

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

CAROLINA DEINA

**PREVISÕES ESTATÍSTICAS E ESTUDO DO CENÁRIO AGRÍCOLA E
ECONÔMICO DO TRIGO PARA O ESTADO DO PARANÁ**

Trabalho de Diplomação

Medianeira - PR

2017

CAROLINA DEINA

**PREVISÕES ESTATÍSTICAS E ESTUDO DO CENÁRIO AGRÍCOLA E
ECONÔMICO DO TRIGO PARA O ESTADO DO PARANÁ**

Trabalho de Diplomação

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Carla A. P. Schmidt
Coorientador: Prof. Dr. José Airton Azevedo dos Santos

Medianeira - PR

2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS MEDIANEIRA

Diretoria de Graduação
Coordenação de Engenharia de Produção
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

PREVISÕES ESTATÍSTICAS E ESTUDO DO CENÁRIO AGRÍCOLA E ECONÔMICO DO TRIGO PARA OS ESTADO DO PARANÁ

Por

CAROLINA DEINA

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 15:50 horas do dia 20 de novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Carla.A. P. Schmidt
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
(Orientadora)

Prof. Dr. José Airton dos Santos
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
(Coorientador)

Prof. Me. Neron A. C. Berghauer
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
(Convidado)

Prof. Me. Edward Seabra Junior
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
(Convidado)

A versão assinada deste documento encontra-se na coordenação do curso

Aos meus pais, irmãs, namorado e amigos.

AGRADECIMENTOS

A Profa. Dra. Carla A. P. Schmidt pela orientação, paciência, apoio e confiança.

Aos meus professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e da Universidade Federal de Rondônia por me proporcionar conhecimento nesse processo de formação profissional.

Aos meus amigos e familiares pelos momentos compartilhados que tornaram os dias mais leves.

Ao meu namorado Alexandre pela paciência, companheirismo e paz que me traz na correria de cada semestre.

Aos meus pais, Fatima e Pedro, e minhas irmãs, Jéssica, Gabriela e Miquelina, que mesmo nos momentos da minha ausência dedicada ao ensino superior, sempre se mostraram presentes, me dando amor, apoio, incentivo incondicional e me fortalecendo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço, e que apesar das dificuldades não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

*"A Alegria que se tem em pensar e aprender
faz-nos pensar e aprender ainda mais".*

Aristóteles

RESUMO

DEINA, Carolina. **Previsões estatísticas e estudo do cenário agrícola e econômico do trigo para o estado do Paraná.** 2017. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017.

O presente estudo teve como objetivo avaliar e prever as áreas plantadas, áreas colhidas e preços praticados do grão de trigo no estado do Paraná, este que é atualmente o maior produtor dessa matéria prima no Brasil. Para início do trabalho, buscou-se por meio de um estudo bibliográfico apresentar o cenário da cultura de trigo no Brasil, os conceitos e as etapas de um modelo de previsão e conceitos sobre medidas e controles de erro de previsão. Na sequência, foram coletados dados históricos diretamente da base de dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, estes dados foram analisados estatisticamente para identificar padrões, ciclos, sazonalidade e tendência. Com o auxílio da análise dos dados escolheu-se o modelo de previsão que melhor se adequou para cada série de dados analisados. A avaliação e tratamento dos dados ocorreu por meio de modelos de Suavização Exponencial, por meio do software Action Stat[®]. Os modelos encontrados para os preços praticados foram nível multiplicativo, tendência multiplicativa amortecida e sazonalidade ausente. Já os modelos de área plantada e área colhida foram nível multiplicativo e tendência e sazonalidade ausentes. As previsões encontradas para todas as variáveis foram satisfatórias, pois estavam dentro dos limites superiores e inferiores da previsão.

Palavras-chave: Cenário do trigo; previsão de cenários; séries temporais.

ABSTRACT

DEINA, Carolina. **Statistical forecasts and study of the agricultural and economic scenario of wheat for the state of Paraná.** 2017. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017.

The present study aimed to evaluate and predict the planted areas, harvested areas and prices of wheat grain in the state of Paraná, which is currently the largest producer of this raw material in Brazil. For the beginning of the work, a bibliographical study was presented to present the scenario of the wheat culture in Brazil, the concepts and the stages of a prediction model and concepts about measures and controls of forecast error. After that, historical data were collected directly from the database of the Center for Advanced Studies in Applied Economics (CEPEA) and the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). These data were statistically analyzed to identify patterns, cycles, seasonality and trend. With the help of the data analysis, we chose the forecast model that best fit for each series of data analyzed. The evaluation and treatment of the data occurred through Exponential Smoothing models, through the software Action Stat®. The models found for the prices practiced were multiplicative level, multiplicative trend and seasonality absent. Already the models of planted area and harvested area were multiplicative level and tendency and seasonality were absent. The predictions found for all variables were satisfactory, since they were within the upper and lower limits of the forecast.

Keywords: Wheat scenery; Scenario prediction; Time series.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Quantidade produzida (em toneladas) do trigo em grão da lavoura temporária no ano de 2006	17
Figura 2 - Processo de previsão de demanda	21
Figura 3 - Métodos de previsão	22
Figura 4 - Processo de escolha do método de previsão.	23
Figura 5 - Método Delfi	26
Figura 6 – Funções de correlações entre as variáveis	30
Figura 7 - Mínimos quadrados.....	31
Figura 8 - Processo de estimação da regressão múltipla.....	33
Figura 9 – Histograma com curva de distribuição normal e Box-plot dos dados de preços praticados do trigo no Paraná.....	47
Figura 10 - Gráfico do dados de preços praticados para o trigo referente aos anos de 2004 a 2016	49
Figura 11 - Previsão de preços praticados X real.....	51
Figura 12 - Histograma com curva de distribuição normal e Box-plot dos dados de área plantada do trigo no Paraná	53
Figura 13 - Gráfico do dados de área plantada do trigo referente aos anos de 1990 a 2014.	54
Figura 14 - Previsão de área plantada X real	56
Figura 15 - Histograma com curva de distribuição normal e Box-plot dos dados de área colhida do trigo no Paraná	58
Figura 16 - Gráfico do dados de área colhida do trigo referente aos anos de 1990 a 2014.	59
Figura 17 - Gráfico do dados de área colhida X área plantada do trigo referente aos anos de 1990 a 2014.....	59
Figura 18 - Previsão de área colhida X real	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de aplicação de regressão linear múltipla.....	33
Tabela 2 - Análise Descritiva dos dados de preços praticados do trigo no Estado do Paraná.....	46
Tabela 3 - Constantes de suavização utilizadas para gerar as previsões de preços praticados do trigo para o Estado do Paraná	50
Tabela 4 - Análise Descritiva dos dados de área plantada do trigo no Estado do Paraná.....	52
Tabela 5 - Constantes de suavização utilizadas para gerar as previsões de área plantada do trigo para o Estado do Paraná	55
Tabela 6 - Análise Descritiva dos dados de área colhida do trigo no Estado do Paraná.....	57
Tabela 7 - Constantes de suavização utilizadas para gerar as previsões de áreas colhidas do trigo para o Estado do Paraná.....	60

LISTA DE SIGLAS

ABITRIGO	Associação Brasileira da Indústria do Trigo
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LISTA DE SÍMBOLOS USADOS EM PREVISÕES ESTATÍSTICAS

- α Constante de suavização para base
- β Constante de suavização para tendência
- γ Constante de suavização para sazonalidade
- β_n Coeficiente desconhecido da regressão
- \hat{y} Regressão múltipla estimada

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 DE TRIGO NO BRASIL.....	16
3.2	PREVISÃO	18
3.2.1	Etapas de um Modelo de Previsão.....	19
3.2.2	Métodos de Previsão.....	21
3.3	MODELOS QUALITATIVOS	24
3.3.1	Método Delfi	25
3.3.2	Pesquisa de Mercado.....	27
3.3.3	Simulação de Cenários	28
3.4	MODELOS QUANTITATIVOS.....	28
3.4.1	Modelos de Correlação e Regressão	29
3.4.1.1	Regressão simples	30
3.4.1.2	Regressão múltipla	32
3.4.2	Projeções Baseadas em Séries Temporais.....	35
3.4.2.1	Modelo de médias móveis	35
3.4.2.2	Modelos de suavização exponencial	36
3.5	MEDIDA E CONTROLE DO ERRO	40
4	MATERIAL E MÉTODOS	43
4.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	43
4.2	ANÁLISE DE DADOS.....	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45

5.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA O PARANÁ	45
5.1.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA E PREVISÃO DE PREÇOS PRATICADOS	45
5.1.1.1	Análise Descritiva dos Preços Praticados.....	45
5.1.1.2	Escolha do Método Adequado para os Preços Praticados	49
5.1.1.3	Previsão Utilizando o Método Escolhido.....	50
5.1.2	ANÁLISE ESTATÍSTICA E PREVISÃO DE ÁREA PLANTADA ...	52
5.1.2.1	Análise Descritiva da Área Plantada.....	52
5.1.2.2	Escolha do Método Adequado para a Área Plantada	54
5.1.2.3	Previsão utilizando o Método Escolhido	55
5.1.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA E PREVISÃO DE ÁREA COLHIDA	56
5.1.3.1	Análise Descritiva da Área Colhida.....	56
5.1.3.2	Escolha do Método Adequado para os Área colhida	58
5.1.3.3	Previsão Utilizando o Método Escolhido.....	60
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
	REFERÊNCIAS	65
	ANEXO A – DADOS DE PREÇOS PRATICADOS PARA O ESTADO DO PARANÁ.....	70
	ANEXO B – DADOS DE ÁREA PLANTADA e colhida PARA O ESTADO DO PARANÁ.....	71

1 INTRODUÇÃO

O trigo, considerado essencial na alimentação humana, é um dos três cereais mais consumidos no mundo, juntamente com o milho e o arroz. Ele é utilizado em grande escala na elaboração de diversos produtos alimentícios, colas, bebidas, etc (Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2017).

