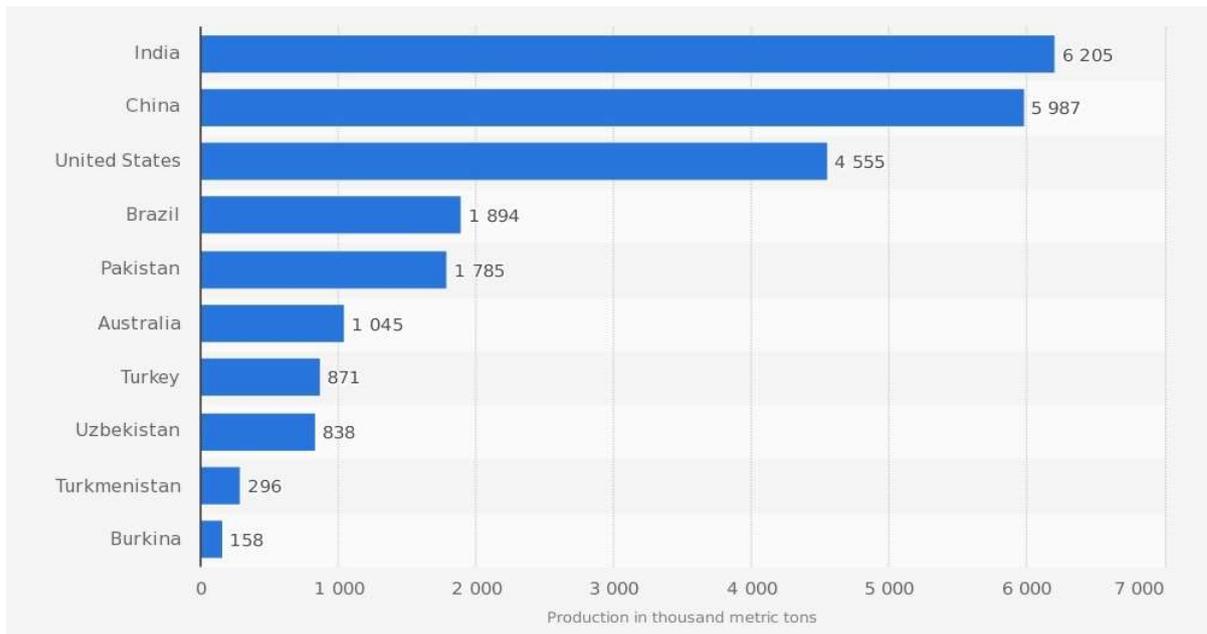


Figura 1. Ranking mundial de produtores de algodão em 2017/2018 (em 1000 toneladas)
Fonte: Adaptado de Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA, 2019.

3.1.1 A Cultura do Algodão Herbáceo

Segundo a Comissão Algodoeira Executiva Têxtil, dentre os diferentes tipos de algodão existentes, o algodão herbáceo, da espécie *G. Herbaceum, L.*, fornece mais de 60% de fibras de algodão comercializadas, sendo o mais cultivado no Brasil e ao redor do mundo (CETEX, 2019).

O Mato Grosso é o estado brasileiro de maior crescimento em áreas plantadas e em quantidade produzida do algodão herbáceo. Um dado histórico na produção da cultura no estado foi registrado na safra de 2000 que, com 908,8 mil toneladas, teve um aumento de 11.163,5% se comparado ao ano de 1984, com 8,07 mil toneladas produzidas. Esse expressivo resultado entre as duas safras ocorreu devido às condições favoráveis como a do solo, clima e topografia aliadas à utilização correta de tecnologias do ramo (OESTE; ALGODÃO, 2001).

3.2 PREVISÃO

Toda empresa, diante de sua meta de produção, se preocupa em prever sua demanda futura. O caminho que a empresa toma e as ações que direcionam suas atividades para alcançar as metas de produção são, geralmente, baseados na previsão da demanda. A previsão permite uma visão do futuro e, assim, facilita o processo de planejamento das ações que devem ser tomadas (TUBINO, 2009).

A necessidade da empresa em se planejar vem atrelada ao tempo que a mesma precisará dos resultados, por tanto, existem previsões para longos períodos de tempo, como 10 anos, e curtos períodos, como para meses futuros ou, até mesmo, para os próximos dias. O grau de detalhe é um fator que distingue os casos em questão, pois quanto maior o tempo de previsão requerida, menor a precisão e detalhamento encontrado (MOREIRA, 2011).

Ainda em relação ao prazo, o comportamento da demanda pode ser classificado em 3 categorias: demanda com tendência, cíclica e de padrão sazonal. A primeira classificação se refere a um comportamento gradual, com resultados de queda ou alta demanda a longo-termo. Já a demanda cíclica, como o próprio nome diz, se caracteriza por um desempenho não progressivo, com altos e baixos no período de tempo analisado. A demanda de padrão sazonal se refere a um comportamento oscilatório que normalmente se relaciona ao clima ou época do ano (RUSSELL; TAYLOR, 2011).

O tempo também é um fator determinante para a busca de dados confiáveis na elaboração de um método de previsão, Hyndman e Athanasopoulos (2013) defendem que há a necessidade de destinar um período de tempo considerável para essa busca. Afinal, ela se faz determinante para que a previsão tenha os dados suficientes necessários para a pesquisa e seja escolhido o método mais adequado de previsão.

Para Fernandes e Godinho Filho (2010), os erros encontrados nas previsões não devem ser determinantes para desestimular a sua utilização, no entanto, a atenção necessária deve se relacionar à qualidade do método escolhido e dos padrões da previsão. Além de tudo, o prazo determinado para a obtenção dos resultados previstos deve ter coerência com as medidas que essa previsão visa apoiar, dessa forma, o sistema atinge a confiabilidade de quem o utiliza.

3.2.1 Etapas de um Método de Previsão

Inúmeros autores citam pontos em comum ao abordar as etapas de um método de previsão e a ordem que essas etapas devem seguir (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010). Entretanto, Hyndman e Athanasopoulos (2013) destacam que esse processo depende do tipo e da quantidade de dados acessíveis e, por essa questão, quando não há dados, ou se os dados encontrados não são relevantes para o método de previsão escolhido, tem-se a demanda qualitativa como melhor opção.

O processo de previsão se inicia com a definição do propósito da previsão. Isso significa identificar qual o produto será abordado, o nível de precisão obrigatória (previsão anual, mensal etc.) e quais recursos são acessíveis para o início do modelo de previsão (TUBINO, 2009). Entretanto, Fernandes e Godinho Filho (2010) defendem que o prazo requerido, a quantidade de itens e seu o valor agregado, tanto quanto a quantidade de recursos a serem utilizadas no processo, também devem ser destacados dentro dessa primeira etapa.

Lustosa et al (2008) e Tubino (2009) concordam ao abordar a análise e coleta de dados como segunda parte desse processo. Análise que tem por objetivo identificar o melhor método de previsão para os dados históricos coletados. Entretanto, a quantidade de dados deve ser levada em consideração, pois quanto maior a quantidade coletada, mais fundamentada a técnica de previsão (TUBINO, 2009).

A etapa seguinte à coleta de dados consiste na seleção de um modelo adequado de previsão, classificados em qualitativos e quantitativos. Na primeira classificação tem-se uma técnica com base em opiniões, já que a presença de dados numéricos é insuficiente ou inexistente. Entretanto, o modelo quantitativo possibilita o emprego de técnicas de estatísticas no método de previsão (LUSTOSA et al., 2008).

Russell e Taylor (2011) detalha os passos desse processo como um todo na Figura 2. Assim, as próximas fases se tratam em testar e avaliar a confiabilidade dos resultados encontrados pelas previsões (LUSTOSA et al., 2008). Para isso, podem ser aplicados diferentes métodos que avaliam os dados históricos e a acuracidade do método aplicado (RUSSELL; TAYLOR, 2011).

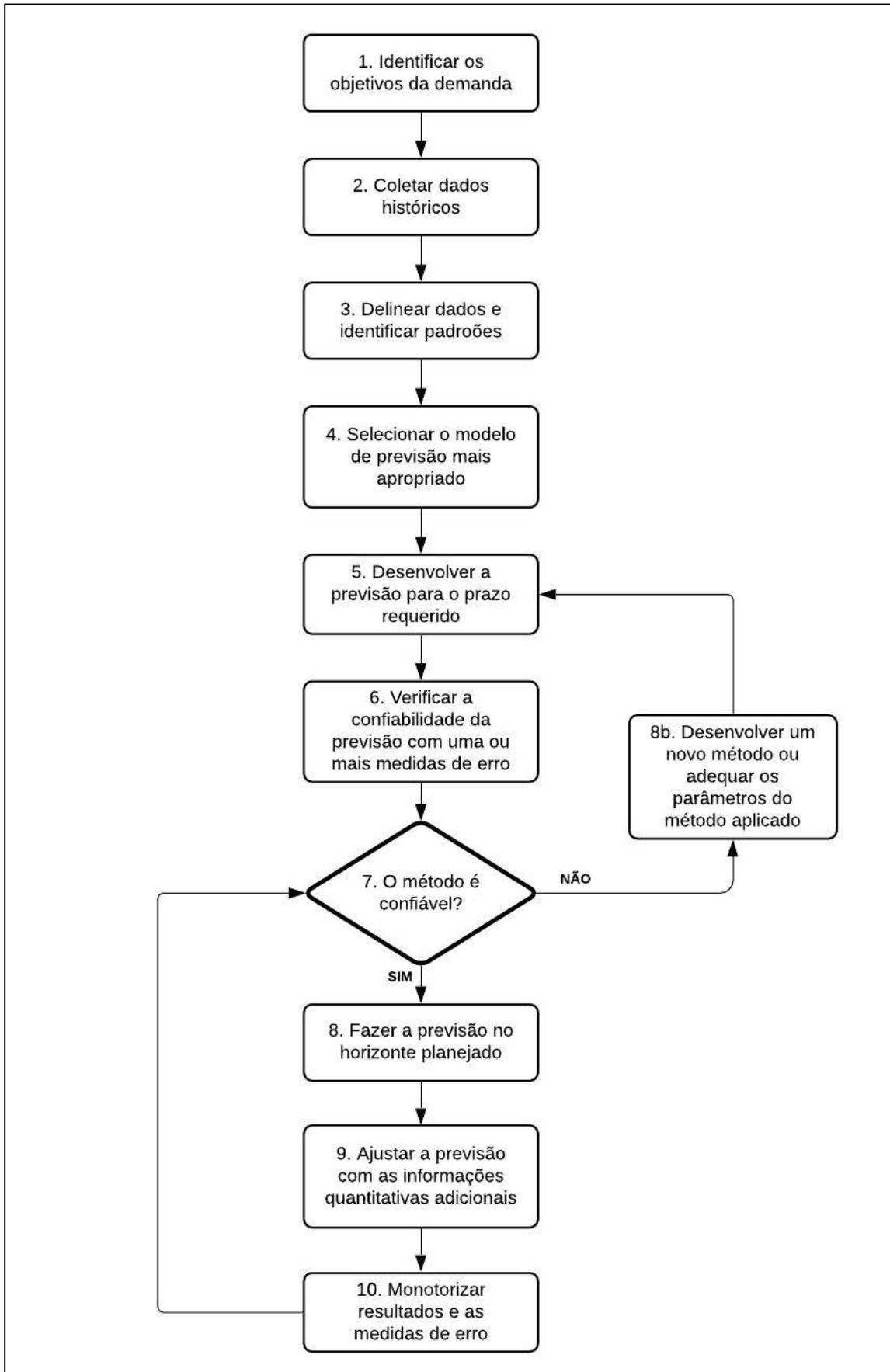


Figura 2. Etapas de escolha do método de previsão
Fonte: Adaptado de Russell e Taylor, 2011.

Uma vez testado e avaliado o modelo escolhido para a previsão de demanda, segue-se com a etapa de monitoramento, interpretação e atualização da previsão iniciada. Tal monitoramento consiste em ter a certeza de que os erros são baixos, e uma vez que a previsão se encontrar sob controle, pode-se prever para períodos de tempos futuros, utilizando-se do último valor real encontrado para a atualização do modelo (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

3.2.2 Métodos de Previsão

Assim como mencionado nos tópicos anteriores, existem duas principais classificações para a previsão. A primeira delas é o método qualitativo, que se baseia no consenso, opinião e julgamento pessoal. Já o segundo método, denominado quantitativo, se fundamenta em técnicas estatísticas e dados numéricos (LUSTOSA et al., 2008). Mesmo que o resultado não seja de previsões exatas em ambas abordagens, uma combinação das duas pode resultar em um resultado satisfatório para modelos preditivos (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

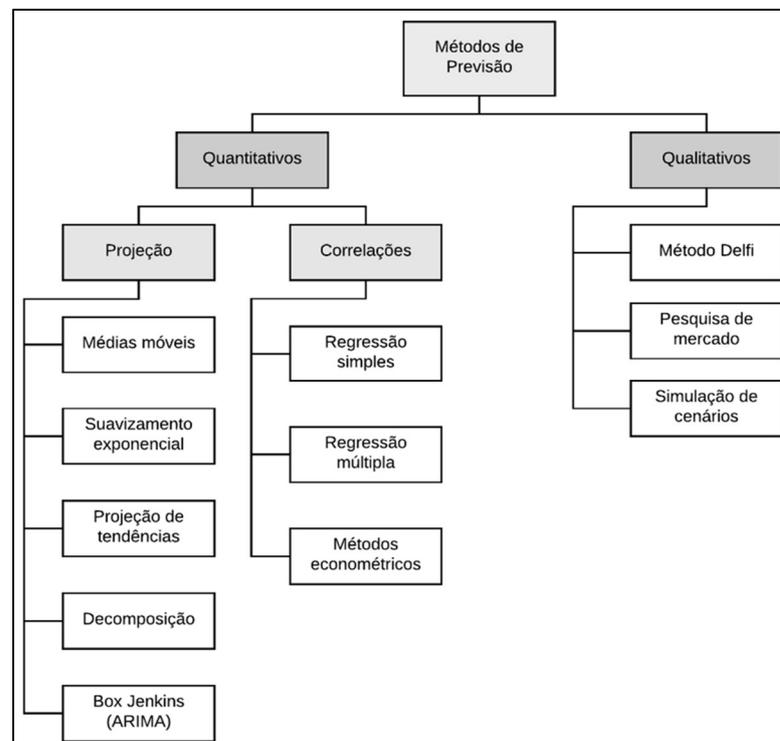


Figura 3. Algumas abordagens de previsão de demanda
Fonte: Adaptado de Lustosa et al., (2008).