Conforme a Associação Brasileira da Indústria do Trigo – ABITRIGO (2017), esse grão pode ser utilizado para a fabricação de pães, massas, biscoitos, e diversos outros segmentos. Em função da sua diversidade dentro da cozinha, esse alimento é popular entre os Brasileiros e consumido em grande escala no Brasil.

De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA (2017), no ano de 2016, o PIB do agronegócio Brasileiro acumulou crescimento de 4,48%, sendo que no segmento agrícola, as produções de café e trigo apresentaram as maiores elevações em volume no período.

Segundo dados da CONAB (2017), em termos de volume de produção, o grão ocupa lugar de destaque no Brasil, visto que na safra de 2014/2015, foram produzidas 435.973 toneladas, ou seja, 14% da produção nacional de sementes, estando atrás apenas da produção de semente de soja. Dos estados que mais produziram esse grão na safra de 2014/2015, conforme a CONAB (2017), encontram-se os estados do Paraná, representando 55%, e do Rio Grande do Sul, representando uma parcela de 38% dessa safra.

Frente a importância que a produção do grão (trigo) tem para a economia do país assim como para o estado do Paraná, cuja produção é mais expressiva em função do clima propício ao cultivo caracterizado com temperaturas amenas. O cereal é produzido em cerca de 113 mil propriedades rurais no Brasil, um sistema que envolve cerca de 800 mil pessoas. O país possui ainda área propícia para produção de 12 milhões de toneladas do grão considerando a área já cultivada; no entanto a produção anual nem sempre atinge esta estimativa, a expectativa de produção de 2011 foi de pouco mais de

5,3 milhões de toneladas, frente a um consumo de 10 milhões de toneladas (GGN, 2012).

Sendo assim, a necessidade de conhecer e analisar seu cenário futuro é perceptível, e para isso é preciso adotar ferramentas que auxiliam essa análise e conhecimento.

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) essas ferramentas serão utilizadas com base nos modelos de previsões, visto que as previsões têm papel fundamental como guias para planejamento estratégico da produção, finanças e vendas de um produto.

De acordo com Tubino (2009) por meio dessas previsões será possível antever o cenário futuro de uma produção, e conseqüentemente planejar ações adequadas em relação ao produto.

Sendo assim, esse trabalho tem como finalidade realizar uma previsão do cenário agrícola e econômico do trigo no estado do Paraná, utilizando métodos estatísticos de previsão. A escolha desse modelo de previsão permitirá uma análise da área plantada, área colhida e preços praticados para esse estado com um modelo que tenha um menor erro na previsão.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar o cenário agrícola e econômico da cultura de trigo no estado do Paraná, comparando a produção, áreas agrícolas, preços praticados para o produto e realizar previsões futuras por meio de modelos matemáticos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Coletar dados sobre a cultura de trigo no Estado do Paraná;
- b) Analisar estatisticamente os dados e fazer previsões futuras por modelos;
- c) Discutir os resultados obtidos em relação à literatura da área.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Essa é uma revisão literária que apresenta conceitos teóricos relevantes para o desenvolvimento deste trabalho. Inicialmente realizou-se uma pesquisa sobre o cenário da cultura de trigo no Brasil, em sequência apresentou-se os conceitos de previsão e as etapas de um modelo de previsão. Dentro das etapas, foi dada ênfase a escolha do método de previsão, este que pode ser tanto um método do modelo qualitativo quanto quantitativo. Nos modelos qualitativos foram abordadas previsões baseadas nos métodos Delfi, pesquisa de mercado, e simulação de cenários. E nos modelos quantitativos foram apresentadas previsões apoiadas nos métodos de médias móveis, suavização exponencial, regressão simples e regressão múltipla. Ao final da revisão literária foram argumentados conceitos de medida e controle de erro.

3.1 A CULTURA DE TRIGO NO BRASIL

O trigo (gramínea de gênero *Triticum*) é um dos cereais mais cultivados no mundo e está presente na alimentação de praticamente todos os Brasileiros. Sua chegada no Brasil, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2017), ocorreu no ano de 1534, e a partir da década de 1940 essa cultura começou a se expandir comercialmente no Rio Grande do Sul – RS, crescendo também pelo Paraná – PR, que se tornou posteriormente o principal estado produtor do grão de trigo no Brasil.

Segundo a ABITRIGO (2017), atualmente é produzido no Brasil cerca de 6 milhões de toneladas do grão, e importado mais de 4 milhões para consumo. E para que a produção continue se desenvolvendo, conforme a EMBRAPA (2017), alguns aspectos devem ser considerados, como: o próprio grão, clima e solo onde será plantado, e práticas de manejo adequadas.

Com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2006), na Figura 1 pode-se verificar as regiões em que são produzidos (em toneladas) os grãos de trigo no país.

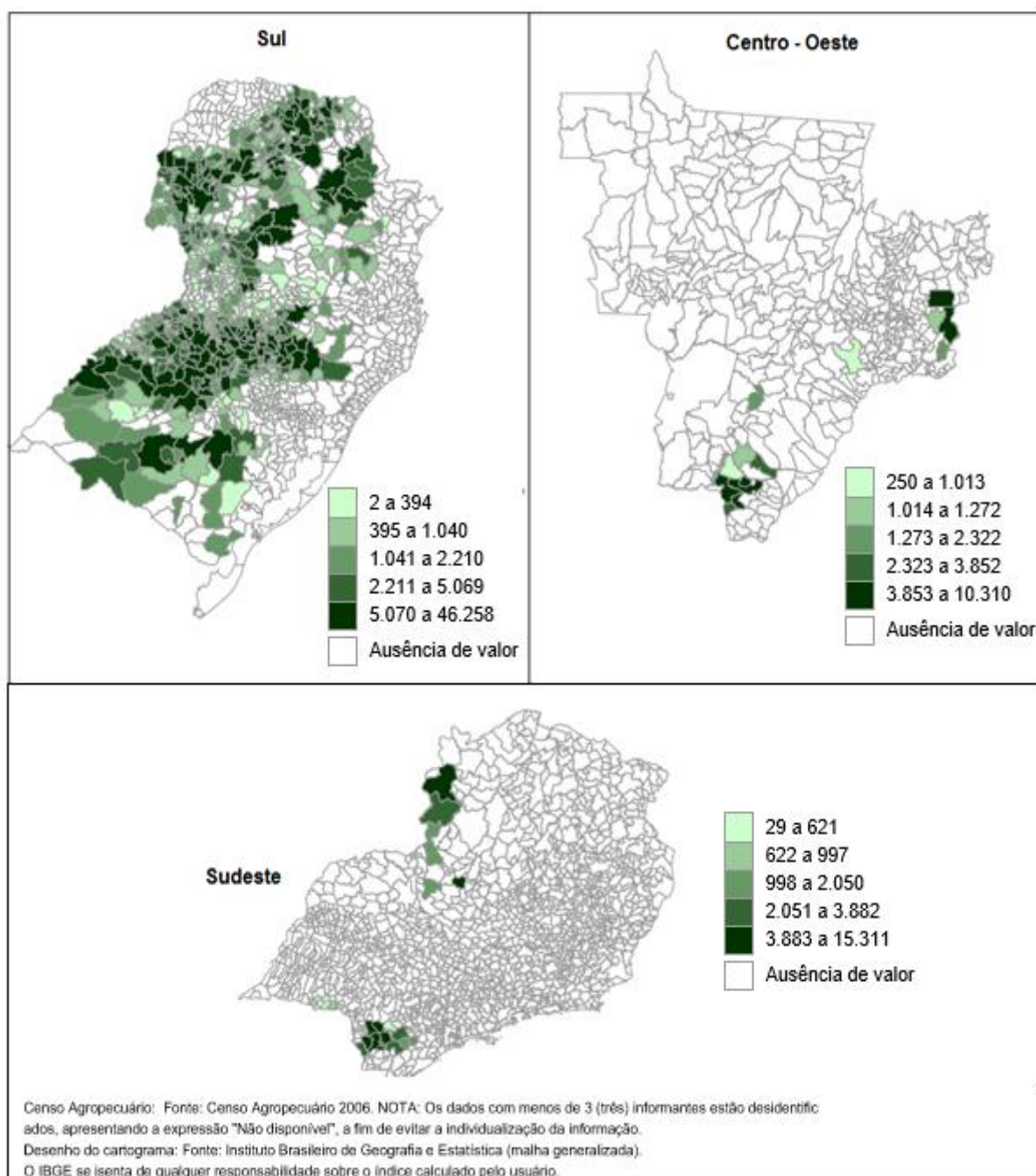


Figura 1 - Quantidade produzida (em toneladas) do trigo em grão da lavoura temporária no ano de 2006
 Fonte: IBGE (2017).

Conforme a EMBRAPA (2017), os Estados Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, correspondem respectivamente, 53%, 37% e 4% da área

plantada de trigo no Brasil. Outras áreas de abrangência são Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, São Paulo e Minas Gerais.

Mesmo que a produção brasileira de trigo tenha aumentado nos últimos anos no centro do país, principalmente no Sudeste, os fatores para a região Sul ser a maior produtora de trigo, segundo a EMBRAPA (2017), são derivados de um ambiente mais frio em comparação com o clima predominantemente tropical das demais áreas agrícolas em uso no Brasil.

Dos tipos de trigo já plantados, existe uma grande variedade, e de acordo com a ABITRIGO (2017), pesquisadores e plantadores já chegaram a obter cerca de 30 mil diferentes espécies, utilizando-se de milhares de cruzamentos. Dentre os cruzamentos, a ABITRIGO (2017) afirma que existem três espécies que representam mais de 90% do trigo cultivado no mundo, sendo: *Triticum aestivum*; *triticum compactum*; e *triticum durum* (não cultivado no Brasil).

Essas espécies de trigo geram uma grande variedade de farinhas, como: farinhas refinadas brancas e amarelas; farinhas integrais grossas e finas; farelo; fibra; gérmen; flocos; grão inteiro e trigoilho (ABITRIGO, 2017). Conforme a ABITRIGO (2017) cerca de 56% dessa matéria prima é destinada a panificação, 15% para a fabricação de macarrão, 20% distribuídas no setor de biscoitos e uso doméstico, e os outros 9% são destinados a outros segmentos. Este é o segundo alimento mais consumido no mundo, e como consequência, um fator que movimenta também a economia Brasileira.

3.2 PREVISÃO

Conseguir mensurar informações significativas sobre o futuro de determinado produto no mercado é um dos pontos mais importantes que garante o sucesso de quem o produz. Para Tubino (2009) esse futuro pode ser traçado em cima de previsões.

Essas previsões, na definição de Corrêa e Corrêa (2012) são aproximações futuras do comportamento do mercado com base em dados de boa qualidade.

Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009, p.436) afirma que “[...] as previsões são informações críticas para planos de negócios, planos anuais e orçamentos”.

Conforme Martins e Laugeni (2005) a previsão pode ser baseada em modelos subjetivos, matemáticos, estatísticos ou econômicos a fim de determinar projeções de dados futuros.

E embora as previsões sejam importantes e úteis no planejamento das atividades, raramente são perfeitas, portanto, Martins e Laugeni (2005) descrevem que os métodos utilizados para previsão devem ser escolhidos com cautela e os dados devem ser confiáveis, afim de diminuir os possíveis erros nas estimativas.

Com base na definição de Martins e Laugeni (2005), pode-se dizer que a escolha de um método de previsão adequados permite que o produtor esteja bem mais preparado para atender o mercado, pois a eficiência de uma previsão afetará a produção e conseqüentemente a economia gerada pelo que é produzido

Custos desnecessários podem ser evitados quando as ferramentas de previsão são utilizadas de forma correta (KRAJEWSKI; RITZMAN; E MALHOTRA, 2009).

3.2.1 Etapas de um Modelo de Previsão

A previsão é a base comum do planejamento de qualquer produção, de acordo com Moreira (2011) prever é um processo racional que busca informações acerca do futuro de um determinado produto ou um conjunto de produtos.

Na Figura 2 pode-se ver um modelo de processo de previsão sugerido por Lustosa *et al.* (2008). Inicialmente deve-se definir o objetivo principal que, de acordo com Lustosa *et al.* (2008), está associado a necessidade do que se deseja prever, e dependendo do objetivo, outros aspectos devem ser definidos,

como exemplo: nível de precisão, prazos, pessoas envolvidas, recursos necessários.

Depois de definir o objetivo de previsão, o próximo passo é coletar e analisar os dados. Para tornar a técnica de previsão mais confiável, conforme Tubino (2009) deve ser coletado e analisado o máximo de dados possíveis. A análise das variações extraordinárias e o tamanho do período de consolidação dos dados influencia na escolha da técnica de previsão mais adequada.

Após coletar, analisar os dados e utilizar recursos computacionais para construção de gráficos, é preciso selecionar um método adequado para a previsão. Conforme Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) nos modelos qualitativos e quantitativos se encontram os métodos usados para previsão. Existe uma série de fatores que devem ser analisados ao se escolher um método, para Tubino (2009) é necessário estudar o quanto se está disposto a gastar em uma previsão e o custo que poderá gerar uma previsão inadequada, com base no custo e acuracidade deve-se decidir.

Ao definir o método de previsão Lustosa *et al.* (2008) e Tubino (2009) relatam que a realização do monitoramento do mesmo deve ser feito através da análise da extensão do erro entre o parâmetro real e o parâmetro previsto, e assim, estudar a credibilidade das previsões geradas.

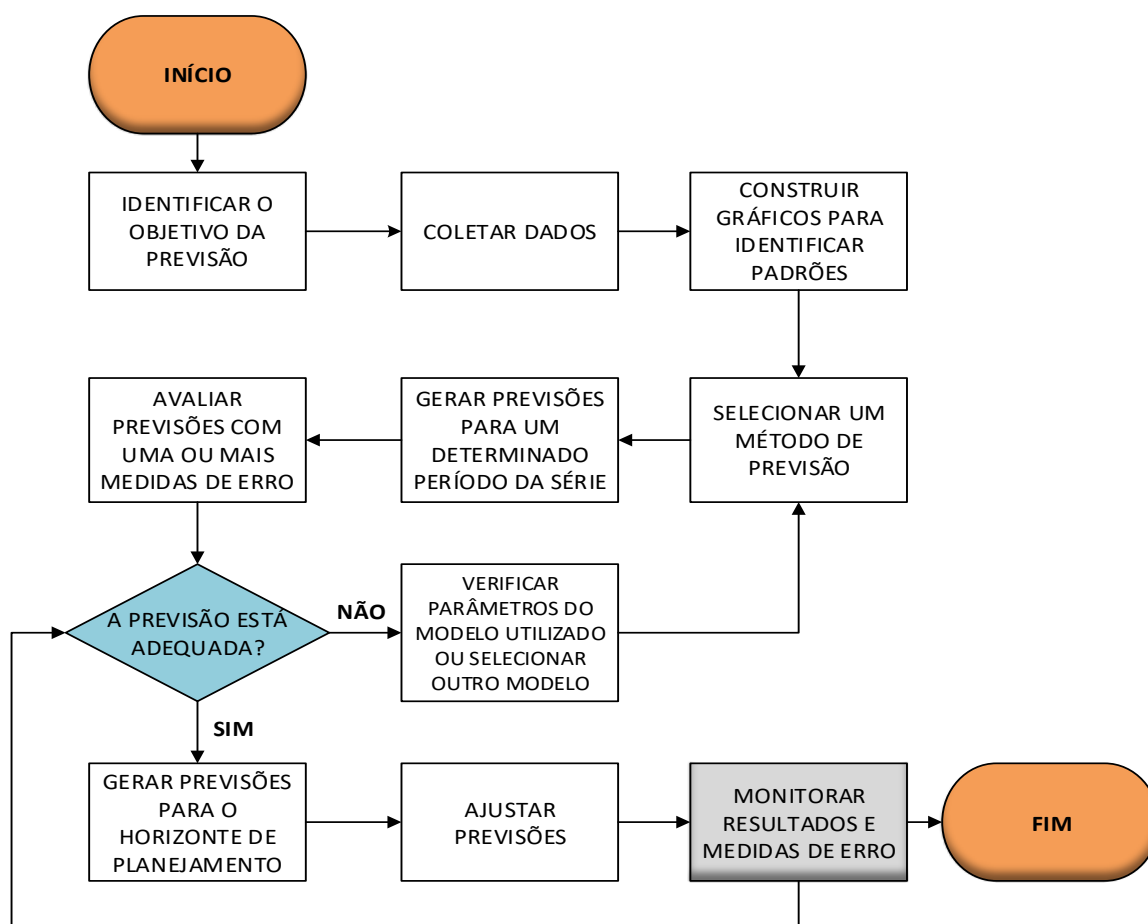


Figura 2 - Processo de previsão de demanda
 Fonte: Adaptado de Lustosa *et al.* (2008).

3.2.2 Métodos de Previsão

Como visto na seção anterior, a escolha do método para prever determinado cenário é uma das etapas de um modelo de previsão. Para Tubino (2009) essa é a etapa mais importante do processo, pois a escolha de um modelo que melhor se adapte a uma situação específica pode reduzir significativamente erros de previsão.

Conforme Lustosa *et al.* (2008) os métodos de previsão podem ser divididos em dois grupos: modelos quantitativos e modelos qualitativos. Na Figura 3 é possível visualizar essa divisão.

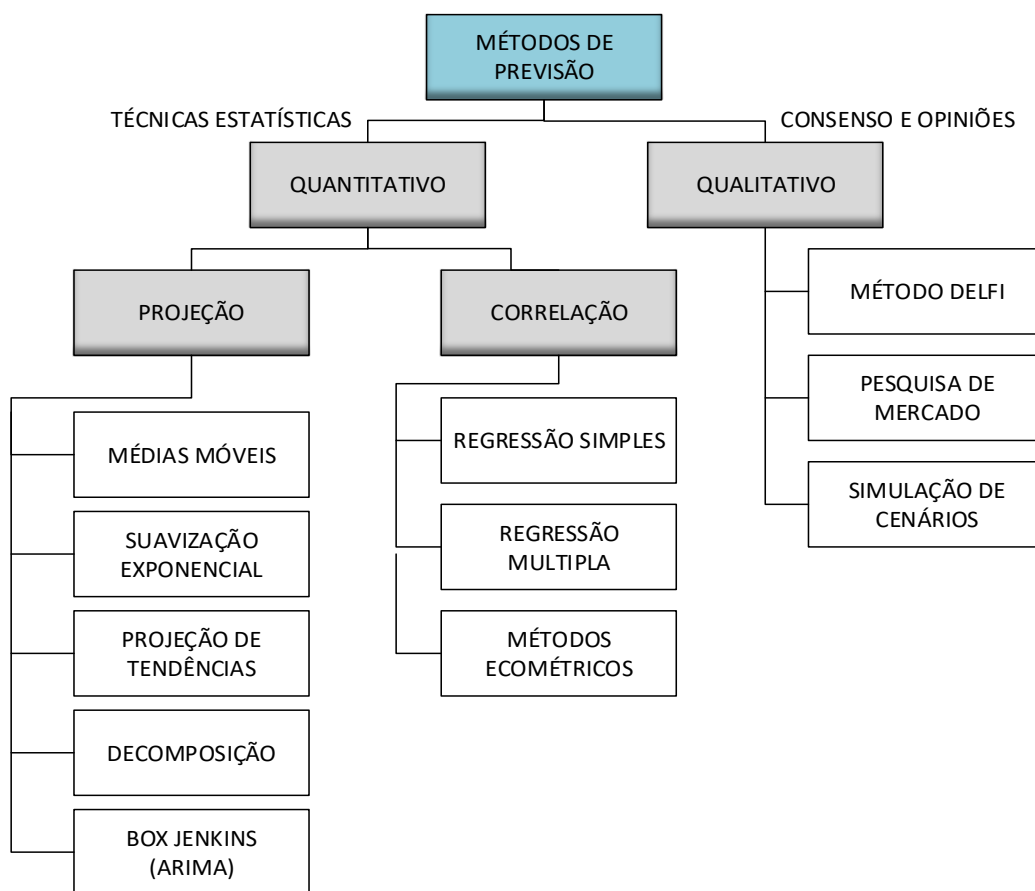


Figura 3 - Métodos de previsão
 Fonte: Lustosa *et.al* (2008).