3.3 MODELOS QUALITATIVOS

O modelo qualitativo possui um caráter subjetivo e tem o julgamento daquele que toma as decisões como fundamento. Tal julgamento de decisão está baseado à valores, emoção, experiência pessoal e intuição (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010). Apesar do grau de subjetividade apresentada, quando não existe disponibilidade de dados, o modelo qualitativo é a melhor alternativa (LUSTOSA et al., 2008).

Um dos motivos pelo qual a técnica qualitativa é empregada é a falta de tempo para a obtenção e análise dos dados de uma demanda realizada no passado. Com relação ao desenvolvimento de novos produtos, o método pode ser de grande importância pelo fato de não existir dados para se apoiar em relação a nova criação. E, também, em momentos de instabilidade econômica e política, quando os dados passados se tornam desatualizados rapidamente e incapazes de serem tomados como base em uma pesquisa de demanda (TUBINO, 2009).

Como mostrado na Figura 3, será abordado a revisão bibliográfica de três métodos utilizados no modelo quantitativo, sendo eles o Método Delfi, a Pesquisa de Mercado e a Simulação de Cenários.

3.3.1 Método Delfi

Segundo Lustosa et al. (2008), o método foi desenvolvido na Segunda Guerra Mundial com o propósito de prever avanços no setor militar. E o nome em si, se refere ao oráculo grego de Delfos, conhecido por ensinar e prever o futuro para quem o procurava. Nos dias de hoje, aplica-se a técnica para a previsão de demanda e na busca da resolução de problemas técnicos no setor empresarial (LUSTOSA et al., 2008).

O método Delfi se trata de uma técnica que utiliza de opiniões de especialistas e que, segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) e Fernandes e Godinho Filho (2010), segue uma linha mais formal na tentativa de diminuir as influências das pesquisas que requerem encontros face-a-face. Tais especialistas

podem ser atuantes em diversas áreas, para o alcance de diferentes visões e englobar diversos fatores (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

O método consiste no envio de questionários através do correio ou correio eletrônico. Assim que recebidos de volta, as respostas são averiguadas e resumidas e enviadas de volta para todos os especialistas envolvidos na pesquisa. Cada um deles é convidado a reconsiderar sua primeira resposta através da análise e abordagem de outro especialista. Esse processo será realizado várias vezes até que um consenso é alcançado ou, pelo menos, atingir uma gama mais estreita de resultados (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

3.3.2 Pesquisa de Mercado

Para o modelo de Pesquisa de Mercado, são feitos testes das hipóteses sobre o mercado através de entrevistas para uma parcela específica do mercado da empresa (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010). Pode-se destinar essa técnica para avaliar a capacidade de consumo, o grau de satisfação dos clientes, atuação no mercado (*market share*) e poder da marca, avaliação de novos produtos, preços e concorrência (LUSTOSA et al., 2008).

Lustosa et al. (2008) acrescenta que nessa técnica o objetivo está direcionado em examinar a demanda potencial de um serviço ou novo produto direto com o consumidor. Assim, a fonte de informação será buscada fora do ambiente da empresa. Para o autor, a área de pesquisa de mercado é consideravelmente amadurecida, demonstrado pelo amplo número de empresas especializadas na aplicação do método.

3.3.3 Simulação de Cenários

A Simulação de Cenários, ou Planejamento de Cenário como intitulado pelos autores Slack, Chambers e Johnston (2009) em sua obra, é um método que abrange situações de um grau ainda maior de incerteza e de longo prazo. Nesse

modelo busca-se a construção de diferentes cenários futuros, através da opinião de membros especialistas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Dentro desses cenários futuros construídos, são estimados, para cada um deles, o comportamento esperado das vendas. O resultado obtido dentro dessa estimativa, pode ser classificado em três diferentes tópicos, classificados em pessimista, mais provável e otimista. Após a avaliação abstrata das probabilidades de cada um dos cenários, tem-se o processo final de decisão (LUSTOSA et al., 2008).

3.4 MODELOS QUANTITATIVOS

No caso dos modelos quantitativos, as técnicas se fundamentam na análise de dados numéricos, passados objetivamente, com o emprego de modelos matemáticos para a previsão da demanda futura. Assim como mostra a Figura 3, tal modelo pode ser subdividido em dois grupos: as técnicas que tem as projeções como embasamento e as técnicas das correlações (TUBINO, 2009).

O primeiro grupo dessa subdivisão, também chamado de projeção de séries temporais, tem-se a variável tempo como função da variável demanda. As novas previsões se baseiam na teoria de que os dados encontrados na demanda passada irão se repetir futuramente. Entretanto, na correlação e regressão, a variável demanda pode ser relacionada com diferentes variáveis independentes (LUSTOSA et al., 2008).

3.4.1 Abordagem Causal

O método causal se baseia em identificar uma ou mais variáveis independentes que sejam capazes de prever a demanda futura para a variável dependente, no caso, o produto abordado na pesquisa. Nessa técnica, é elaborada uma equação matemática, que permite a previsão do valor final da variável dependente fornecido pela única ou muitas variáveis independentes envolvidas (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

O objetivo da abordagem se encontra em estabelecer essa equação e, através dela, mensurar o efeito da variável independente sobre a demanda do produto analisado. Para isso, precisa-se levantar dados históricos de demandas passadas do produto e o histórico da variável de previsão, ou seja, a independente. Após a reunião dos dados encontrados, é possível aplicar o método de regressão e obter a equação matemática desejada (TUBINO, 2009).

Os métodos mais aplicados dentro da abordagem causal são as regressões. Dentre elas existem: a regressão simples e a regressão múltipla. Tal técnica tem como principal objetivo obter uma equação que mostre os dados considerados e consiga minimizar a soma dos quadrados dos desvios dentro dos pontos de dados até a reta ou curva relacionada (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Encontrada uma equação linear da correlação entre as variáveis, denomina-se esse tipo de correlação como regressão linear. No caso de uma equação não-linear, ou curvilínea, tem-se a regressão não linear. Existe também a denominação das técnicas pela quantidade de variáveis, tal que quando há apenas uma variável, tem-se a regressão simples, no caso de mais de uma, a técnica é denominada regressão múltipla (TUBINO, 2009).

3.4.1.1 Regressão simples

De acordo com Moreira (2011), a regressão simples é representada pela Equação 1:

$$Y = f(X) \quad (1)$$

Nessa equação, o Y representa a demanda, que é chamada de variável dependente, já a variável X é denominada variável independente, a variável de previsão. O símbolo $f(X)$ mostra que a variável Y pode ser calculada a partir dos valores de X, ou seja, dependente de X (MOREIRA, 2011). Existem vários formatos para a função $Y = f(X)$, porém os mais utilizados são:

$Y = a + b X$ (representa uma reta: regressão linear simples)

$Y = a b^x$ (representa uma exponencial: regressão exponencial)

$Y = a + b X + c X^2$ (representa uma parábola: regressão parabólica)

Para melhor visualização das equações descritas, segue a Figura 4 como modelo dos três mais utilizados tipos dessa função.

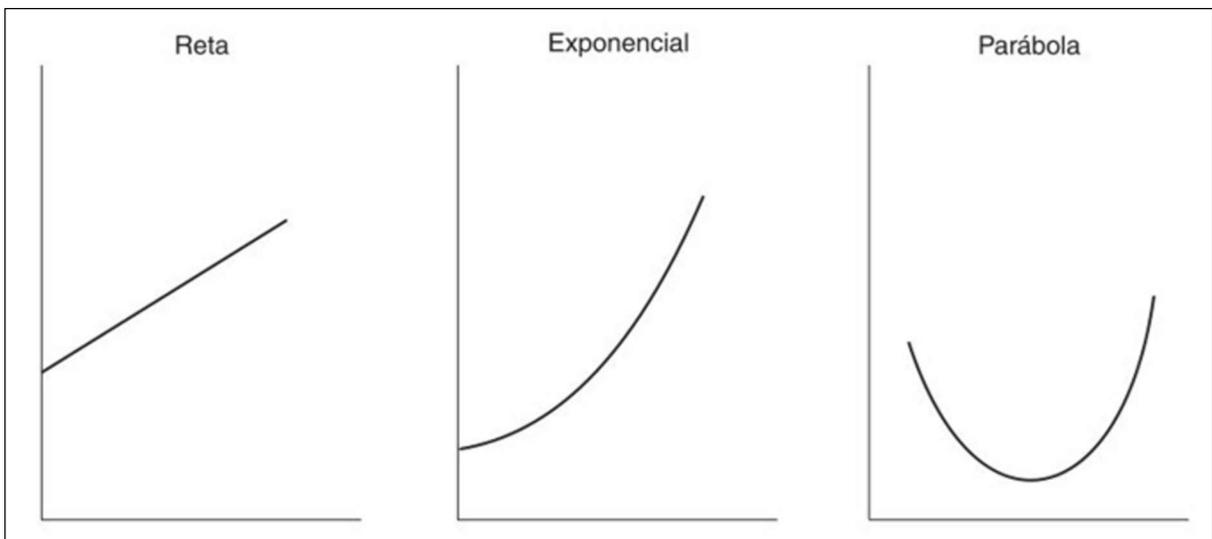


Figura 4. Modelos mais utilizados da regressão simples
 Fonte: Adaptado de Moreira, (2011).

De acordo com Fernandes e Godinho Filho (2010), o coeficiente a das funções é denominado coeficiente linear da reta e possui o mesmo valor de Y quando X é zero. Já o coeficiente b representa a inclinação, por isso é chamado de coeficiente angular da reta. Ambos os coeficientes podem ser encontrados através do método dos mínimos quadrados, baseado nas fórmulas a seguir (Equações 2 e 3):

$$b = \frac{n \sum_{t=1}^n x_t d_t - \sum_{t=1}^n x_t \sum_{t=1}^n d_t}{n \sum_{t=1}^n x_t^2 - (\sum_{t=1}^n x_t)^2} \quad (2)$$

$$a = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n d_t - \frac{b}{n} \sum_{t=1}^n x_t \quad (3)$$

Vale ressaltar que o autor representa d_t se referindo a Y , e defende que tal procedimento, de encontrar as variáveis em questão, irá minimizar a soma dos quadrados dos desvios. Após calculado b e a , é necessário calcular os coeficientes de correlação, representado por r , e os coeficientes de determinação, representado por r^2 (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Para Tubino (2009), o coeficiente de correlação r permite mensurar a existência de correlação entre as duas variáveis. Como se calcula tal coeficiente é mostrado a Equação 4:

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \times \sqrt{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2}} \quad (4)$$

Tal equação será resultada em um número entre +1 (correlação positiva perfeita) e -1 (correlação negativa perfeita) para o coeficiente calculado. O sinal encontrado (+ ou -) indica a direção do relacionamento entre as duas variáveis (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998).

Isso significa que, se encontrado um valor positivo, a força da correlação entre elas tende ao aumento ou diminuição (um aumento no valor de uma variável leva ao aumento da outra, assim também na diminuição). Se caso o valor encontrado tende ao negativo, acontece o contrário, ou seja, um aumento no valor de uma das variáveis leva a diminuição da outra e vice-versa. Enfim, um valor próximo a zero indica que é pequena ou não existe correlação entre as duas variáveis (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

O cálculo do quadrado de r , ou seja, o coeficiente de determinação r^2 , resultará, em todos os casos, em um valor entre 0 e 1. Esse valor mostra o nível de qualidade que a linha de regressão se alinha aos dados (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010). Portanto, para uma correlação ideal, Martins e Laugeni (2015) defendem que o valor do coeficiente de determinação deve ser de 0,7, no mínimo.

3.4.1.2 Regressão múltipla

Segundo Moreira (2011), se caso for estabelecido que a variável dependente Y se correlaciona com mais de uma variável independente X, ou seja, um número n de variáveis, tem-se a Equação 5:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (5)$$

Onde $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ são parâmetros de intersecção e inclinação a serem estimados (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010). Essa estimativa pode ser feita através do método dos mínimos quadrados que, de acordo com Anderson, Sweeney e Williams, é dado pela Equação 6:

$$\min \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (6)$$

Sendo que y_i é o valor analisado da variável dependente até a i -ésima análise feita e \hat{y}_i se refere a estimativa do valor da variável dependente até a i -ésima análise (ANDERSON; SWEENEY; WILLIAMS, 2007). Para mostrar a aplicabilidade da regressão linear múltipla, Barbetta, Reis e Bornia (2010) exemplifica algumas situações, como mostra o Quadro 1.

Variável Dependente (Y)	Variáveis Independentes (X_1, X_2, \dots, X_n)
Y = consumo (reais)	X_1 = renda (reais) X_2 = poupança (reais) X_3 = taxa de juros (%)
Y = valor de revenda de carro seminovo	X_1 = valor do modelo novo (reais) X_2 = quilometragem X_3 = idade do veículo (anos) X_4 = estado de conservação
Y = preço de um imóvel novo (reais)	X_1 = área construída do imóvel (m^2) X_2 = padrão de qualidade X_3 = localização

Quadro 1. Regressão múltipla aplicada em três exemplos

Fonte: Adaptado de Barbetta, Reis e Bornia (2010).

Quando é suposto que Y é uma variável contínua e quantitativa, e as variáveis quantitativas independentes (X_1, X_2, \dots, X_n) indicam específicos atributos, pode-se estabelecer o modelo clássico de regressão múltipla. A variável indicadora dos atributos possui valor 1 (um) quando o atributo em questão está presente, quando não está presente, o valor será 0 (zero). Como por exemplo, a variável X_4 = conservação do veículo, referente ao segundo exemplo da tabela (venda de seminovos), pode ser considerado como valor 1 (um) quando o carro estiver em bom estado e 0 (zero) caso não estiver (BARBETTA; REIS; BORNIA, 2010).

3.4.1.3 Métodos econométricos

Enquanto na regressão múltipla tem-se apenas uma equação envolvida, no método econométrico pode-se incluir n números de equações de regressão múltipla simultaneamente. Além de que na regressão é encontrada apenas uma variável dependente a ser função das variáveis independentes. Os métodos econométricos são exemplos de sistemas simultâneos que visam a previsão e análise de fenômenos econômicos (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) defendem que o modelo econométrico possui muitas exigências similares ao modelo de regressão múltipla, tais exigências podem incluir: a seleção de quais variáveis serão inclusas em qual equação, a determinação da forma da função (linear, exponencial, logarítmica etc.) de cada uma das equações, estimativa dos parâmetros, teste de significância dos resultados e validação das hipóteses envolvidas.

Os autores ainda defendem que modelo pode ser considerado de difícil aplicação se comparado a métodos estatísticos alternativos. Tais dificuldades podem ser encontradas em aspectos técnicos, relacionados a especificação das equações e estimativa dos parâmetros, e também na questão das considerações de custo, relacionado a quantidade de dados necessários e recursos computacionais e humanos requeridos (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998).