Os métodos quantitativos, segundo Moreira (2011) são aqueles que aplicam modelos matemáticos para se chegar a previsão futura. Já os métodos qualitativos, conforme Tubino (2009) possuem maior nível de subjetividade, são fundamentados por meio da avaliação de pessoas chave, portanto, difíceis de serem representados numericamente.

Um exemplo do processo de escolha do melhor método de previsão, seja de um modelo qualitativo ou quantitativo, pode ser visto na Figura 4.

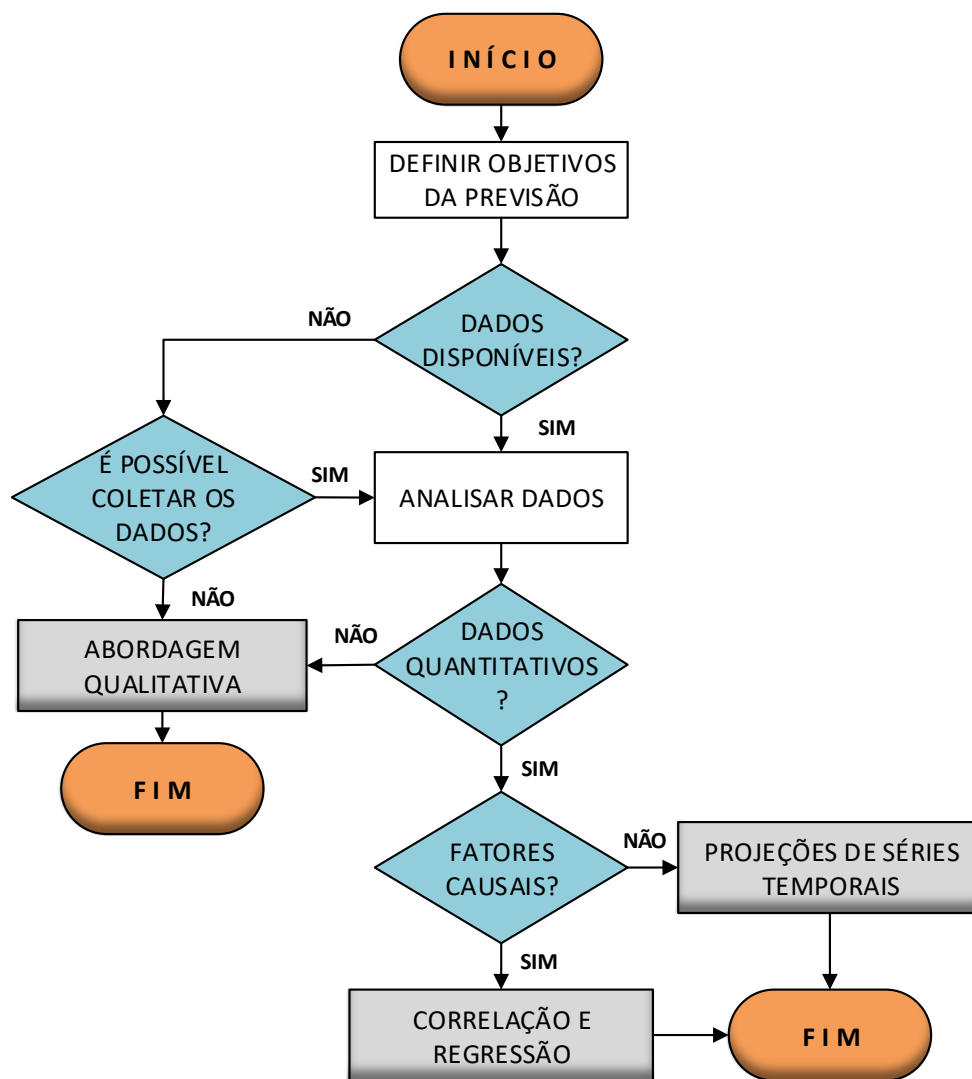


Figura 4 - Processo de escolha do método de previsão.
 Fonte: Adaptado de Sipper e Bulfin(1997) apud Fernandes e Filho (2010).

Escolher o método de previsão mais adequado, segundo Fernandes e Filho (2010), dependerá das respostas de algumas perguntas, como exemplo: existem dados?; é possível coletar os mesmos?; esses dados são qualitativos ou quantitativos?; existem fatores causais? Esses fatores causais, na definição de Fernandes e Filho (2010, p.19) “são algum fator que influencia os dados de uma maneira conhecida e que então pode auxiliar a previsão dos dados. Caso isso ocorra, a abordagem causal é a mais adequada e deve ser utilizada”.

Ao responder essas perguntas e selecionar o modelo (qualitativo ou quantitativo) mais adequado a previsão, o passo seguinte, segundo Fernandes e Filho (2010), é a seleção de um método de previsão com base no modelo escolhido.

Conforme Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) existe ainda a possibilidade de usar os modelos qualitativos em conjunto com os quantitativos, a fim de melhorar as qualidades das previsões.

Conforme pode ser visto na Figura 3, os modelos de previsão quantitativos são divididos em dois grupos: projeção de séries temporais; e correlação e regressão, que juntamente com os modelos qualitativos, serão abordados mais detalhadamente nas próximas seções.

3.3 MODELOS QUALITATIVOS

Os modelos qualitativos de previsão baseiam-se no julgamento, experiências, emoção, intuição e valores da pessoa responsável por tomar decisão para a realização de uma determinada previsão (FERNANDES E FILHO, 2010).

Como essas informações dificilmente são quantificadas, supõe-se que esses modelos qualitativos são baseados em informações subjetivas. Lustosa *et al.* (2008) afirma que embora os métodos qualitativos tenham certo nível de subjetividade, e aparentam não ser tão apropriados quanto os quantitativos, ele poderá ser a única alternativa na ausência de dados numéricos.

Conforme Ballou (2006) existem circunstâncias em que os modelos qualitativos são os mais adequados para realizar previsão, como exemplo: impactos de uma nova tecnologia e mudanças de políticas de governo.

Outro exemplo de seu uso, para Tubino (2009), ocorre na ausência de tempo para coletar e analisar dados de acontecimentos passados, visto que os métodos qualitativos são empregados mais rapidamente.

Ou ainda, quando existe instabilidade no cenário econômico e político, tornando rapidamente dados passados ultrapassados (TUBINO, 2009).

Nas definições de Fernandes e Filho (2010) e Corrêa e Corrêa (2012), as ocorrências da utilização de modelos qualitativos acontecem principalmente quando os dados históricos não podem ser quantificados (são

caros ou difíceis de ser obtidos), ou quando os fatores subjetivos têm uma maior competência para explicar o futuro.

Os modelos qualitativos podem envolver diversos métodos de previsão, na literatura seguinte serão discutidos os métodos Delfi, pesquisa de mercado e simulação de cenários.

3.3.1 Método Delfi

O método Delfi foi desenvolvido com o objetivo de prever avanços tecnológicos militares durante a segunda guerra mundial, pela empresa norte-americana Rand Corporation (LUSTOSA *ET AL.*, 2008).

E atualmente, esse método é conhecido por realizar previsão com base na opinião e consenso de um grupo de especialistas, mantendo o anonimato dos mesmos (KRAJEWSKI; RITZMAN; E MALHOTRA, 2009).

A estruturação desse método é sugerida por Lustosa *et al.* (2008), e deve seguir os passos como vistos na Figura 5:

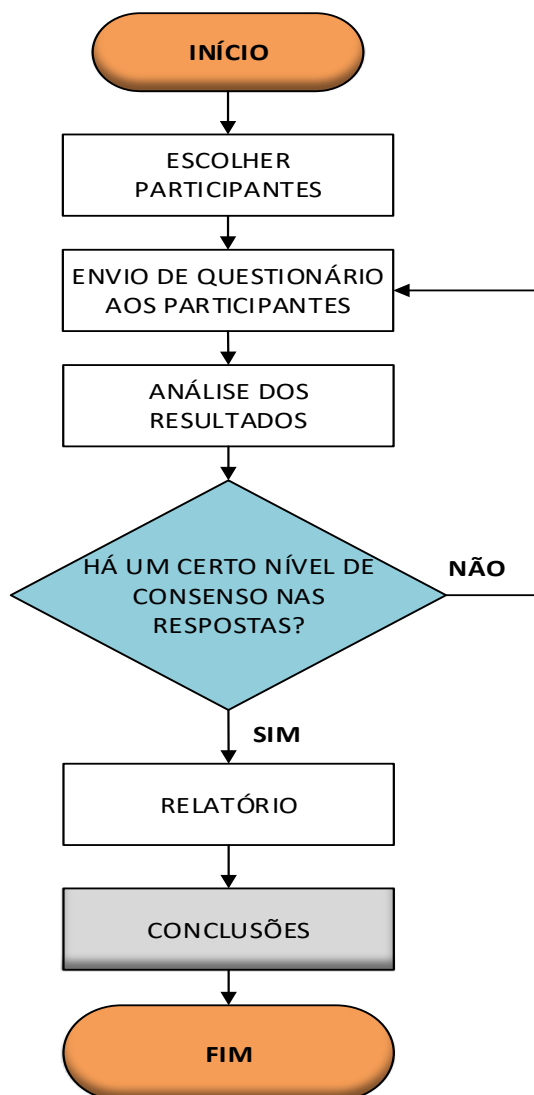


Figura 5 - Método Delfi
Fonte: Adaptado de Lustosa *et al.* (2008).