3.4.2 Métodos de Projeção

Também chamado de Séries Temporais, o método de projeção tem a premissa de que os mesmos fatores que influenciaram na demanda passada serão os fatores que influenciarão na futura. Por isso, a abordagem é considerada um conjunto de informações levantadas que são ordenadas no tempo (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010). A desvantagem do método é que apenas esse comportamento passado é considerado, não é levado em conta as variáveis causais como nos métodos de modelagem causal (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Entretanto, Tubino (2009) defende o método ao citar a simplicidade nele encontrada, o que gera, segundo o autor, bons resultados uma vez bem elaborado. Na montagem do modelo é necessário fazer a plotagem dos dados passados e distinguir as causas por trás das características da curva encontrada. Tal curva temporal pode apresentar tendência, sazonalidade, variações randômicas e variações irregulares.

A tendência apresenta um movimento gradual, que direciona os dados da demanda. A sazonalidade, ao contrário da tendência, revela variações cíclicas de curto período e se relaciona com o fator tempo, com variações climáticas ou épocas do ano. As variações randômicas são variações consideradas aleatórias ou normais, sendo tratadas pela média dos dados. Enfim, as irregulares tratam de acontecimentos fora do comum, como catástrofes, greves ou qualquer outro episódio que não pode ser previsto (TUBINO, 2009).

A Figura 5 mostra os comportamentos descritos anteriormente, que podem ser encontrados em métodos de projeção, e nos tópicos seguintes serão analisados diferentes modelos de previsões com base em séries temporais.

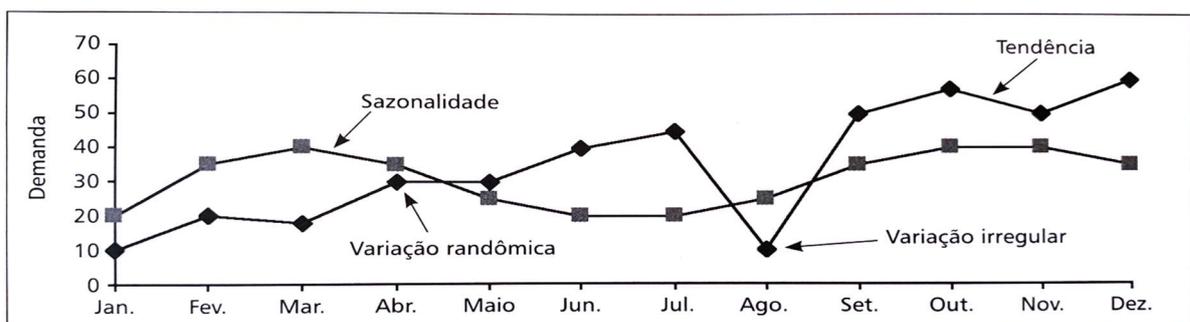


Figura 5. Principais fatores influenciadores em séries temporais
Fonte: Tubino (2009).

3.4.2.1 Métodos de previsão da média móvel

A repetição do último dado da série histórica é um dos métodos mais simples de projeção que uma pessoa possa pensar, o que pode ser traduzido pela pressuposição de que a demanda do próximo período observado seria a mesma do período anterior (LUSTOSA et al., 2008). Mas o problema ao realizar essa técnica é que ela segue as variações aleatórias que aconteceram na previsão anterior (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

De acordo com Tubino (2009), a média móvel pode ser calculada pela Equação 7:

$$Mm_n = \frac{\sum_{i=1}^n Di}{n} \quad (7)$$

Sendo que:

Mm_n = média móvel de um número n de períodos;

Di = demanda do período i ;

n = número de períodos;

i = índice do período.

Nessa técnica, sempre que um dado novo é disponibilizado, se rejeita o último dado e se adiciona o dado mais recente na equação da previsão (TUBINO, 2009). Para Lustosa et al. (2008), mesmo com a simplicidade apresentada pelo método, não são gerados bons resultados utilizando a média móvel quando há tendência ou sazonalidade na série histórica. Nestes casos, os métodos de suavização são uma melhor alternativa.

3.4.2.2 Suavização exponencial

Sabe-se que uma das características ruins da média móvel é o fato de que os períodos analisados não apresentam pesos diferentes entre si. No caso da

suavização exponencial é diferente, os pesos existem e são exponencialmente decrescentes a partir do presente em direção ao tempo passado (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010). Portanto, existem três variantes desse modelo que serão descritos nos próximos tópicos, sendo eles: suavização exponencial simples, com tendência e com tendência e sazonalidade.

3.4.2.2.1 Suavização exponencial simples

Nesse modelo, parte-se do critério de que a demanda varia em torno de um patamar ou demanda base contínua. Com um valor inicial como ponto de partida, a “base” é revisada a cada novo período, conforme os dados da demanda são incluídos na série histórica. A Equação 8 mostra a essência desse cálculo, que consiste na soma de uma fração α multiplicada pela subtração da demanda atual e a demanda anterior estimada da demanda base (LUSTOSA et al., 2008).

$$B_t = B_{t-1} + \alpha \cdot (D_t - B_{t-1}) \quad (8)$$

Onde as variáveis:

B_t = base no instante t ;

D_t = demanda no instante t ;

B_{t-1} = base no instante $t - 1$;

α = constante de suavização.

Para Corrêa e Corrêa (2012), a constante α , denominada de constante de suavização, estará entre 0 e 1. Fernandes e Godinho Filho (2010) acrescenta que é extremamente importante a escolha dessa constante, pois valores maiores significam que se deseja fornecer um peso maior ao erro encontrado no último período. Assim, o modelo entende que as informações novas de demanda real são corretas e confiáveis.

Para Lustosa et al. (2008), a Equação 8 pode dar origem às Equações 9 e 10, que são mais comuns para a representação do modelo de suavização exponencial simples.

$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot B_{t-1} \quad (9)$$

$$F_t(t + k) = B_t \quad k = 1, 2, \dots \quad (10)$$

Onde F_t representa a previsão no final do período t para o período representado dentro do parêntesis. Já B_t , D_t , e α possuem as mesmas classificações da Equação 8.

3.4.2.2.2 Suavização exponencial com tendência

Em muitos casos, o processo analisado apresenta um comportamento com tendência, sendo o contrário de processos que mostram uma permanência como nos tópicos tratados anteriormente. Essa tendência pode apresentar ou não uma linearidade (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010). De acordo com Lustosa et al. (2008), as equações a seguir (Equação 11, 12 e 13) devem ser aplicadas para esse tipo de previsão.

$$B_t = a \cdot D_t + (1 - a) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1}) \quad (11)$$

$$F_t(t + k) = B_t + kT_t \quad (13)$$

Onde:

D_t = demanda de t ;

B_t = base no instante t ;

T_t = tendência no instante t ;

a = constante de suavização;

β = constante de suavização da tendência;

$F_t(t + k)$ = previsão do período t para o período $(t+k)$.

3.4.2.2.3 Suavização exponencial com tendência e sazonalidade

Também conhecido como modelo de Holt-Winters, e como o título do presente tópico já diz, esse método inclui a componente sazonalidade. Tal inclusão é realizada para cada período, que mostra a relação entre a demanda média do período analisado e a demanda média anual. A base do modelo consiste em prever a demanda base simbolizada pelo índice de sazonalidade (I_t) (LUSTOSA et al., 2008).

Lustosa et al. (2008) e Fernandes e Godinho Filho (2010) concordam ao descrever as etapas para o cálculo da sazonalidade. Primeiramente, é necessário calcular a tendência por período t , o que pode ser feito com o cálculo da diferença dos últimos períodos abordados. Em seguida é necessário atualizar o índice de sazonalidade e, por fim, multiplicar a projeção de demanda base pelo correspondente índice de sazonalidade para um instante futuro qualquer. Como apresentado nas Equações 14, 15 e 16 abaixo:

$$B_t = \alpha \cdot \left(\frac{D_t}{I_{t-L}} \right) + (1 - \alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1}) \quad (14)$$

$$T_t = \beta(B_t - B_{T-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1} \quad (15)$$

$$I_t = \gamma \cdot \left(\frac{D_t}{B_t} \right) + (1 - \gamma) \cdot I_{t-1} \quad (16)$$

Em que:

B_t = base ao final do instante t ;

α = constante de suavização para base;

D_t = demanda do período t ;

I_t = índice de sazonalidade do instante t ;

T_t = tendência ao final do instante t ;

β = constante de suavização para tendência;

γ = constante de suavização para sazonalidade.

3.5 CONTROLE DE ERRO

A diferença entre a demanda real no período t e o valor previsto da demanda para o mesmo período, resulta no valor básico de erro de previsão (Equação 17). Nesse sentido, se for resultado um valor positivo de desvio significa que a demanda foi maior que a previsão, caso contrário em resultados negativos (LUSTOSA et al., 2008). Para o cálculo do erro médio, no caso de vários períodos presentes no calcula, tem-se a Equação 18.

$$E_t = D_t - F_t \quad (17)$$

$$EM = \frac{\sum(D_t - F_t)}{n} \quad (18)$$

Onde:

D_t = Valor real da demanda;

F_t = Valor previsto da demanda;

n = número de períodos.

Para o cálculo da dispersão da demanda, são calculados os valores do erro absoluto médio (EAM) e o erro quadrático médio (EQM), vistas nas Equações 19 e 20. Lustosa et al. (2008) e Fernandes e Godinho Filho (2010) relatam que valores altos resultados do cálculo do EAM indicam algum problema com o método ou parâmetro escolhido, ao contrário de um valor resultante baixo, que mostra a demanda prevista está próxima da real.

$$EAM = \frac{\sum|D_t - F_t|}{n} \quad (19)$$

$$EQM = \frac{\sum(D_t - F_t)^2}{n - 1} \quad (20)$$

Onde:

D_t = Valor real da demanda;

F_t = Valor previsto da demanda;

n = número de períodos.

Para comparar o erro absoluto com os resultados da demanda, é usado a medida de erro conhecida como porcentagem média absoluta (PMA) que é representada na Equação 21. A porcentagem do valor resultante de PMA mostra o quão distante a previsão se encontra dos dados reais (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

$$PMA = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{D_t - F_t}{D_t} \right|}{n} \quad (21)$$

Onde:

D_t = Valor real da demanda;

F_t = Valor previsto da demanda;

n = número de períodos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia é representada pela explicação minuciosa das etapas e do caminho em que as técnicas de análise e coleta de dados são empregadas (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010). Nesse sentido, o presente capítulo será voltado à exposição dos métodos que serão utilizados para o desenvolvimento do trabalho.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A definição de pesquisa de acordo com Gil (2010) é “o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. O autor acrescenta que a necessidade da pesquisa surge quando as informações não são suficientes para solucionar um problema, ou no caso das informações possuídas não se encontrarem em um estado de ordem adequado a se relacionarem com a problemática em questão.

Portanto, quanto à sua natureza, o presente trabalho foi classificado como básico, pois foram feitas análises estatísticas com o objetivo de obter previsões para o mercado agricultor da cultura do algodão em território nacional. De acordo com Prodanov e Freitas (2013) a pesquisa básica pretende obter conhecimentos novos e proveitosos para a evolução da ciência à exceção de aplicação prática imediata.

De acordo com os seus objetivos, o estudo realizado classificou-se como descritivo. Pois, assim como o autor Danton (2002) descreve, a pesquisa teve como foco a observação, registro e análise dos fenômenos. Quanto aos procedimentos, a pesquisa foi definida como documental e operacional.

E, finalmente, a abordagem do estudo foi classificada como quantitativa. Tal característica é explicada no uso e abordagem de dados numéricos para análise e previsão. Kauark, Manhães e Medeiros (2010) confirmam que a pesquisa quantitativa requer o emprego de técnicas e recursos estatísticos, desde as mais simples como média, mediana até aquelas um pouco mais elaboradas como a análise de regressão.

4.2 ANÁLISE DE DADOS

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), esta etapa da pesquisa se deve à interpretação e estudo dos dados coletados. Essa interpretação se desenvolve a partir de sinais observados, com base na metodologia, com correlações feitas por meio do referencial teórico e acrescentadas com a opinião do pesquisador.

Portanto, finalizada a coleta dos dados, os mesmos foram colocados em grupos e organizados conforme a necessidade do estudo e analisados com a assistência do Microsoft® Excel. A planilha foi utilizada para o cálculo das médias mensais e anuais de cada grupo de dados, e também para a montagem de gráficos com o objetivo de analisar descritivamente e estatisticamente os dados levantados.

A análise estatística descritiva dos dados auxiliou na organização, resumo e descrição de características observadas, tudo isso voltado à análise de padrões, tendências e sazonalidades do conjunto de dados abordado. Dentre as ferramentas empregadas na análise descritiva, estão: medidas de síntese, tais como porcentagens, índices e médias, e também gráficos e tabelas (REIS; REIS, 2002).

Com o intuito de realizar e escolher os melhores métodos para a previsão da produção, produtividade, preço e da área plantada do algodão, os dados foram aplicados nos *softwares* de estatística, Action Stat® e NNQ – Estatística. O Action Stat® foi utilizado especificadamente para a análise do preço do algodão e confecção de *box-plot*.

As previsões de demanda calculadas a partir dos métodos descritos no referencial teórico para o ano seguinte que dos dados coletados, foram comparadas com o auxílio do *software* gratuito NNQ - Estatística, desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Catarina. Essa comparação tem como base os resultados obtidos através dos cálculos do erro, tendência e sazonalidade que o *software* executa.

Além das características das etapas citadas, deixou-se alguns dados para validar o modelo, ou seja, as previsões também foram feitas para o último ano disponível no banco de dados para fins de comparação. No caso do preço, como a previsão realizada foi mensal desde o ano de 2009 a 2019, foi realizada a previsão dos últimos três meses de 2019 e todos ou outros meses anteriores do ano de 2019 foram previstos e comparados com os valores reais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente capítulo encontram-se descritos e discutidos os resultados provenientes da análise dos dados históricos do preço do algodão, além da área plantada, produção e produtividade da safra do produto no território brasileiro. Para iniciar o presente tópico, será descrito estatisticamente os dados coletados e, em seguida, descrita a previsão.

5.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA O TERRITÓRIO BRASILEIRO

De acordo com a ABRAPA (2019), a safra 2017/2018 superou a produção da safra anterior em mais de 31 %, tendo uma produção de 2.005,80 mil toneladas em todo o território nacional. Essa porcentagem se deve ao considerável aumento produtivo do algodão nas regiões centro-oeste e nordeste, conforme os dados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise Descritiva da Produção de Algodão no Brasil

Produção Algodão no Brasil (mil ton)		
REGIÃO	2016/2017	2017/2018
Centro-oeste	1.102,30	1.399,60
Nordeste	390,70	546,20
Norte	10,10	11,90
Sudeste	26,40	48,10
Sul	0,00	0,00
Total	1.529,50	2.005,80

Fonte: Autoria Própria.