Inicialmente deve ser escolhido os participantes e enviar questionários para obter as previsões e os argumentos de cada um, depois deve-se analisar os resultados. Os processos de envio e análise dos questionários deve ser repetido até que se alcance certo nível de consenso entre os participantes, e só depois é consolidado os resultados, e então, realizado a conclusão com discussões em uma reunião com todos os envolvidos.

Corrêa e Corrêa (2012) afirmam que as respostas obtidas nos questionários são coletadas de forma sigilosa e individual, depois são analisadas estatisticamente, e retornadas aos participantes para que os mesmos refaçam (caso queiram) suas avaliações. Conforme Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009)

as avaliações são recolhidas novamente, e a rodada se repete até que seja obtido um certo nível de consenso.

Pelo fato desse método ser obtido por meio da expressão de opiniões pessoais e sigilosas, segundo Corrêa e Corrêa (2012), evita que alguns participantes se sintam inibidos a opinar por serem menos extrovertidos ou possuir um menor grau de hierarquia em relação aos outros envolvidos no processo. Para Moreira (2011) essa é uma das principais vantagens do método, pois a ausência de contato pessoal evita que os resultados sejam influenciados e distorcidos.

3.3.2 Pesquisa de Mercado

O método de previsão de pesquisa de mercado busca informações a respeito do mercado consumidor de determinados produtos. Segundo Fernandes e Filho (2010), esse método consiste na realização de entrevistas com uma amostra de consumidores, a fim de testar hipóteses sobre o mercado. Moreira (2011) afirma que essa pesquisa é baseada nas respostas dos consumidores, devido ao fato de que no fundo são eles quem determinam a demanda.

Conforme Corrêa e Corrêa (2012) esse método solicita futuras “intenções de compras” de possíveis clientes ou consumidores. Ele tem diferentes finalidades, podendo ser usado para avaliar a satisfação dos consumidores, potencial de participação do produto no mercado, avaliação de preços praticados, concorrentes, entre outros (LUSTOSA *Et Al.*, 2008).

Como exemplo, pode-se questionar a quantidade de farinha de trigo que uma pessoa pretende consumir nos próximos meses. Sabe-se que o número de consumidores desse produto é extenso, tornando-se inviável uma pesquisa de opinião com todos os consumidores desse produto, nesses casos, Moreira (2011) sugere que essa pesquisa seja realizada apenas com uma amostra desses consumidores, conduzindo-se ao que conhecemos por pesquisa de mercado.

Corrêa e Corrêa (2012, p.250) afirmam que “[...] nem sempre os respondentes são realmente fiéis as suas respostas e que “intenções de compra” são simplesmente isso: “intenções””.

3.3.3 Simulação de Cenários

O método de simulação de cenários, nas palavras de Lustosa *et al.* (2008) é a construção de diferentes cenários futuros que estimulem o comportamento das vendas futuras, estes são realizados com base na opinião de especialistas.

Para Souza e Rojo (2010) simular cenários é uma forma de se antecipar as futuras situações, mostrando possibilidades de bons resultados e riscos, possibilitando tomar decisões em cima das variáveis geradas.

Conforme Hyndman e Athanasopoulos (2013) esse método tem como objetivo obter previsões em cima de possíveis hipóteses, considerando todos os fatores possíveis, para que por meio deles seja possível gerar cenários alternativos.

O resultado final pode ser descrito em diferentes possibilidades. Lustosa *et al.* (2008 p.58) apresenta três alternativas de cenários, “classificados como otimista, mais provável e pessimista. A partir da avaliação subjetiva das probabilidades de cada cenário, decorre o processo de decisão”.

3.4 MODELOS QUANTITATIVOS

A diferença dos modelos quantitativos em relação aos qualitativos, para Tubino (2009), é a utilização de dados passados para projetar o futuro, ou seja, esse modelo não baseia suas previsões em opiniões e palpites pessoais.

Conforme Corrêa e Corrêa (2012) as técnicas de previsão dos modelos quantitativos são baseadas em dados históricos. E segundo Moreira

(2011) são empregados modelos matemáticos para realizar a análise desses dados passados e projetar o futuro.

Os métodos de previsão do modelo qualitativo, conforme Tubino (2009) estão distribuídos em dois grupos: projeções de séries temporais; e correlação e regressão. Estes que serão discutidos na literatura seguinte.

3.4.1 Modelos de Correlação e Regressão

As previsões baseadas em correlação são conhecidas como uma abordagem causal devido ao fato de buscarem prever o futuro de uma variável dependente em função de uma ou mais variáveis independentes (BALLOU, 2006).

Com base na definição de Ballou (2006), pode-se dizer que o número de sacos de trigos (variável dependente) que um produtor produz, pode estar relacionado com variáveis independentes, que podem ser: o clima e solo da região, o preço que o produto é vendido, a renda per capita, entre outros.

Um outro exemplo, com base na obra de Tubino (2009), é poder haver relação da demanda de farinha de trigo (variável dependente) com as vendas das máquinas de fazer pão (variável independente), ou seja, pode-se dizer que as máquinas de fazer pão “causam” as vendas de farinha de trigo.

A análise dessas variáveis, de acordo com Lustosa *et al.* (2008), é realizada pelo método de regressão. E para que essas previsões sejam realizadas, Tubino (2009) relata que é necessário coletar dois tipos de dados: o histórico de dados da variável dependente, e o histórico de dados da variável independente.

Tubino (2009) ainda aponta que, caso exista apenas duas variáveis, esse modelo é conhecido por regressão simples, e caso exista mais de duas variáveis, ele é conhecido por regressão múltipla. Estes modelos de regressão simples e múltipla serão discutidos com mais detalhes nas próximas seções.

Para Ballou (2006), a grande dificuldade encontrada nessa técnica de previsão é detectar variáveis que são realmente causais e que conduzem a variável prevista no tempo.

3.4.1.1 Regressão simples

O modelo de regressão simples envolve uma relação entre duas variáveis, uma dependente e outra independente (FERNANDES e FILHO, 2010).

Essa relação, de acordo com Fusco e Sacomano (2007) pode ter resultados lineares, quadráticos, cúbicos, exponenciais, entre outros, como pode ser visto na Figura 6.

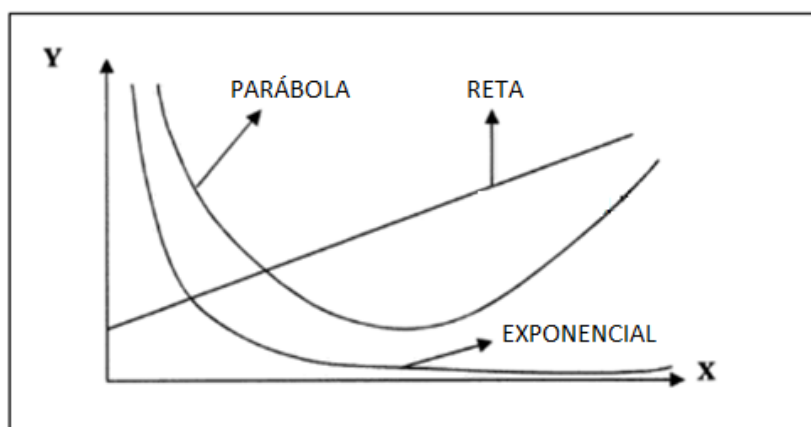


Figura 6 – Funções de correlações entre as variáveis
Fonte: Fusco e Sacomano (2007).

De acordo com Tubino (2009) quando as variáveis correlacionadas encontram uma equação linear, chama-se regressão linear, caso contrário, será conhecida como regressão não linear.

Como exemplo, será abordado o modelo de regressão linear simples, este que segundo Martins e Laugeni (2005) pode ser representado pela determinação da seguinte Equação (1):

$$Y = a + bX \quad (1)$$

Em que:

Y = representa variável dependente;

a = representa ordenada à origem, ou intersecção no eixo dos Y;

b = representa coeficiente angular ou inclinação da reta;

X = representa variável independente.

Tubino (2009) mostra que os coeficientes a e b, podem ser obtidos através das equações (2) e (3):

$$b = \frac{n(\sum X \cdot Y) - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (2)$$

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum X)}{n} \quad (3)$$

Em que:

n = número de pares XY observados;

Y = variável dependente;

X = variável independente.

O objetivo desse modelo, para Fusco e Sacomano (2007) é encontrar uma equação linear (equação (1)), que tenha propriedade de minimizar a soma dos desvios dos dados reais em relação a reta encontrada, essa correlação (r) é vista na Figura 7 por (β).

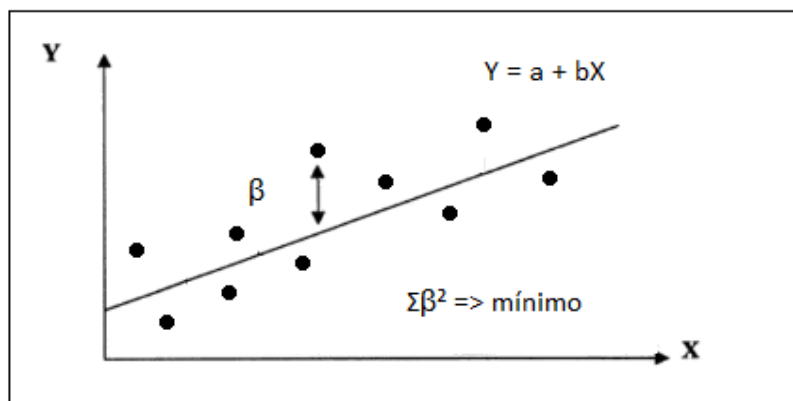


Figura 7 - Mínimos quadrados
Fonte: Tubino (2009).

O nível de correlação entre as duas variáveis pode ainda ser medido, segundo Tubino (2009), encontrando o coeficiente de correlação (r), como mostra a Equação (4).

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

Em que:

n = número de pares XY observados;

Y = variável dependente;

X = variável independente.

Conforme Martins e Laugeni (2005) e Tubino (2009), o valor de r varia entre +1 e -1, e para que se tenha uma boa correlação é recomendável que o valor mínimo de r absoluto seja de 0,7, caso r esteja perto de 0, não existe correlação entre as variáveis analisadas.

3.4.1.2 Regressão múltipla

O modelo de regressão múltipla envolve uma relação entre mais de duas variáveis, sendo uma variável dependente e duas ou mais variáveis independentes (MONTGOMERY E RUNGER, 2012).

Barbetta, Reis e Bornia (2010) apresentam (Tabela 1) alguns exemplos de aplicação da regressão linear múltipla.

Usando o terceiro exemplo da Tabela 1, para descobrir se as variáveis independentes x_1 , x_2 , e x_3 têm relação com o preço de venda de um imóvel novo (variável dependente do exemplo), segundo Barbetta, Reis e Bornia (2010), é necessário construir um modelo estatístico-matemático, e partindo dele, analisar a influência de cada variável independente, assim como, predizer a variável dependente.

Tabela 1 - Exemplos de aplicação de regressão linear múltipla

Variáveis independentes (X1, X2, ..., Xk)	→	Variável dependente (Y)
X1 = renda (R\$) X2 = poupança (R\$) X3 = taxa de juros (%)	→	Y = consumo (R\$)
X1 = memória RAM (Gb) X2 = sistema operacional X3 = tipo de processador	→	Y = tempo de resposta do sistema computacional (segundos)
X1 = área construída do imóvel (m²) X2 = padrão de qualidade (custo m², R\$) X3 = localização	→	Y = preço de um imóvel novo (R\$)

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

A construção desse modelo, assim como todo o processo de estimação da regressão múltipla é apresentado por Anderson, Sweeney e Williams (2011) e visto na Figura 8.

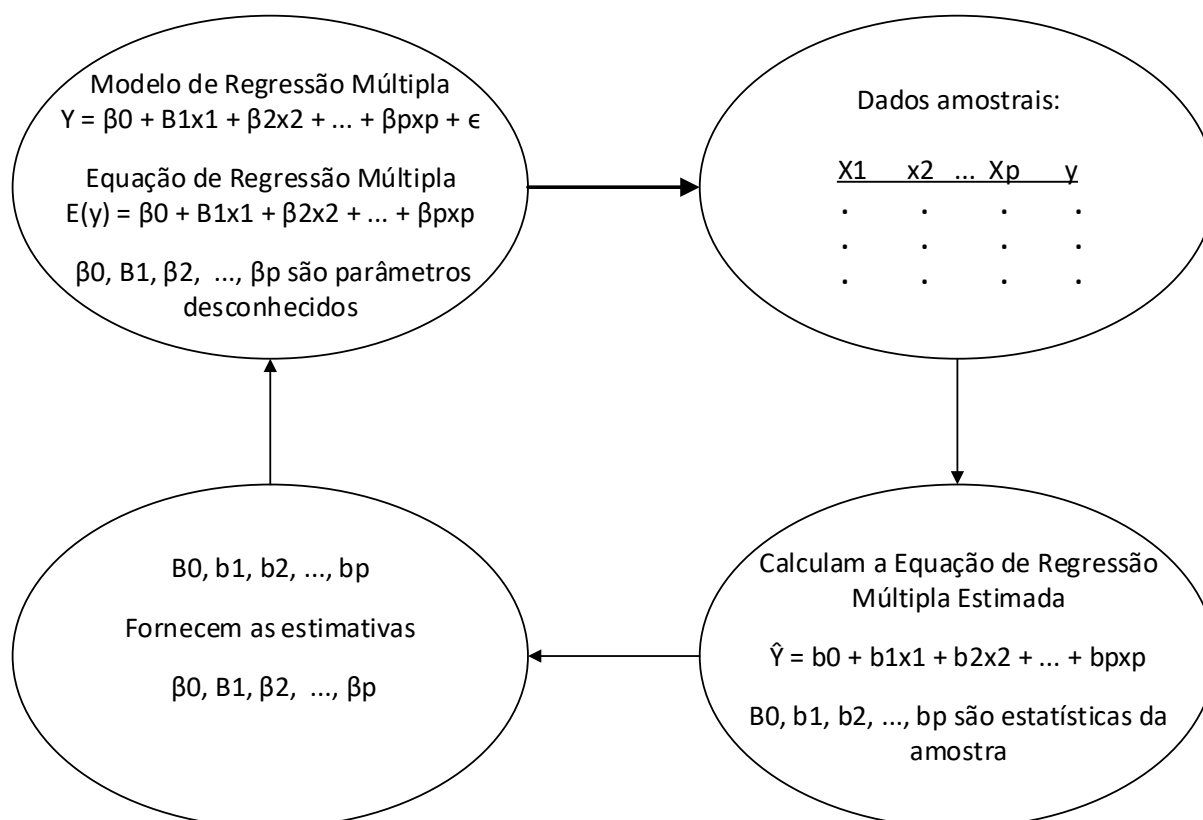


Figura 8 - Processo de estimação da regressão múltipla
Fonte: Anderson, Sweeney e Williams (2011).

A equação denominada de regressão múltipla, que expressa como o valor médio da variável dependente, está relacionado as variáveis independentes, foi descrita por Montgomery e Runger, (2012), conforme Equação (5):

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p \quad (5)$$

O processo de estimação da regressão múltipla, resultará também na equação da regressão múltipla estimada, esta que é descrita por Moreira (2008) através da Equação (6):

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_p x_p \quad (6)$$

Para determinar os coeficientes $b_0, b_1, b_2, \dots, b_p$, conforme Moreira (2008), deverá utilizar o critério dos mínimos quadrados. Este critério é apresentado por Anderson, Sweeney e Williams (2011) através da Equação (7):

$$\text{mín } \Sigma (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (7)$$

Em que:

y_i = o valor observado da variável dependente para a i -ésima observação;

\hat{y}_i = o valor estimado da variável dependente para a i -ésima observação.

Conforme mostra a equação 3, para Anderson, Sweeney e Williams (2011, p.490) “[...] o método dos mínimos quadrados usa dados amostrais para produzir os valores de $b_0, b_1, b_2, \dots, b_p$ que transformam em um mínimo o somatório dos desvios quadráticos”.

3.4.2 Projeções Baseadas em Séries Temporais

As projeções baseadas em séries temporais, diferente dos modelos de correlação e regressão, não recebem influências de outras variáveis (TUBINO, 2009). Essas projeções partem do princípio de que o futuro poderá ser previsto baseando-se em dados passados (FERNANDES e FILHO, 2010).

Segundo Moreira (2008), uma série temporal é uma sequência de observações sobre o que se pretende prever ao longo do tempo, ou seja, o tempo é a única variável que influenciará nesse modelo de previsão.

Conforme Fernandes e Filho, (2010) para que possa escolher um dos métodos de previsão baseado em séries temporais, inicialmente deve-se reconhecer o padrão de comportamento da série.

O comportamento da série é reconhecido plotando-se os dados passados em um gráfico de dispersão (FERNANDES e FILHO, 2010). Esse gráfico, segundo Corrêa e Corrêa (2012), poderá conter tendência, sazonalidade e variações irregulares.

O efeito tendência em uma série temporal, é definido por Moreira (2008), como um comportamento dos dados crescerem ou decrescerem ao longo do tempo. O efeito sazonal, segundo Tubino (2009), refere-se as variações cíclicas que a série sofre em um período de tempo. As variações irregulares, são definidas por Moreira (2008), como variáveis resultantes de causas não identificadas.

Na sequência, serão apresentados modelos de previsões que se baseiam em séries temporais.

3.4.2.1 Modelo de médias móveis

A previsão pelo modelo de médias móveis é obtida com o uso de dados de um número predeterminado de períodos anteriores. A cada nova

previsão obtida, o dado real mais antigo é substituído pelo mais recente (MOREIRA, 2008).

O número de períodos incluídos no cálculo é que determina sua sensibilidade em relação aos dados mais recentes, o cálculo de grandes períodos trata a amostra de forma mais homogênea (TUBINO, 2009).

Conforme Tubino (2009), a média móvel pode ser obtida a partir da Equação (8).

$$Mmn = \frac{\sum_{i=1}^n Di}{n} \quad (8)$$

Em que:

Mmn = média móvel de n períodos;

Di = dados ocorridos no período i;

n= número de períodos;

i = índice do período (i= 1,2,3,...).

A grande vantagem desse modelo, para Tubino (2009), é a sua simplicidade operacional e facilidade de entendimento. Mas, apesar da sua simplicidade Lustosa *et al.* (2008) recomenda usar esse método apenas em série de dados históricos que apresentam um comportamento estável.

3.4.2.2 Modelos de suavização exponencial

Diferente do modelo de médias móveis, em que os valores possuem o mesmo peso, no modelo de suavização exponencial, os dados passados têm pesos decrescendo geometricamente (LUSTOSA *et al.*, 2008).

Neste conteúdo, serão apresentados três modelos de suavização exponencial, sendo: modelo simples; modelo de Holt (com tendência); e modelo de Holt-Winters (com tendência e sazonalidade).

Lustosa *et al.* (2008) define o modelo de suavização exponencial simples, como aquele que varia em torno de dados de base constantes, conforme novos dados históricos são incorporados à série, essa base é corrigida.