6.1.1 Análise Estatística e Previsão de Preços do Algodão

O presente tópico utiliza dos dados coletados na série mensal do CEPEA (2019) e pode ser observada conforme a Tabela do Anexo A.

5.1.1.1 Análise descritiva dos preços do algodão

Os valores obtidos dos preços provenientes das safras anteriores foram coletados na série de preços do CEPEA (2019). Para a análise exploratória, foi necessário agrupar os conjuntos de dados e, assim, ser possível reunir as informações necessárias para a análise e previsão.

As informações referentes aos preços praticados no Brasil encontram-se apresentados no Anexo A. Onde o período recolhido para análise foi de 10 anos (2009 a 2019), e com base nos valores do quilograma expresso em real, desenvolveu-se a Tabela 2 para apresentação da análise descritiva.

Tabela 2 – Análise Descritiva dos Preços Praticados do Algodão no Brasil

Preços Praticados (R\$)	
Média	96,94453264
Mediana	95,21681938
Mínimo	50,52617255
Máximo	179,0891772
Desvio Padrão	29,07720809
Coefficiente de Variação	0,299936544
Amplitude	128,5630046

Fonte: Autoria Própria.

Após a análise dos dados, notou-se que os valores de média e mediana foram próximos, o que significa dizer que o conjunto de dados não mostrou valores extremamente grandes ou pequenos. Apesar da média e mediana serem duas medidas de tendência central diferentes, Reis e Reis (2002) destaca que a mediana, por sua vez, é mais intuitiva. Isso porque esta representa exatamente o centro do conjunto de dados e não se influencia por valores extremos, como a média assim o faz.

Dentre as medidas de dispersão analisadas, o desvio padrão determina o quão grande é a variação dos dados em relação à média (FERREIRA, 2005) e, com o valor de 29,03 aproximadamente, pode-se entender que existe variação dentro da amostra de dados do preço do algodão entre 2009 e 2018.

Já o coeficiente de variação, de acordo com Reis e Reis (2002), é

proporcional a sua variabilidade, ou seja, quanto maior seu valor maior a variação dos dados. E, de acordo com a classificação feita pelo autor Gomes (1990) e mostrada na Tabela 3, o valor de 0,293534136 é considerado um coeficiente de variação alto.

Tabela 3 – Classificação do Coeficiente de Variação de acordo com Gomes (1990)

Classificação do Coeficiente de Variação (em %)	
Baixo	< 10%
Médio	10 a 20%
Alto	20 a 30%
Muito Alto	> 30%

Fonte: Autoria Própria.

Para examinar a distribuição de dados dos preços praticados do algodão, foi elaborado um *Blox-pot* (Figura 7B) no *software Action Stat*[®]. Este recurso tem por objetivo mostrar de forma visual e resumida a análise exploratória dos dados. Em formato de caixa retangular, a linha central representa a mediana dos dados analisados, as hastes superiores e inferiores representam a diferença entre os valores limites com os valores do primeiro e terceiro quartil, que são os valores da caixa (VALLADARES NETO et al., 2017).

Da mesma forma, o gráfico de linhas (Figura 7A) apresenta algumas das principais características dos dados analisados, como a média na linha central e os limites representados nas linhas em laranja. Uma das diferenças entre eles é que se consegue observar com mais detalhe o comportamento dos preços ao longo do tempo, representados a partir do mês de janeiro 2009 até setembro de 2019.

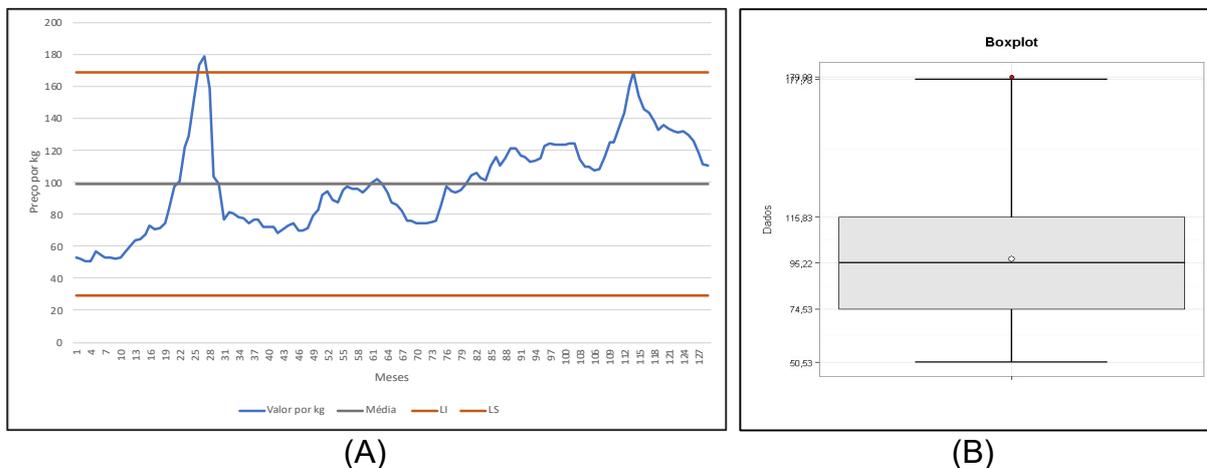


Figura 7 - (A) Gráfico de linhas com limites e média dos preços praticados do algodão de 2009 a 2019; (B) Box-plot de preços praticados do algodão no Brasil
 Fonte: Autoria própria.

De acordo com a Figura 7A, observa-se uma tendência de aumento dos preços do algodão. Contudo, o preço do produto no mês 28, que representa março de 2011, sofreu um aumento recorde na história do algodão brasileiro, com o quilo do produto em R\$ 179,89. Tal acontecimento foi em consequência da baixa produção da safra anterior devido a ocorrência de problemas climáticos no país, principalmente no Mato Grosso (CONAB, 2016). Tal ponto mostra um *outlier*, ou seja, um ponto discrepante dentre todos analisados.

Ao analisar o *box-plot*, pode-se notar que o mesmo *outlier* é representado por um ponto vermelho. Sabe-se que um *outlier* pode prejudicar os resultados de uma previsão e aumentar seus valores de erros. Entretanto, nesse caso, o valor deve ser incluído na análise por ser um valor real e advindo de problemas climáticos da safra anterior.

5.1.1.2 Escolha do melhor método

Feita a análise descritiva dos dados selecionados para a previsão, os mesmos foram expostos na Figura 8 a fim de investigar os métodos que condizem com o comportamento apresentado pelos dados em conjunto.

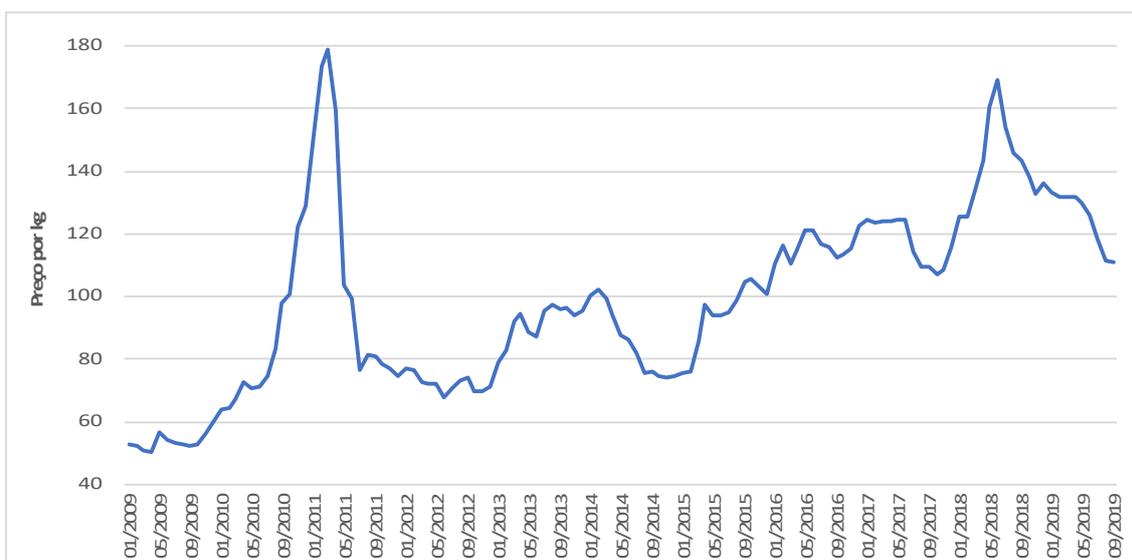


Figura 8. Gráfico de linhas dos preços praticados pelo algodão no Brasil
Fonte: Autoria própria.

Apesar da existência de dois elevados picos no preço do algodão, observados nos anos de 2011 e 2018, foi possível notar presença de tendência nos dados expostos na Figura 8. Além dessa característica, pôde-se notar a presença de ciclos de variação e sazonalidade nos preços praticados pelo produto estudado.

Através da avaliação das características mencionadas anteriormente, foi determinado que o melhor método para a previsão dos preços futuros, dentre todos os existentes, foi a suavização exponencial. Para fins de comparação dos valores encontrados, foi utilizado o *software* NNQ - Estatística.

A Tabela 4, também elaborada com os dados do *software* NNQ – Estatística, mostra uma comparação de erros dentre todos os métodos de suavização exponencial. Como destacado, o programa escolhe o modelo que apresenta menor valor de AIC (Akaike). Por esse motivo, o método MMdM foi escolhido e representa um modelo de correção de erro multiplicativa, tendência multiplicativa amortecida e sazonalidade multiplicativa.

Tabela 4 – Comparação dos erros encontrados em cada método pelo *software* NNQ – Estatística para preços praticados

Método	DM	MAD	MSE	EPAM	r ¹	U de Theil	AIC
ANA	0,751	4,778	7,838	4,79%	0,394	0,995	1096,664
MNA	0,735	4,681	8,044	4,56%	0,380	0,960	1039,371
AAA	-0,025	4,776	7,838	4,83%	0,393	0,981	1100,655
MAA	-0,068	4,566	8,232	4,48%	0,342	0,944	1036,867
AAAdA	0,288	4,568	7,414	4,61%	0,060	0,960	1089,313
MAdA	0,403	4,447	7,763	4,35%	0,241	0,913	1033,832
MNM	0,748	4,624	7,604	4,55%	0,400	0,944	1039,547
MAM	-0,084	4,503	7,760	4,42%	0,359	0,928	1038,354
MAdM	0,301	4,429	7,365	4,44%	0,237	0,897	1043,392
MMM	-0,719	4,635	8,033	4,53%	0,343	0,933	1039,084
MMdM	0,001	4,362	7,238	4,29%	0,215	0,883	1030,683

Fonte: Autoria própria

5.1.1.3 Previsão de acordo com o método escolhido

Assim, com a escolha do método suavização exponencial apropriado, o

software NNQ – Estatística realizou a previsão, os limites superior e inferior para os 12 meses do ano de 2019, como mostra a Tabela 5 e Figura 9. Os valores reais já disponibilizados pelos bancos de dados, de janeiro a setembro, foram utilizados para comparação e análise da eficácia do programa. Além desses valores, ele também mostrou *outliers* de erro e as constantes de variação.

Portanto, o *software* revela a presença de três *outliers* de erro, com índices no mês de abril e maio de 2011 (-25,70) (-46,66) e em maio de 2018 (21,15). Já as constantes de suavização foram α (0,99), β (0,32) e γ (0,01), o que mostrou alta variação de nível, variação de tendência baixa e pouca sazonalidade.

Tabela 5 – Previsão para os preços praticados do algodão para os próximos 12 meses

Mês/Ano	Limite Superior da Previsão	Limite inferior da Previsão	Previsão	Real
jan/19	153,27	131,21	141,25	133,294
fev/19	160,76	128,81	142,94	132,015
mar/19	165,76	127,13	144,40	131,657
abr/19	170,00	123,08	143,01	131,856
mai/19	170,17	112,85	135,12	129,915
jun/19	172,60	107,29	131,68	126,032
jul/19	171,14	98,61	124,95	118,362
ago/19	171,90	96,66	124,82	111,272
set/19	173,83	95,95	125,80	110,899
out/19	174,08	92,35	123,82	-
nov/19	175,67	92,55	125,55	-
dez/19	177,72	94,54	129,00	-

Fonte: Autoria própria.

Como mostra a Figura 9 os valores da Tabela 5, os valores previstos, quando comparados com os valores reais, se mostraram próximos e dentro dos limites calculados. O *software* se mostrou, então, eficaz e confiável para previsões futuras com o método escolhido e, por isso, realizou-se a previsão para os três últimos meses do ano.

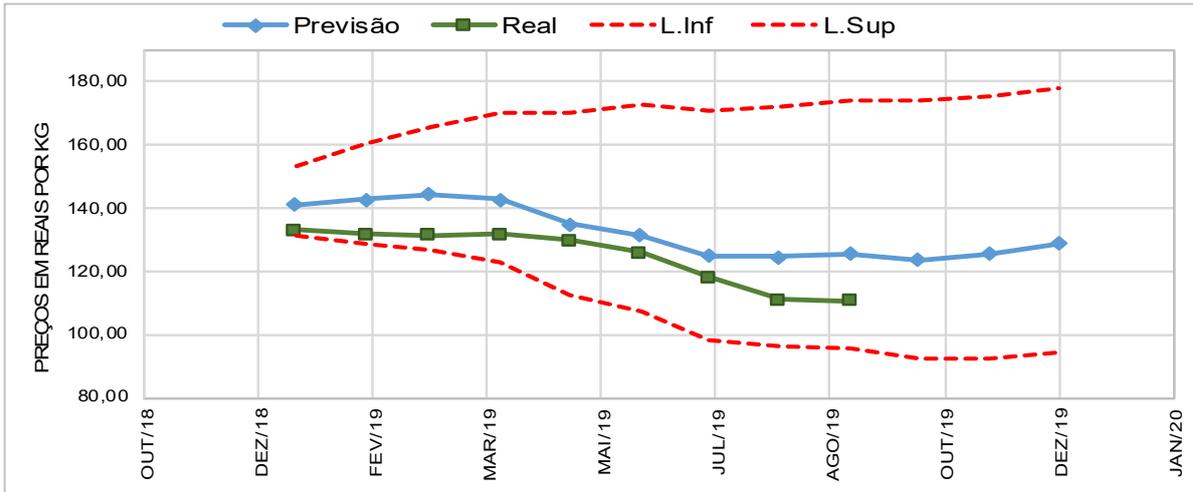


Figura 9. Gráfico da previsão dos preços praticados do algodão no Brasil
Fonte: Autoria própria.

Foram calculados índices sazonais pelo método decomposição através do mesmo *software*, NNQ – Estatística. Foi possível identificar na Figura 10 que os meses de outubro e julho foram os de menor preço do produto. E, a partir do início no ano os preços tendem a subir, com o índice mais alto (1,07) no mês de abril.

A explicação para esse resultado se deve pela colheita ser necessária em meses de baixa umidade, o que pode variar de acordo com a região plantada. O calendário agrícola do maior produtor de algodão do país, Mato Grosso, mostra que o melhor momento da colheita é entre maio e agosto, e julho como mês de início da comercialização do produto. Assim, a partir desses meses há maior disponibilidade do produto e, conseqüentemente, menores preços (EMPAER, 2019).

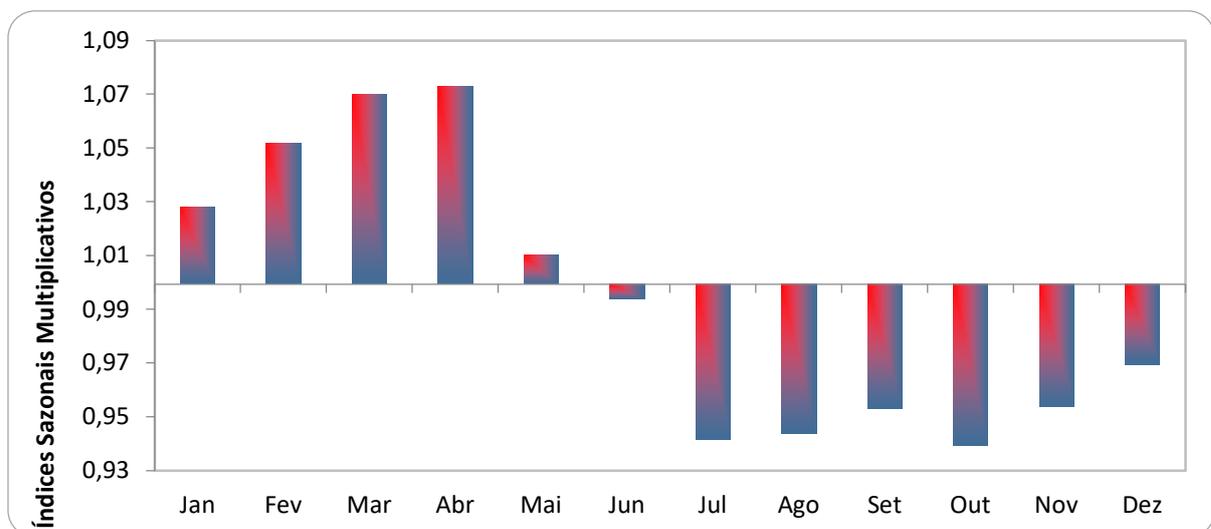


Figura 10. Gráfico dos índices sazonais dos preços praticados do algodão no Brasil
Fonte: Autoria Própria.

5.1.2 Análise Estatística e Previsão Para a Área Plantada

5.1.2.1 Análise descritiva da área plantada do algodão

Para analisar as características dos dados da área plantada e suas previsões futuras foram coletados dados do IBGE (2019). Da mesma forma realizada na análise exploratória dos preços, os dados foram agrupados e colocados em uma tabela (Tabela 6) para melhor análise e discussão. Todos os dados da área plantada do algodão utilizados no presente tópico se encontram no Anexo B.

Tabela 6 – Análise Descritiva da Área Plantada do Algodão no Brasil

Área Plantada (mil ha)	
Média	1830,62
Mediana	657,50
Mínimo	657,50
Máximo	4136,70
Desvio Padrão	1196,21
Coefficiente de Variação	0,65344
Amplitude	3479,20

Fonte: Autoria Própria.

Ao analisar os dados da Tabela 6, foi possível identificar que as medidas de tendência central aqui apresentadas, média e mediana, não apresentaram valores próximos. Isso significa que existe uma grande diferença presente nos valores do conjunto de dados analisados. Para a presente pesquisa, foram coletados uma grande amostra de dados da área plantada no Brasil, do ano de 1976 a 2009, o que é, provavelmente, uma razão determinante para se obter tais valores.

O desvio padrão e o coeficiente de variação apresentaram valores altos. O primeiro, com um valor de 1196,21 mostra que existe grande variação dentro da amostra de dados. Da mesma forma, o coeficiente de variação com um valor de 0,65344, de acordo com Gomes (1990), é um valor muito alto o que confirma uma variabilidade expressiva no conjunto.

5.1.2.2 Escolha do melhor método para a área plantada

Para determinar o melhor método de previsão da área plantada do algodão brasileiro, plotou-se os dados disponíveis pelo IBGE (2019) da área do produto, de 1976 até 2017. Assim, ao observar o gráfico construído (Figura 11), foi possível analisar a presença ou ausência de características importantes que são sazonalidade, ciclicidade e tendência.

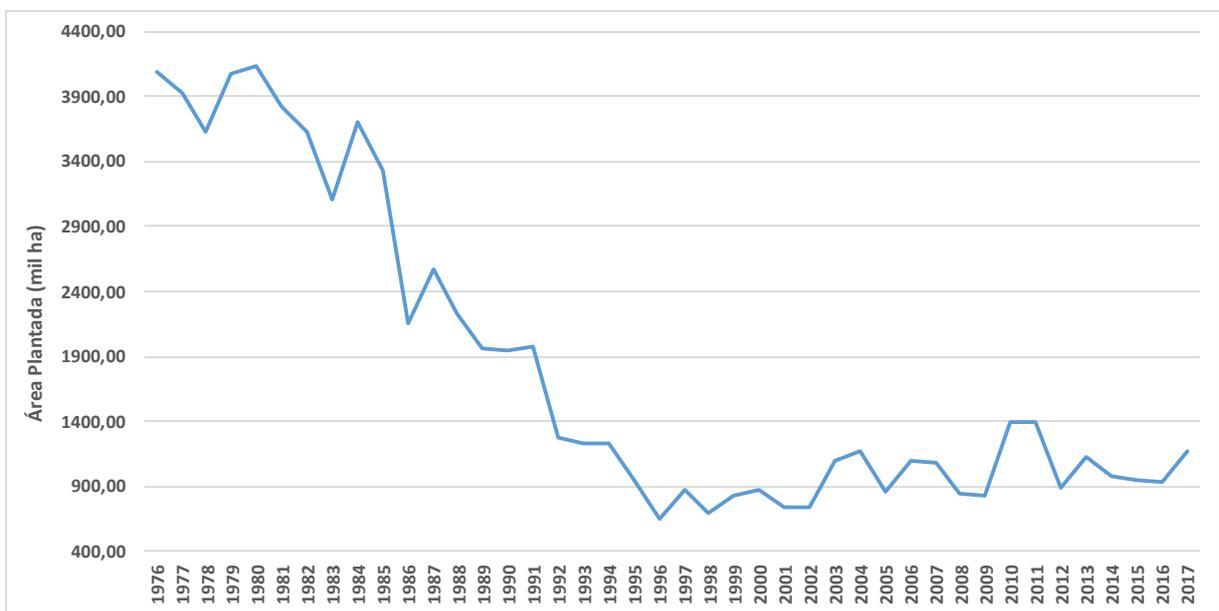


Figura 11. Gráfico dos dados de área plantada do algodão no Brasil

Fonte: Autoria Própria.

Ao analisar o gráfico, pode-se observar a ausência de tendência nos dados da área plantada do algodão. Isso porque houve uma tendência de queda apenas até o ano de 1996, onde, ao longo dos 20 anos posteriores, o país não sofreu queda maior que esse período, interrompendo a tendência observada. Com a presente análise, os métodos escolhidos para a previsão dos dados futuros foram os métodos de suavização exponencial.

Por se tratar de uma análise feita com dados anuais o modelo não consegue analisar as variações sazonais dentro da amostra, o que também justifica a sazonalidade não ser presente. Para melhor visualização de como foi escolhido o melhor método, montou-se a Tabela 7.

Tabela 7 – Comparação dos erros encontrados em cada método pelo software NNQ – Estatística para área plantada

Método	DM	MAD	MSE	EPAM	r'	U de Theil	AIC
ANN	-84,063	251,600	339,765	16,77%	-0,066	0,953	634,173
MNN	-91,339	251,353	340,656	16,87%	-0,012	0,949	629,363
AAN	27,724	245,519	328,692	16,17%	0,007	1,067	635,456
MAN	24,466	247,243	330,804	16,21%	-0,084	1,065	645,574
AAdN	-37,041	233,955	313,856	15,78%	0,055	0,929	633,669
MAdN	-54,250	236,042	320,182	15,46%	0,077	0,907	632,050
MMN	-58,476	241,414	318,671	16,47%	0,092	0,939	631,860
MMdN	-81,826	237,050	318,012	15,97%	0,082	0,909	632,104

Fonte: Autoria Própria.

5.1.2.3 Previsão utilizando o melhor método

Conforme os dados fornecidos foram dados anuais, foi realizada a previsão para a próxima safra, ou melhor, para o primeiro ano em que o banco de dados não fornece os dados de área plantada, que corresponde a safra de 2018/19. Além de, para fins comparativos e de análise da eficácia do *software* utilizado nesse estudo, foi previsto os resultados da safra de 2017/18.

O método escolhido pelo *software* NNQ-Estatística foi o MNN, que confirma a análise descritiva do tópico anterior. O melhor método selecionado corresponde a um controle de erro multiplicativo, ausência de tendência ($\beta=0$) e sazonalidade ($\gamma=0$). A constante de suavização α (0,71), portanto, mostrou alta variação de nível.

A Tabela 8, a seguir, disponibiliza dos dados da previsão e os dados reais para comparação, os limites inferiores e superiores. Contudo, a Figura 12 retrata de maneira visual os dados numéricos expressos na Tabela 8.

Tabela 8 – Previsão para a área plantada do algodão para os próximos anos

Safra	Limite Superior da Previsão	Limite inferior da Previsão	Previsão	Real
2017/18	1193,10	703,96	948,53	1.174,70
2018/19	1250,19	646,88	948,53	-

Fonte: Autoria própria.

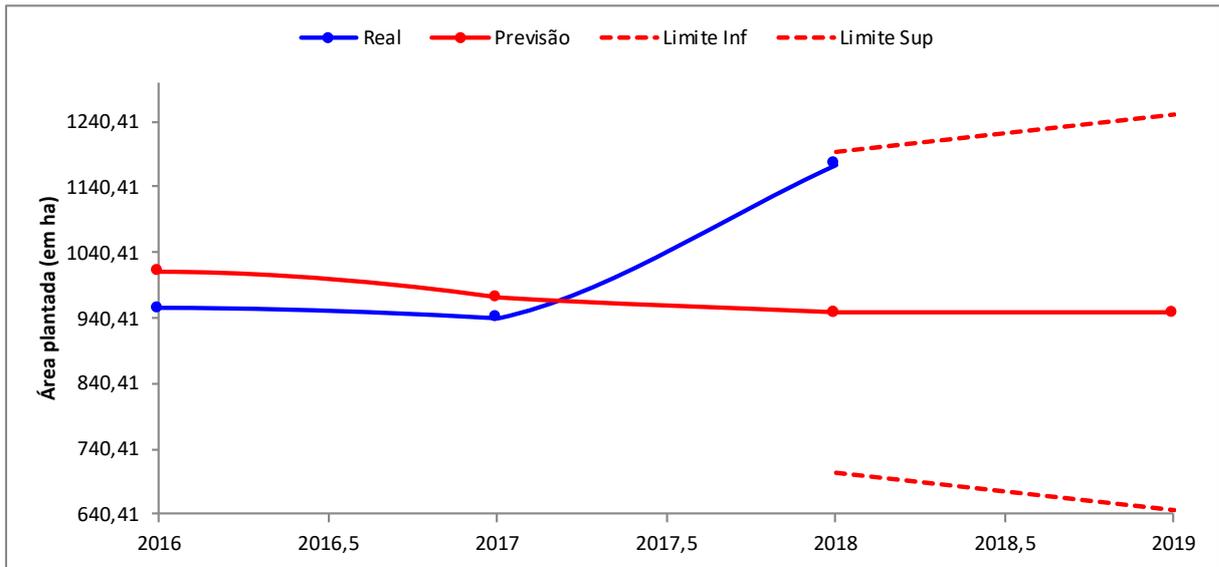


Figura 12. Gráfico da previsão da área plantada do algodão no Brasil
Fonte: Autoria Própria.

O gráfico da Figura 12 mostra a previsão e sua diferença com os dados reais a partir da safra de 2015/16 até a safra de 2018/19. É possível observar, que a previsão para a safra de 2015/16 e 2016/17 teve grande proximidade dos valores reais. Portanto, na safra de 2017/18 o valor real da área plantada, mesmo dentro dos limites estipulados, foi de quase 24 % maior que o valor da previsão.

De acordo com o Conab (2018), isso se deve às prospecções de um consumo de 5,69 % maior que a produção para a safra de 2018. Assim, a área plantada aumentou na expectativa de maior venda.

O valor de U de Theil próximo de 1,0 obtido pelos modelos testados e também por esse modelo utilizado também indica que se poderia ter dificuldades na correta previsão por meio desses métodos.

A previsão para a safra seguinte ficou igualmente subestimada sendo que de acordo com Notícias Agrícolas (2019), na safra do ano de 2018/19 foram plantados 1,6 milhões de hectares com algodão em nosso País e o método utilizado apresentou um valor de 0,948 milhões de hectares. Cabe destacar que quando ocorre uma alteração muito significativa na série o método estatístico pode pegar uma direção incorreta e acabar errando as previsões posteriores também, mas caso se realize uma nova previsão pode-se chegar a valores mais próximos e exatamente por esse motivo quando a previsão pode ser refeita ela deve ser ajustada.

Dessa maneira a previsão foi novamente realizada pelo mesmo método MNN identificado como o melhor para essa série histórica de dados e a previsão

obtida foi de em média 1,1 milhões de hectares sendo a área mínima calculada pelo modelo em 0,819 milhões de hectares e a máxima de 1,4 milhões de hectares, notou-se que mesmo assim a previsão máxima ainda foi inferior ao valor real de área plantada o que identifica uma forte tendência de aumento das áreas destinadas ao cultivo de algodão herbáceo em nosso país e ilustra a grande dificuldade de se realizar previsões estatísticas em épocas onde fatores externos estejam influenciando o cultivo.