Esse método “fornece a previsão para o próximo período como sendo a previsão para o período atual, corrigida pelo erro ocorrido no período atual (real – previsão). É dado um peso α a esse erro” (FERNANDES E FILHO 2010, P. 33).

A Equação (9) e (10) escrita na obra de Lustosa *et al.* (2008), apresenta a fórmula básica da suavização exponencial simples.

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

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

Em que:

$\alpha = (0 < \alpha < 1)$ é a constante de suavização;

D_t = dados no período t (período atual);

$(1 - \alpha)$ = taxa exponencial dos pesos de ponderação dos dados;

B_t = base ao final do instante t ;

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

Partindo da Equação (9), segundo Lustosa *et al.* (2008), é possível mostrar que todos os dados anteriores entram no cálculo com pesos decrescendo geometricamente, sendo que esse cálculo dá maior peso ao valor D_t , como mostra a Equação (11).

$$B_t = \alpha D_t + \alpha(1 - \alpha) D_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 D_{t-2} + \dots + \alpha(1 - \alpha)^{t-1} D_1 + (1 - \alpha)^t B_0 \quad (11)$$

Nesse método, a escolha do valor da constante de suavização é muito importante para o cálculo, segundo Fernandes e Filho (2010), se os valores da α forem altos, maior será o peso do erro. Por outro lado, quanto menores os coeficientes, maior será o peso de dados passados.

Caso os dados apresentem tendência, é indicado o uso do modelo de Holt para o cálculo de previsão, este que nada mais é, que, o modelo de suavização simples ampliado (HYNDMAN E ATHANASOPOULOS, 2013).

Essa ampliação, de acordo com Lustosa *et al.* (2008), é a adição de uma variável que mostra o aumento dos dados atuais de um período para outro.

O modelo Holt é apresentado nas Equações: (12) que calcula uma média ponderada entre os dados reais e a nova base; (13) apresenta a suavização da tendência; e (14) que apresenta a previsão de dados para “k” períodos a frente.

$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1}) \quad (12)$$

$$T_t = \beta (B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1} \quad (13)$$

$$F_t(t+k) = B_t + kT_t \quad k = 1, 2, \dots \quad (14)$$

Em que:

α = é a constante de suavização para Base;

D_t = dados do período t;

B_t = base ao final do instante t;

T_t = tendência ao final do instante t;

β = constante de suavização para tendência;

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

Os valores das constantes de suavização, segundo Tubino (2009, p. 25) variam de 0 a 1, e se os valores da α forem altos, “[...] mais rapidamente as previsões assumirão as novas tendências. Por outro lado, quanto menores os coeficientes, menor será a influência de valores extraordinários”.

Se além da tendência, os dados também apresentarem sazonalidade, é indicado então o modelo de suavização exponencial de Holt Winters para o cálculo de previsão (LUSTOSA ET AL., 2008).

Esse modelo, segundo Becker (2010), apresenta três equações de acordo com o modelo da série de dados, sendo: para tendência; nível; e sazonalidade. Cada uma possui uma constante de suavização diferente.

Conforme Lustosa *et al.* (2008), a equação (15) apresenta o cálculo de base ao final do período t (nível), já a equação (16) apresenta o cálculo de tendência, e a equação (17) permite a atualização do índice de sazonalidade.

$$B_t = \alpha \left(\frac{Dt}{I_{t-L}} \right) + (1 - \alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1}) \quad (15)$$

$$T_t = \beta(\beta_t - \beta_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1} \quad (16)$$

$$I_t = \gamma \cdot \left(\frac{Dt}{Bt} \right) + (1 - \gamma) \cdot I_{t-1} \quad (17)$$

$$F_t(t+k) = (B_t + kT_t) \cdot I_{t-l+k} \quad k = 1, 2, \dots \quad (18)$$

Em que:

α = constante de suavização para base;

γ = constante de suavização para sazonalidade;

β = constante de suavização para tendência;

Dt = dados do período t;

Bt = base ao final do instante t;

Tt = tendência ao final do instante t;

It = índice de sazonalidade no instante t;

Ft (u) = previsão ao final do período t para o período u (u>t).

Para Fernandes e Filho (2010) quanto maior for o valor atribuído a α , β , e γ , maior será o poder de resposta deles em relação a mudanças.

Lustosa *et al.* (2008), observa que esse modelo necessita de uma quantidade de dados maior (uma série mais longa), ao qual tenha pelo menos três ciclos sazonais completos.

3.5 MEDIDA E CONTROLE DO ERRO

Depois de realizado o processo de previsão, é necessário analisar a precisão dos resultados obtidos, medindo o quanto o modelo escolhido se aproxima da realidade (CORRÊA, GIANESI E CAON, 2010).

Conforme Fernandes e Filho (2010), os erros mais comuns de previsão são decorrentes de fatores imprevisíveis do mercado, e a escolha do método de previsão.

Visto que o segundo erro está relacionado com método de previsão escolhido, Fernandes e Filho (2010), apontam que este é o erro que deve ser minimizado, já os fatores decorrentes o mercado são inevitáveis e devem ser ignorados.

O controle e a manutenção do modelo de previsão, segundo Tubino (2009), tem como objetivo: “[...] verificar a acuracidade dos valores previstos; identificar, isolar e corrigir variações anormais; permitir a escolha de técnicas, ou parâmetros, mais eficientes.

A medição dos erros de previsão, pode ser matematicamente expresso pela Equação (19), descrita na obra de Lustosa *et al.* (2008), que é basicamente, a diferença entre o Valor real (D_t), e o valor previsto (F_t).

$$E_t = D_t - F_t \quad (19)$$

A adequação do modelo de previsão pode ser verificada, através das medidas mais comuns de erro: MAD (Desvio Absoluto Médio); e o MSE (erro médio quadrático) (MOREIRA, 2011).

A fórmula para o cálculo do valor de MAD e MSE, segundo Moreira (2011), é expressa, respectivamente, pelas Equações (20) e (21).

$$MAD = \frac{\sum |D_{atual} - D_{prevista}|}{n} \quad (20)$$

$$MSE = \frac{\sum (D_{atual} - D_{prevista})^2}{n-1} \quad (21)$$

Em que:

Datual = dados ocorridos no período;

Dprevisto= dados previstos no período;

n = número de períodos.

Outros indicadores de erro que podem ser utilizados, segundo Lustosa *et al.* (2008), são: EAM (erro médio absoluto); e o EQM (erro quadrático médio). A fórmula para o cálculo do valor de EAM e EQM, é expressa, respectivamente, pelas Equações (22) e (23).

$$EAM = \frac{\sum_{t=1}^n |D_{atual} - D_{prevista}|}{n} \quad (22)$$

$$EQM = \frac{\sum_{t=1}^n (D_{atual} - D_{prevista})^2}{n} \quad (23)$$

Existe ainda, o indicador U de Theil, que de acordo com Bitencurt *et al.* (2005), é uma medida usada para avaliar a capacidade de precisão do modelo, sendo expressa Equação (24):

$$U = \frac{\sqrt{\sum_{k=1}^n (a_k - y_k)^2}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (a_k - a_{k-1})^2}} \quad (24)$$

Em que:

a_k = saída desejada;

y_k = previsão obtida.

Verificando o comportamento do erro acumulado, espera-se que este tenha resultados próximos a zero, pois a expectativa é de que o modelo de previsão gere valores acima e abaixo dos reais, devendo então se anular (TUBINO, 2009).

Existem diversas medidas de erros, e estas devem ser trabalhadas para encontrar um método de previsão que melhor se ajuste aos dados reais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta é uma pesquisa classificada como básica, pois buscou prever o cenário da cultura de trigo e preços praticados no maior estado produtor dessa matéria prima. Ajusta-se, portanto, à definição de Gil (2010), que descreve a pesquisa básica como um estudo que busca resolver problemas globais.

Quanto à abordagem, caracteriza-se como pesquisa quantitativa, por declarar tudo aquilo que é quantificável e fazer utilização de recursos e técnicas estatísticas para tratamento dos dados numéricos encontrados (PRODANOV E FREITAS, 2013).

No que se refere aos métodos, classifica-se como bibliográfica e documental. A pesquisa bibliográfica é aquela elaborada a partir de material já publicado, constitui-se de livros, artigos científicos, periódicos, revistas, monografias, dissertações, teses, Internet, com o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com todo material que existe acerca do assunto a que trata a pesquisa (PRODANOV, FREITAS, 2013).

Segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010) a pesquisa documental é realizada a partir de dados coletados que receberão posteriormente tratamento analítico.

Após coletar os dados, os resultados foram analisados de forma descritiva e apresentados estatisticamente. Na definição de Marconi e Lakatos (2010) uma pesquisa descritiva tem como objetivo descrever fatos, fenômenos, variáveis e populações.

A análise dos dados auxiliou na escolha do modelo de previsão que melhor se ajustou as demandas reais, este modelo utilizou técnicas estatísticas para prever o cenário futuro do trigo por meio de modelos matemáticos, portanto, esta pesquisa pode ainda ser categorizada como pesquisa operacional. Na definição de Cordeiro (2009) esse tipo de pesquisa tem como propósito encontrar

soluções associadas a tomada de decisões, através de modelos matemáticos e estatísticos.

4.2 ANÁLISE DE DADOS

Inicialmente foram coletados dados históricos brutos quantitativos da série de preços de Trigo entre os anos de 2004 e 2016, diretamente da base do CEPEA, e dados brutos de área plantada e área colhida entre os anos de 1990 e 2015, diretamente da base de dados do IBGE, para o estado do Paraná.

Após a coleta desses dados, estes foram agrupados por meio do recurso planilha dinâmica do Microsoft® Excel, de onde se obteve as médias mensais e anuais, bem como os totais e subtotais.