Nogueira (2018) explica que de dezembro de 2017 a dezembro de 2018, ocorreu uma grande demanda por pluma no mundo, o que fez com que os preços internacionais se elevassem, dessa forma o mercado internacional foi influenciado, por um aumento na procura de países não produtores, como Bangladesh e Vietnã, e, também, por uma retomada na ampliação do volume importado pela China, a qual estava com seus estoques de pluma reduzidos.

Tais fatos atrapalharam a previsão estatística, tendo em vista que o modelo matemático não tem como envolver e prever a influência das características qualitativas e fatores referentes a oferta e demanda dos produtos, o ocorrido ilustra a necessidade de um acompanhamento da situação do cenário agrícola mundial além da visualização da previsão estatística realizada para a complementação da mesma com a visualização dos fatores globais que no momento estão influenciando grandemente a situação do cultivo do algodão.

5.1.3 Análise Estatística e Previsão da Produção

5.1.3.1 Análise descritiva da produção

Para o presente tópico, e da mesma forma que os tópicos anteriores, foram coletados os dados da produção do algodão brasileiro do IBGE (2019). Os dados foram agrupados e, em seguida, analisados descritivamente para a previsão futura.

Assim, foram coletados dados a partir da safra de 1976/77 até a safra de 2017/18. Os valores encontram-se em toneladas e estão dispostos em tabela no Anexo C. A Tabela 9 mostra algumas das medidas utilizadas para a análise descritiva.

Tabela 9 – Análise Descritiva da Produção do Algodão no Brasil

Produção (toneladas)	
Média	2462,45
Mediana	874,00
Mínimo	874,00
Máximo	5188,40
Desvio Padrão	1081,21
Coefficiente de Variação	0,43908
Amplitude	4314,40

Fonte: Autoria Própria.

Pela mesma razão mencionada na análise descritiva da área plantada, ou seja, por ter sido coletado uma grande amostra de dados para a análise, valores referentes às safras 1976/77 até a safra 2017/18, a média e a mediana da produção de algodão brasileiro também tiveram valores distantes um do outro. Com isso, sabe-se que há grande diferença entre os dados utilizados no estudo.

De acordo com a classificação de Gomes (1990), o valor 0,43908 de coeficiente de variação se classifica como muito alto, isso quer dizer que há grande variabilidade no conjunto de dados. O desvio padrão, também utilizado para apontar a variação dentro da amostra, com o valor de 1081,21 confirma a análise descritiva do coeficiente de variação em relação a variabilidade existente.

5.1.3.2 Escolha do melhor método para produção

Para analisar importantes características como sazonalidade, tendência e ciclicidade, foram coletados os valores em toneladas da produção de algodão brasileiro no banco de dados do IBGE (2019). Para a presente análise foi construído o gráfico apresentado na Figura 13, onde mostrou-se os valores da produção da safra de 1976/77 até a safra de 2017/18.

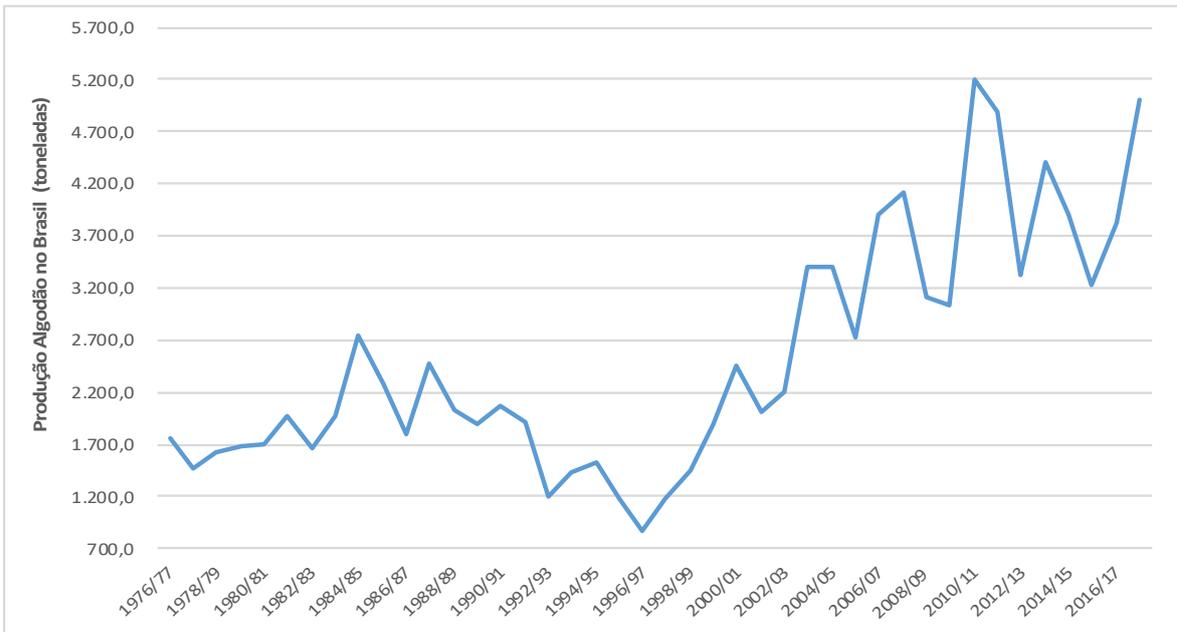


Figura 13. Gráfico da distribuição dos dados de produção do algodão no Brasil
Fonte: Autoria Própria.

Ao examinar o gráfico acima, e todos os dados plotados nele em conjunto, assim como o gráfico da área plantada, identificou-se uma ausência de tendência e sazonalidade. Ao analisar os dados a partir do ano de 1996, consegue-se ver uma tendência de crescimento o que demonstra que o país cresceu em produção de algodão nos últimos 20 anos. Portanto, no conjunto de dados como um todo, pode-se notar a presença de ciclicidade.

Como já mencionado, o fato de os dados coletados serem dados anuais, resulta em uma dificuldade em exibir as variações sazonais dentro da amostra, o que comprova a ausência de sazonalidade. Para uma melhor visualização de como é escolhido o melhor método pelo *software*, foi montada a Tabela 10.

Tabela 10 – Comparação dos erros encontrados em cada método pelo *software* NNQ – Estatística para a produção

Método	DM	MAD	MSE	EPAM	r ¹	U de Theil	AIC
ANN	120,179	458,336	610,704	18,56%	0,008	0,960	682,255
MNN	96,660	464,304	617,273	18,81%	-0,079	0,953	675,465
AAN	2,403	456,858	601,874	19,29%	0,051	0,952	685,060
MAN	-0,263	456,254	610,682	18,92%	-0,064	0,930	676,616
AAdN	33,619	432,571	585,569	17,74%	0,075	0,941	684,808
MAdN	15,881	456,868	610,874	18,85%	-0,064	0,933	678,948
MMN	-46,291	464,570	631,376	19,48%	-0,075	0,937	677,783
MMdN	-5,663	463,758	611,484	19,25%	-0,081	0,935	679,070

Fonte: Autoria própria.

Como mostra a Tabela 10, o modelo definido pelo *software* NNQ – Estatística apresentou um método com controle de erro aditivo e não foi encontrado tendência e sazonalidade, o que confirma a análise feita através dos dados plotados no gráfico representado pela Figura 13.

Cabe destacar que aqui também os valores de U de Theil foram bem próximos a 1,0, mesmo para o melhor modelo, o que nos indica que os modelos podem ter dificuldades em prever os resultados corretos por meio da previsão.

5.1.3.3 Previsão para a produção do algodão

Através do *software* NNQ-Estatística foi previsto o valor da produção para a safra 2018/19, pois, assim como mencionado na metodologia que seria realizado neste estudo, foi a primeira safra que não teve seu dado de produção fornecida pelo banco de dados.

O método MNN, escolhido pelo *software* utilizado, confirma a análise feita no tópico anterior. Com constantes de suavização α (0,66), β (0) e γ (0), tem-se o melhor método selecionado correspondente a um controle de erro multiplicativo e ausência de tendência e sazonalidade. A constante α , portanto, revela alta variação de nível presente.

Para apresentar o valor previsto pelo *software*, assim como os limites inferiores e superiores, foi feita a Tabela 11 e o gráfico da Figura 14 onde foi possível comparar o valor real com o valor previsto.

O método escolhido apresentou, nos resultados plotados pelo gráfico, um *outlier* de erro com índice de 2033,13. Este foi encontrado na safra 2010/11 onde o país apresentou uma produção máxima de 5.188,40 toneladas do produto dentre todos os anos observados desde 1976. Tal valor pode ser também facilmente observado na Figura 13, como o maior dentre os outros.

Tabela 11 – Previsão para produção (mil ton) do algodão para os próximos anos

Safra	Limite Superior da Previsão	Limite inferior da Previsão	Previsão	Real
2017/18	4921,92	2506,00	3713,96	5.012,9
2018/19	5174,60	2253,32	3713,96	-

Fonte: Autoria própria.

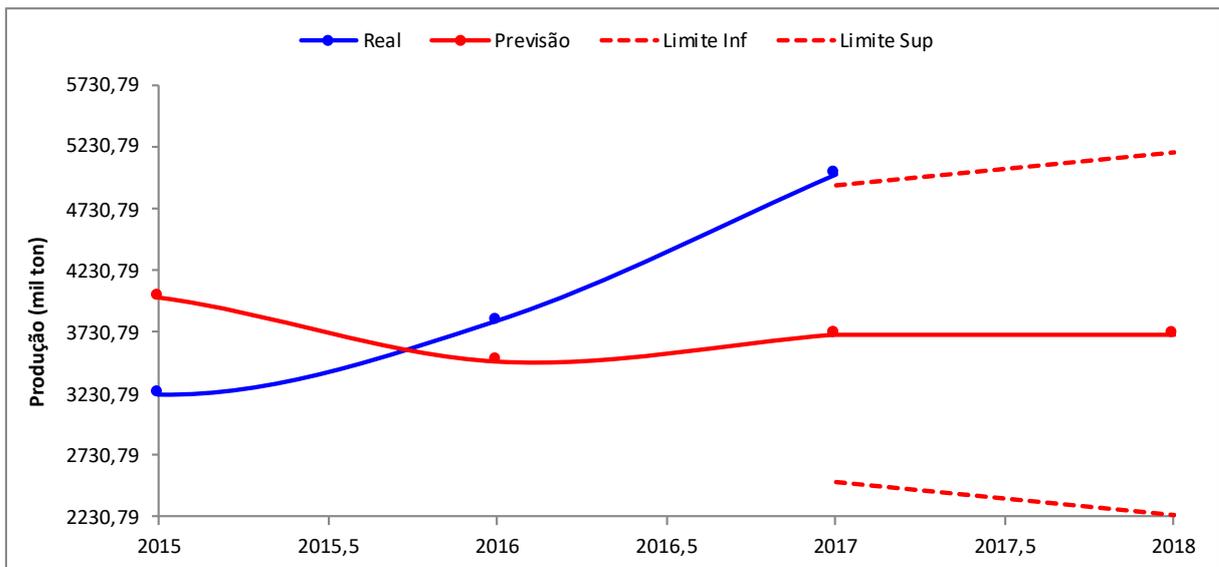


Figura 12. Gráfico da previsão da produção do algodão no Brasil (em mil toneladas)
Fonte: Autoria própria.

Através do gráfico da Figura 12, pôde-se perceber que a previsão feita pelo *software* NNQ-Estatística foi menor que o valor real disponibilizado pelo banco de dados. Isso se deve ao mesmo fator ocorrido na área plantada, ou seja, pelas previsões de um consumo maior do que a produção por parte do Conselho Nacional de Abastecimento - Conab para a safra de 2017/18.

Pelo fato de o *software* analisar exclusivamente os valores de produção anteriores para realizar a previsão de um ano futuro, e não levar em conta variáveis como a previsão de um futuro maior consumo por outros órgãos e métodos, o resultado real da safra de 2017/18 ultrapassou o limite superior estipulado. Portanto, a previsão realizada para a produção do algodão não se mostrou muito eficaz.

Esse tipo de acontecimento nos mostra a importância do conhecimento do cenário em termos qualitativos e não a pura e simples análise estatística dos dados, sem conhecimento da economia do país e das notícias veiculadas pelo mercado agrícola as quais podem alterar o panorama quantitativo previsto a qualquer momento.

Como o valor real ficou fora dos limites da previsão o mesmo modelo foi utilizado e nova previsão foi feita incluindo-se o valor do ano de 2017/18, que se mostrou muito superior aos demais existentes na série histórica acompanhada. Após tal previsão chegou-se aos valores de produção para a safra 2018/19 em média de 4,56 milhões de toneladas, sendo que os o valor mínimo apresentado pelo modelo foi de 3,05 milhões de toneladas e o máximo de 6,09 milhões de toneladas.

De acordo com a Conab (2019), a produção de algodão em caroço na safra 2018/19 fechou em 4,1 milhões de toneladas sendo que dessa forma a previsão se aproximou do valor real que ficou dentro dos limites da previsão que ficou bem melhor depois de realizada novamente para essa safra.

5.1.4 Análise Estatística e Previsão da Produtividade

5.1.4.1 Análise descritiva da produtividade

Para analisar descritivamente e de forma eficaz os dados da produtividade do algodão brasileiro fornecidos pelo IBGE (2019), os dados foram coletados e agrupados segundo suas características, como mostra a Tabela 12. Da mesma forma que a área plantada e a produção, os valores coletados referentes a produtividade começam desde o ano 1976 e vão até o ano de 2018.

Tabela 12 – Análise descritiva da produtividade do algodão no Brasil

	Produção (toneladas)
Média	2034,54537
Mediana	1332,0000
Mínimo	375,923
Máximo	4267,34
Desvio Padrão	1370,8486
Coefficiente de Variação	0,6737862
Amplitude	3891,41

Fonte: Autoria Própria.

Ao observar a Tabela 12, foi possível notar uma grande diferença entre as medidas de tendência central, média e a mediana. Isso, como já discutido, significa uma grande diferença de valores dentro dos dados analisados. Tal resultado pode ser explicado por ter sido coletada uma grande amostra de dados para o estudo.

O desvio padrão, com valor de 1370,8486, indica que há grande variabilidade dentro da amostra. Ao mesmo tempo, baseado na classificação de Gomes (1990), o coeficiente de variação confirma o tamanho dessa variabilidade, indicado como muito alto pelo autor referido, com o valor de 0,67378.

5.1.2.1 Escolha do melhor método para a produtividade

Para examinar a sazonalidade, ciclicidade e tendência, o conjunto de dados coletados da produtividade do algodão brasileiro foi agrupado em um gráfico (Figura 13) para melhor visualização e discussão. Os dados utilizados para a elaboração do gráfico foram retirados no banco de dados o IBGE (2019). A tabela gerada de todos os dados utilizados para esse estudo se encontra no Anexo D.

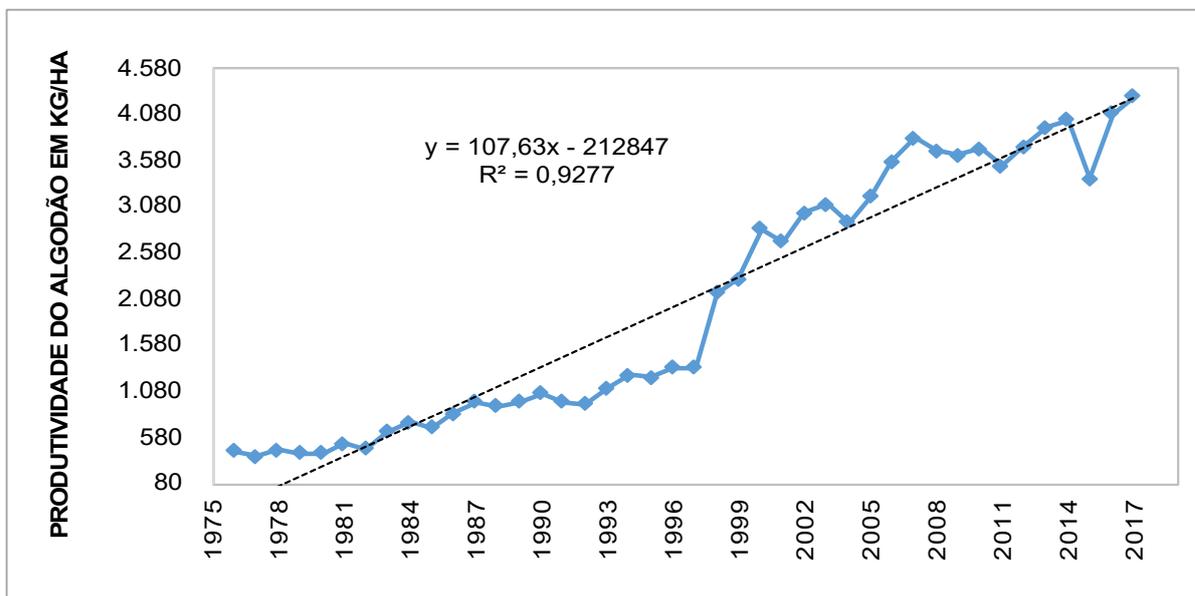


Figura 13. Gráfico da distribuição dos dados de produtividade do algodão no Brasil
Fonte: Autoria Própria.

Como exibido na Figura 13, os dados da produtividade quando agrupados e plotados no gráfico, mostraram a existência de tendência com alguns ciclos de variação de nível. A sazonalidade, portanto, não foi observada no conjunto por conta dos dados serem anuais. Preferiu-se mostrar um método de previsão distinto dos demais, pois a produtividade é resultante da produção por área e dessa forma poderia se apenas calculada com base nas previsões anteriores, porém uma previsão por meio da regressão foi construída e um modelo foi ajustado sendo que o coeficiente de determinação ajustado (R^2), mostrou um valor maior que 92 %, o que pode ser descrito como um ótimo ajuste.

O R^2 representa a qualidade do ajustamento ou uma medida de confiança estabelecida na equação de regressão. A equação da regressão para a produtividade do algodão $y=107,63x - 212847$, que também pode ser notada na Figura 13,

classifica o método de regressão como simples. Portanto, o alto valor do coeficiente mostra alta qualidade do método e alta confiança na equação, ou seja, a regressão simples apresentou-se como um método eficaz para a previsão.

O *software* também apresenta uma tabela com a ANOVA para explicar o quanto a reta do modelo de regressão justifica os valores utilizados para ajuste. Na Tabela 13 mostrou-se, assim, a análise de variância dos dados utilizados na previsão. Na Tabela 13 apresentou-se os valores do grau de liberdade (GL), soma de quadrados (SQ), quadrado médio (MQ) e valor de F calculado (F).

Com base no elevado valor de F e conseqüente reduzido valor de p observou-se que o modelo pode ser considerado válido para explicar o crescimento linear da produtividade do algodão no Brasil.

Tabela 13 – Tabela ANOVA da produtividade do algodão

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1	69242408	69242408	522,3591723	3,42008E-24
Resíduo	39	5169726,225	132557,0827		
Total	40	74412134,23			

Fonte: Aatoria Própria.

5.1.4.3 Previsão para a produtividade do algodão

Diante das características do conjunto de dados e da escolha do método adequado, regressão múltipla, foram coletados os dados anuais desde 1976 a 2018. Além dos resultados da produtividade do ano seguinte, o Microsoft Excel realiza uma análise dos resíduos gerados ao prever utilizando o modelo.

Estes resíduos tem por função mostrar se o modelo se ajusta bem aos dados ou não, e caso a análise for negativa o mesmo pode facilitar a identificação das suposições violadas ao mostrar não linearidade em relação a linha X,Y do gráfico. Para confirmar que os resíduos da previsão da produtividade do algodão brasileiro mostraram a eficácia do método escolhido, foi elaborado o gráfico de probabilidade conforme mostra a Figura 14.

Conforme pode-se notar nos dados como um todo, existe linearidade em relação aos pontos e a linha do gráfico acima. Assim, através da análise visual é

possível confirmar a normalidade dos resíduos da amostra e manter a regressão como método de previsão.

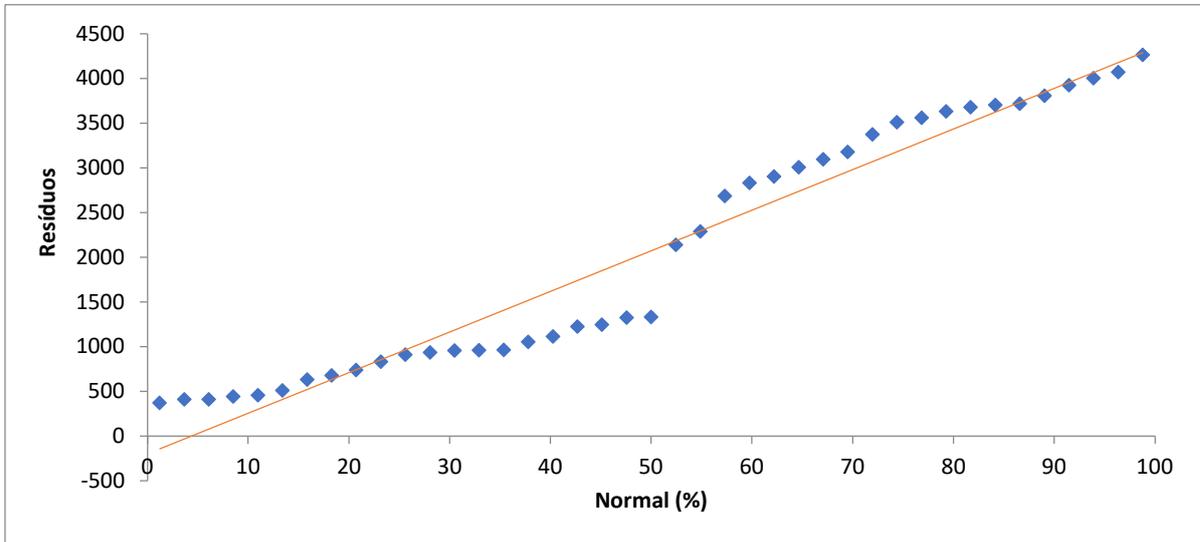


Figura 14. Análise de normalidade dos resíduos gerados na previsão da produtividade do algodão brasileiro
Fonte: Autoria Própria.

Para fins de comparação, foram previstos todos os anos abordados na amostra coletada e o ano seguinte não disponível, 2019. A análise da previsão de cada ano pode ser visualizada na Figura 15. A Tabela 14, portanto, mostra os valores dos quatro últimos anos comparados com os valores reais da produtividade e a previsão para o último ano não disponibilizado pelo banco de dados.

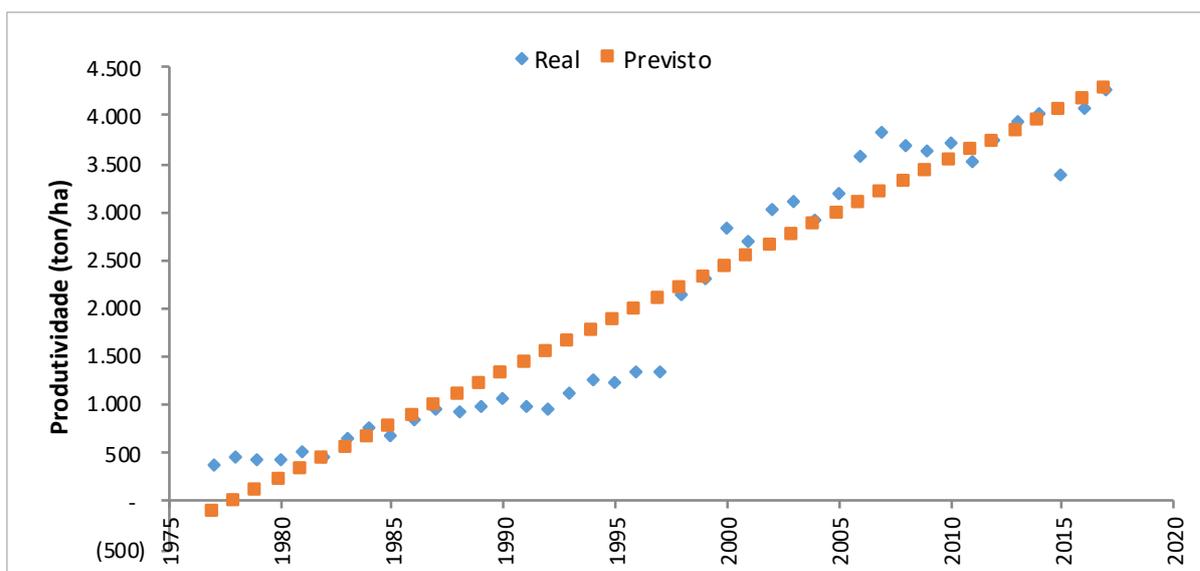


Figura 15. Previsão e valores reais da produtividade do algodão brasileiro
Fonte: Autoria Própria.

Tabela 14 – Previsão para produtividade do algodão brasileiro em Kg por ha.

Ano	Previsão (Kg.ha⁻¹)	Real (Kg.ha⁻¹)
2015	4027,45	4.007
2016	4135,08	3.378
2017	4242,71	4.076
2018	4350,34	4.267
2019	4457,97	-

Fonte: Autoria própria.

De acordo com a Agencia de Notícias do IBGE (2019) a produtividade do algodão herbáceo na safra 2018/19 foi de 4.234 Kg.ha⁻¹ ficando menor que o valor de 4.457,97 Kg.ha⁻¹ calculado pelo modelo de regressão linear para essa safra com base no valor do ano 2019.

Como pode-se notar na Figura 15, o modelo conseguiu prever dados próximos dos dados reais dentro do período acompanhado e superestimou um pouco a produtividade para o ano seguinte que não estava alimentando o modelo. A regressão simples foi capaz de prever os valores futuros da produtividade do algodão herbáceo em caroço produzido no Brasil, mas a superestimou um pouco.

Ao se observar todo os dados previstos, percebeu-se que enquanto o método de regressão utilizado para prever a produtividade a superestimou as previsões de área e produção realizadas por meio do método de suavização exponencial as subestimaram.

Por fim, realizando-se um balanço dos dados poder-se-ia ter uma média de previsão mais próxima dos dados reais observados sendo que pela regressão a produtividade seria prevista em 4.457,97 Kg.ha⁻¹ enquanto que a produtividade calculada pela divisão da quantidade produzida pela área, ambas estimadas pela suavização exponencial, resultaria em um valor de 4.154,30 Kg.ha⁻¹ sendo que em média obter-se-ia um valor de 4.306,13 Kg.ha⁻¹, mais próximo do valor real que foi de 4.234 Kg.ha⁻¹.

Muitas vezes pode-se combinar previsões para se conseguir chegar a valores mais próximos e possíveis de ocorrer, principalmente em tempos onde estão ocorrendo grandes mudanças no cenário do mercado do produto analisado. Observou-se que devido a essa grande agitação no mercado desse produto a previsão estatística mesmo com bons indicadores na escolha do modelo, os quais tiveram valores de erros aceitáveis, porém apresentaram valores de U de Theil

menores, mas muito próximos de 1,0, acabaram por errar os alvos a serem previstos em algumas das análises.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme descrito na metodologia do presente estudo, foi proposto uma análise estatística e previsão da demanda do algodão para o território brasileiro. Esta previsão abrangeu, portanto, o preço, a área plantada, a produção e a produtividade do produto.

A primeira análise realizada foi dos preços, onde foram encontrados variação de nível, tendência e sazonalidade. A sazonalidade estudada mostrou uma dependência do calendário agrícola da região, ou seja, meses de plantação e menor disponibilidade do produto resultam em um maior valor enquanto meses de colheita e maior oferta, os preços tendem a serem mais baixos. A previsão para os meses futuros, portanto, mostrou tendência de aumento nos preços do algodão brasileiro.

A análise da área plantada revelou que o país planta significativamente menos algodão comparado a 30 anos atrás. De acordo com as previsões do software utilizado, a área plantada tende a seguir na mesma faixa de valores que tem sido observada nos anos anteriores, contudo foi observado um valor maior que o previsto no último ano, o que nos deixa entender que a análise qualitativa também deve ser incluída em estudos de comportamento agrícola.

Pela mesma razão ocorrida na produção, a análise qualitativa mostrou uma previsão de maior consumo do produto para o ano de 2018, o que fez com que os valores reais ultrapassassem o limite superior proposto pelo software. Assim, como a previsão pelo software utiliza somente os valores numéricos anteriores, foi concluído que a análise qualitativa deve ser levada em conta na previsão tanto quanto os dados abordados.

Finalmente, para a produtividade foi proposto um modelo de previsão por regressão. Tal modelo foi satisfatório ao prever os dados já existentes, ou seja, a previsão mostrou valores muito próximos aos dados reais. Com isso, o modelo se faz satisfatório para a previsão do ano seguinte, que foi de aumento em relação ao ano anterior.

Diante dos resultados e análises satisfatórias, pode-se concluir que os programas utilizados nesse estudo, Microsoft Excel, Action Stat e NNQ-Statística se mostram eficazes para trabalhos como este. Tais resultados podem gerar maior confiabilidade em tomadas de decisão por parte de agricultores e instalações

industriais relacionadas ao algodão.

Assim, a previsão de demanda e análises estatísticas baseadas em dados históricos se mostram vantajosas e são altamente sugeridas para um planejamento futuro relacionado a abertura ou planejamento da demanda futura de um negócio já existe. Sugere-se, conforme as discussões feitas no tópico anterior, que para um bom planejamento, a análise qualitativa seja somada a análise quantitativa para a previsão de demanda.

REFERÊNCIAS

ABRAPA, Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Algodão no Mundo**. Disponível em: <<https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-mundo.aspx>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

_____, Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Algodão no Brasil**. Disponível em: <<https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx>>. Acesso em: 18 out. 2019.

AGENCIA NOTÍCIA IBGE. **Para 2020, IBGE prevê recuo de 1,0% na safra de grãos**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25996-para-2020-ibge-preve-recuo-de-1-0-na-safra-de-graos>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

ANDERSON, R. D.; SWEENEY J. D.; WILLIAMS A. T. **Estatística Aplicada à Administração e Economia**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007.

AMPA, Associação Matogrossense de Produtores de Algodão. **História do Algodão**. Disponível em: <https://www.ampa.com.br/site/qs_historia.php>. Acesso em: 01 abr. 2019.

BASSOLI, H. M.; PIERRE, F. C.; OLIVEIRA, P. A. **Aplicação de modelos de previsão de demanda para a gestão de estoques de um processo produtivo de uma indústria madeireira**. 2015. 11f. Tese de Doutorado, UEB-SP, Botucatu, SP, 2015.

CASTRO, Fernando Collo Correa e. **Estudo de series temporais aplicado a perfis de poços de petróleo**. 1995. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/287249>>. Acesso em: 3 nov. 2019.

CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Consulta ao banco de dados**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx>>. Acesso em: 15 out. 2019.

CETEX, Comissão Executiva Têxtil. **Indústria Têxtil Algodoeira**. S.I: Ministério do Trabalho Indústria e Comércio, 1946. 353 p.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise Mensal Algodão Outubro 2018**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-algodao/item/download/23942_f63bbb9dd2b9b2ff95b508d5b497d124>. Acesso em: 25 abr. 2019.

_____, Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do algodão: análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos-safra 2006/07 a 2016/2017**. Brasília: Copyright, 2016.

_____, Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária**. Brasília: Copyright, 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria/item/download/22780_ee707c6e6d44f06fe7b6a86ce6141652>. Acesso em: 9 nov. 2019.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Algodão: Informações Técnicas**. Dourados: Comitê de Publicações da Embrapa, 1998.

EMBRAPA, Portal. **Trajetória da Agricultura Brasileira**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

EMPAER, Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural. **Calendário Agrícola**. 2018. Disponível em: <<http://www.empaer.mt.gov.br/-/8066843-calendario-agricola?ciclo=>>>. Acesso em: 6 nov. 2019.

FAS, Foreign Agricultural Service. **Cotton Supply and Distribution by Country 2017/2018**. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/reportHandler.ashx?fileName=Table%2006A:%20Cotton%20Supply%20and%20Distribution%20by%20Country%202014/2015&reportId=855&templateId=3&format=html>>. Acesso em: 06 abr. 2019.

FERNANDES, Flavio Cesar Faria; GODINHO FILHO, Moacir. **Planejamento e Controle da Produção: Dos Fundamentos ao Essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.

FERREIRA, P. L. **Estatística descritiva e inferencial**. FEUC, 2005. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/9961/1/AP200501.pdf>> acesso em 01 de nov. 2019.

GOMES, Frederico Pimentel. **Curso de Estatística Experimental**. 13. ed. Piracicaba: Livraria Nobel S.a., 1990.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G. **Forecasting: principles and practice**. 2. ed. O Texts: Austrália, 2013.

IPA, Instituto Agrônomo de Pernambuco. **Algodão Herbáceo**. Recife: Detc, 2009. Disponível em: <http://www.ipa.br/pdf/folder_algodao.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2019.

KAUARK, F.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica**. 25. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

MAKRIDAKIS, Spyros; WHEELWRIGHT, Steven C.; HYDMAN, Rob J.. **Forecasting: Methods and Applications**. 3. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 1998.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

NOGUEIRA, B. **Análise Mensal: Algodão**. Conab. Disponível em: <file:///C:/Users/Carla/Downloads/AlgodaoZ-ZConjunturaZMensalZ-ZDezembroZ2018_1.pdf> Acesso em: 15 nov. 2019.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Preços em baixa levam produtores de algodão a manter tamanho área plantada na safra 2019/2020**. Disponível em: <<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/algodao/243494-precos-em-baixa->

levam-produtores-de-algodao-a-manter-tamanho-area-plantada-na-safra-20192020.html#.Xc8mi1dKjIU>. Acesso em: 15 nov. 2019.

OESTE, Embrapa Agropecuária; ALGODÃO, Embrapa. **Algodão: Tecnologia de Produção**. Dourados, Ms: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2001.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REIS, Edna Afonso; REIS, Ilka Afonso. **Análise Descritiva de Dados**. Belo Horizonte: Departamento de Estatística UFMG, 2002. Disponível em: <www.est.ufmg.br>. Acesso em: 15 jun. 2019.

_____, Edna Afonso; REIS, Ilka Afonso. **Análise Descritiva de Dados**. Belo Horizonte: Departamento de Estatística UFMG, 2002. Disponível em: <www.est.ufmg.br>. Acesso em: 01 nov. 2019.

RUSSELL, Roberta R.; TAYLOR, Bernard W. **Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain**. 7. ed. Hoboken: John Wiley and Sons, 2011.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

USDA, United States Department of Agriculture. **Brazil: Cotton and Products Annual**. S.l: USDA, 2018. 7 p. Disponível em: <https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Cotton%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_4-3-2018.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2019.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VALLADARES NETO, José et al. Boxplot: um recurso gráfico para a análise e interpretação de dados quantitativos. **Revista Odontológica do Brasil-central**, Goiânia, v. 76, n. 26, p.1-6, 2017.

VIANNA, Cleverson Tabajara. **Classificação das Pesquisas Científicas - Notas para os alunos**. Florianópolis, 2013, 2p. Disponível em: <<http://www.tabajara.tv/wp/wp-content/uploads/2016/01/MY-Classificação-dos-tipos-de-pesquisa-QUADRO-RESUMO-V31.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2019.

ANEXOS

ANEXO A – DADOS DE PREÇOS DO ALGODÃO NO BRASIL

INDICADOR DO ALGODÃO CEPEA/ESALQ (REAIS/KG)

ANOS	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2009	52,87	52,24	50,74	50,53	56,56	54,34	53,12	52,71	52,25	53,04	56,44	60,20
2010	64,08	64,28	67,41	72,83	70,74	71,12	74,61	83,37	97,68	100,92	122,14	129,04
2011	151,77	173,55	179,09	159,22	103,81	99,21	76,52	81,51	80,73	78,37	77,22	74,55
2012	76,84	76,61	72,53	72,20	72,05	68,06	70,94	72,97	74,39	69,89	70,02	71,35
2013	78,79	83,04	92,28	94,30	88,72	87,21	95,35	97,39	95,77	96,32	93,96	95,64
2014	100,16	102,33	99,29	93,99	87,69	86,15	81,89	75,79	75,88	74,53	74,36	74,54
2015	75,60	76,07	85,86	97,43	94,11	93,89	95,09	99,09	104,50	105,81	103,17	101,05
2016	110,36	116,20	110,45	114,89	121,26	121,01	117,04	115,87	112,56	113,49	115,14	122,53
2017	124,76	123,46	123,88	123,90	124,57	124,37	114,27	109,45	109,75	107,24	108,63	115,71
2018	125,48	125,53	134,42	143,27	160,38	169,05	153,98	146,08	143,51	138,37	132,68	136,13
2019	133,29	132,01	131,66	131,86	129,91	126,03	118,36	111,27	110,90	-	-	-

ANEXO B- DADOS DA ÁREA PLANTADA DO ALGODÃO NO BRASIL

VARIÁVEL - ÁREA PLANTADA (HECTARES)	
TERRITÓRIO BRASILEIRO	
ANOS	ALGODÃO
1976/77	4.095,9
1977/78	3.926,2
1978/79	3.623,6
1979/80	4.070,9
1980/81	4.136,7
1981/82	3.826,6
1982/83	3.624,7
1983/84	3.107,3
1984/85	3.707,0
1985/86	3.325,3
1986/87	2.161,0
1987/88	2.576,1
1988/89	2.229,6
1989/90	1.963,8
1990/91	1.938,8
1991/92	1.971,2
1992/93	1.277,1
1993/94	1.237,8
1994/95	1.228,5
1995/96	952,5
1996/97	657,5
1997/98	879,9
1998/99	693,9
1999/00	823,8
2000/01	868,4
2001/02	747,7
2002/03	735,1
2003/04	1.100,0
2004/05	1.179,4
2005/06	856,2
2006/07	1.096,8
2007/08	1.077,4
2008/09	843,2
2009/10	835,7
2010/11	1.400,3
2011/12	1.393,4
2012/13	894,3
2013/14	1.121,6
2014/15	976,2
2015/16	955,2
2016/17	939,1
2017/18	1.174,7

ANEXO C– DADOS DA PRODUÇÃO DO ALGODÃO NO BRASIL

VARIÁVEL – PRODUÇÃO (MIL TONELADAS)	
TERRITÓRIO BRASILEIRO	
ANOS	ALGODÃO
1976/77	1762,90
1977/78	1476,00
1978/79	1618,90
1979/80	1683,10
1980/81	1710,10
1981/82	1971,20
1982/83	1667,40
1983/84	1975,90
1984/85	2751,30
1985/86	2271,40
1986/87	1805,80
1987/88	2474,50
1988/89	2034,90
1989/90	1894,30
1990/91	2073,60
1991/92	1920,70
1992/93	1194,50
1993/94	1434,90
1994/95	1534,70
1995/96	1171,70
1996/97	874,00
1997/98	1174,40
1998/99	1443,90
1999/00	1887,70
2000/01	2460,70
2001/02	2011,10
2002/03	2212,30
2003/04	3408,60
2004/05	3397,00
2005/06	2723,59
2006/07	3907,60
2007/08	4106,90
2008/09	3104,30
2009/10	3037,20
2010/11	5188,40
2011/12	4895,90
2012/13	3329,10
2013/14	4404,70
2014/15	3911,40
2015/16	3226,30
2016/17	3827,80
2017/18	5.012,9

ANEXO D- DADOS DA PRODUTIVIDADE DO ALGODÃO NO BRASIL

VARIÁVEL – PRODUTIVIDADE (KG/HA)	
TERRITÓRIO BRASILEIRO	
ANOS	ALGODÃO
1976/77	430
1977/78	376
1978/79	447
1979/80	413
1980/81	413
1981/82	515
1982/83	460
1983/84	636
1984/85	742
1985/86	683
1986/87	836
1987/88	961
1988/89	913
1989/90	964
1990/91	1.056
1991/92	967
1992/93	940
1993/94	1.117
1994/95	1.249
1995/96	1.230
1996/97	1.329
1997/98	1.335
1998/99	2.142
1999/00	2.291
2000/01	2.834
2001/02	2.690
2002/03	3.010
2003/04	3.099
2004/05	2.906
2005/06	3.181
2006/07	3.563
2007/08	3.812
2008/09	3.681
2009/10	3.634
2010/11	3.705
2011/12	3.513
2012/13	3.723
2013/14	3.927
2014/15	4.007
2015/16	3.378
2016/17	4.076
2017/18	4.267

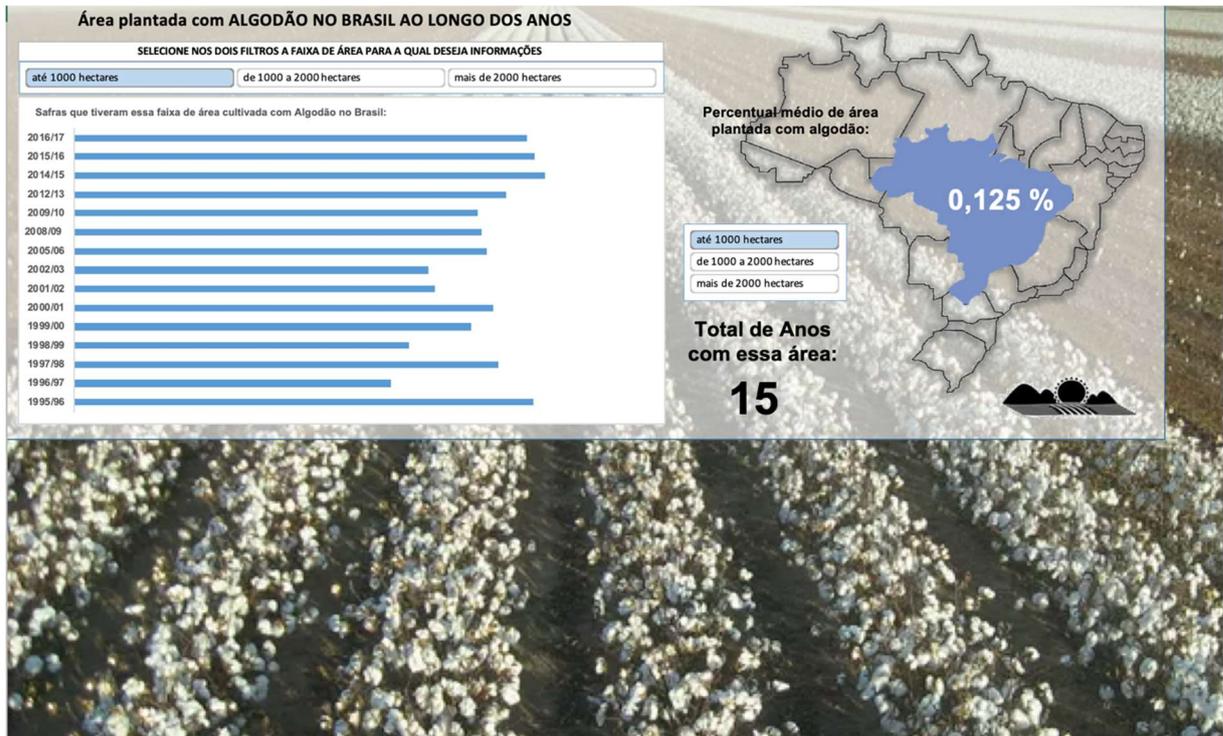
ANEXO E – MENU DASHBOARD



ANEXO F – PRODUTIVIDADE DASHBOARD



ANEXO G – ÁREA DASHBOARD



ANEXO H – PREÇO DASHBOARD