Os dados quantitativos da série de preço, área plantada e área colhida foram analisados estatisticamente para identificar o comportamento dos dados, e também foram analisados graficamente, com o intuito de identificar padrões, tendências e sazonalidades. Para a análise estatística da série temporal e realização da previsão para o ano de 2017, utilizou-se o software Action Stat®. O software Action Stat® (2017) foi desenvolvido pela empresa Estatcamp, sendo um sistema pago, que realiza diversas análises estatísticas, entre elas as previsões de séries temporais

Em seguida realizou-se uma análise descritiva e de normalidade dos dados e os resultados estatísticos de previsão foram apresentados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos com a análise dos dados históricos dos preços praticados, área plantada e área colhida do grão de trigo para o estado do Paraná. Primeiramente, será apresentada uma estatística descritiva dos dados para posteriormente apresentar a escolha do modelo de previsão para os próximos períodos.

5.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA O PARANÁ

Segundo dados do IBGE (2017), no ano de 2015, o trigo no Paraná representou respectivamente, 60%, 53% e 53% do total de quantidade produzida, área plantada e área colhida no Brasil. Sua representatividade para o Brasil é alta em relação aos outros estados, sendo considerado o maior Estado produtor de trigo no País.

5.1.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA E PREVISÃO DE PREÇOS PRATICADOS

5.1.1.1 Análise Descritiva dos Preços Praticados

Os preços praticados do trigo no Estado do Paraná foram coletados da base de dados do CEPEA. Com a realização da análise exploratória o conjunto de dados foi agrupado para facilitar a retirada de informações pertinentes ao desenvolvimento desse estudo. O Anexo A apresenta o preço médio do trigo praticado no Estado do Paraná, expresso em reais por tonelada (R\$/T), referente aos anos de 2004 até 2016.

Com base nos dados apresentados no Anexo A, realizou-se uma

análise descritiva dos mesmos (Tabela 2).

De acordo com Reis e Reis (2002), a análise descritiva permite organizar, resumir e descrever aspectos importantes de um conjunto de dados, permite também identificar valores incorretos, discrepantes e anomalias dentro da série de dados.

Tabela 2 - Análise Descritiva dos dados de preços praticados do trigo no Estado do Paraná

Preços praticados em R\$	
Média	556,307628
Mediana	506,935652
Mínimo	321,787
Máximo	971,96
Desvio Padrão	152,927668
Coeficiente de Variação	0,274898
Amplitude	650,173

Fonte: Aatoria própria

Segundo Spiegel (2009) a média é a soma de todos os dados dividido pelo número de dados e a mediana é o numero central dos dados existentes organizados de forma crescente, ou a média entre os dois números centrais, caso o número de dados sejam pares.

Por meio da análise descritiva do preço do trigo para o estado do Paraná, percebe-se que as medidas de tendência central (média e mediana) apresentaram diferenças.

As medidas de tendência central conseguem resumir em um único valor o que ocorre tipicamente com a série de dados analisada, porém, precisam do auxílio de medidas de variabilidade (desvio padrão, coeficiente de variação e amplitude) para descrever adequadamente os resultados. (REIS; REIS, 2002).

O desvio padrão indica a variação dos dados em relação a média, o coeficiente de variação é definido pela razão entre o desvio padrão e a média, o valor da amplitude é encontrado através da diferença entre o valor máximo e o mínimo (FERREIRA, 2005).

Para este estudo, o valor do desvio padrão em relação aos dados observados foi de 152,927668, este valor indica que há uma variabilidade nos

dados, pois, De Feijoo (2010) em seu estudo relatou que em uma série de dados homogeneia o desvio padrão possui valor próximo de zero.

Quanto ao coeficiente de variação (C.V.), Fogo (2004) relatou uma classificação que pode ser usada em controle estatístico do processo (CEP), onde: C.V. menor ou igual a 15% indica uma baixa dispersão de dados; C.V. entre 15% e 30% indica uma média dispersão de dados; C.V. maior que 30% indica uma alta dispersão de dados. Existem vários métodos para sua classificação a depender o processo analisado, não existe um padrão.

Sendo assim, o C.V. encontrado na análise estatística dos dados é considerado por Fogo (2004) como sendo médio 0,274898, e a amplitude da amostra teve o valor igual a 650,173.

A diferença entre os valores encontrados na média e mediana, o desvio padrão com alta variabilidade e a amplitude grande podem ser explicados com o auxílio do Anexo A, onde percebe-se que o preço é muito variável ao longo dos anos e tem uma tendência de crescer.

Com o objetivo de analisar a normalidade dos dados, realizou-se também a representação gráfica do conjunto de dados através do Histograma e do Box-plot (Figura 9).

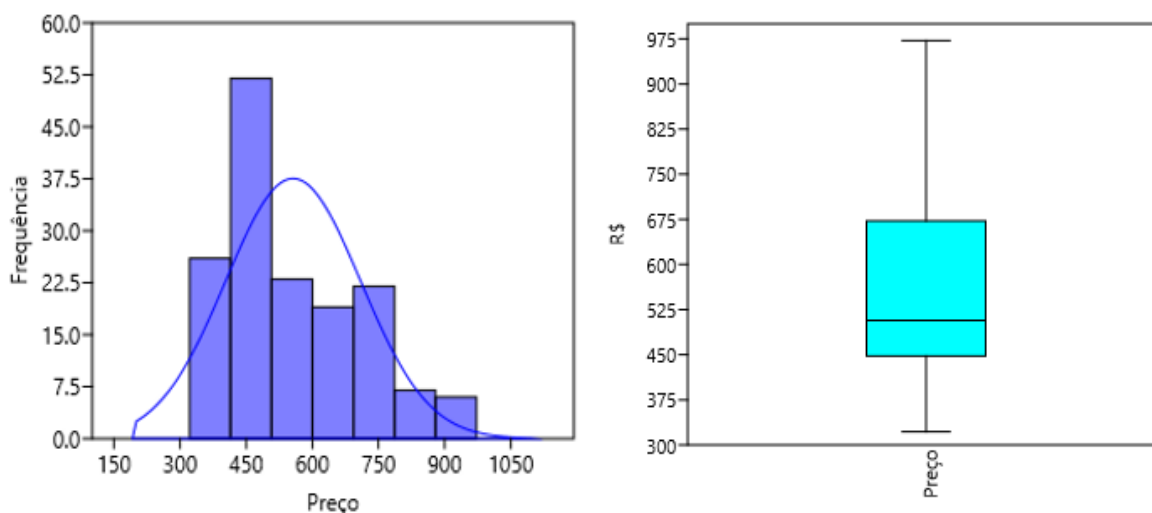


Figura 9 – Histograma com curva de distribuição normal e Box-plot dos dados de preços praticados do trigo no Paraná
Fonte: Autoria Própria

A área apresentada no histograma é proporcional a amplitude da amostra, os retângulos do eixo X são iguais as amplitudes dos intervalos de

classe e as alturas dos retângulos são proporcionais as frequências das classes (CRESPO, 2009).

O blox-pot pode ser analisado através de 5 pontos: retângulo que apresenta em suas extremidades os quartis Q1 e Q3; linha horizontal no retângulo que apresenta a mediana; amplitude interquartil onde se localiza os limites (linhas horizontais fora do retângulo) e também os dados fora da curva; costeletas (linhas verticais desenhadas na borda do retângulo que vai até o limite); e os pontos fora de curva, indicado pelo símbolo * (ANDERSON; SWEENEY; WILLIAMS, 2011). A simetria da distribuição dos dados é indicada pela posição da linha mediana no Box-plot, que deve ficar no meio do retângulo; no Histograma essa simetria deverá se apresentar em forma de sino.

O Histograma da Figura 9 sobreposto por uma curva normal e o Box-plot apresentam-se assimétricos.

Nota-se no Histograma que o número de maior ocorrências está aproximadamente entre 400 e 500 reais, apresentando uma ideia de que este é o valor médio mais esperado para o preço do produto, este valor está próximo da mediana apresentada, porém um pouco distante da média, indicando que pode existir valores extremamente grandes ou extremamente pequenos na amostra. Existem também preços maiores, entre aproximadamente R\$ 700,00 e R\$ 971,86, porém são mais raros. Analisando o Histograma percebe-se que a assimetria do gráfico está localizada no lado direito, e por meio do Box-plot percebe-se que a assimetria se encontra na parte superior, portanto existem dados discrepantes com valores maiores, isto explica o fato do valor da média ser maior que o da mediana.

O valor máximo (R\$ 971,86) encontrado na análise descritiva dos dados ocorreu no período de setembro de 2013.

Segundo a CONAB (2013) o aumento dos preços no ano de 2013 foram resultados pela adversidade climática ocorrida neste ano, diminuindo a produtividade do trigo em 35,6% no estado do Paraná e aumentado seu preço devido a baixa oferta.

Nos meses de junho houve chuvas excessivas que contribuíram para o aparecimento de doenças na planta, em julho e agosto ocorreu fortes geadas e em setembro chuvas de granizo atingiram a região sudoeste do Estado

(CONAB, 2013).

5.1.1.2 Escolha do Método Adequado para os Preços Praticados

Após a realização da análise descritiva dos dados, realizou-se a plotagem dos mesmos em um gráfico, com o objetivo de identificar os principais métodos que se adequem ao comportamento da série de dados.

Segundo Bouzada (2012) a decomposição de uma série temporal pode resultar em quatro componentes, sendo: tendência; ciclicidade; sazonalidade; e termo aleatório (flutuação).

Conforme Spiegel (2009) tendência refere-se a direção em que o gráfico se movimenta; a ciclicidade refere-se as oscilações a longo prazo ou desvios em volta da tendência ou reta; sazonalidade são padrões quase que identicos ou identicos em cada ano analisado; e o termo aleatório são deslocamentos de dados aleatório ao longo da série.

É possível observar a representação gráfica dos dados de preços praticados para o trigo no Paraná, anualmente, conforme pode ser visto na Figura 10.

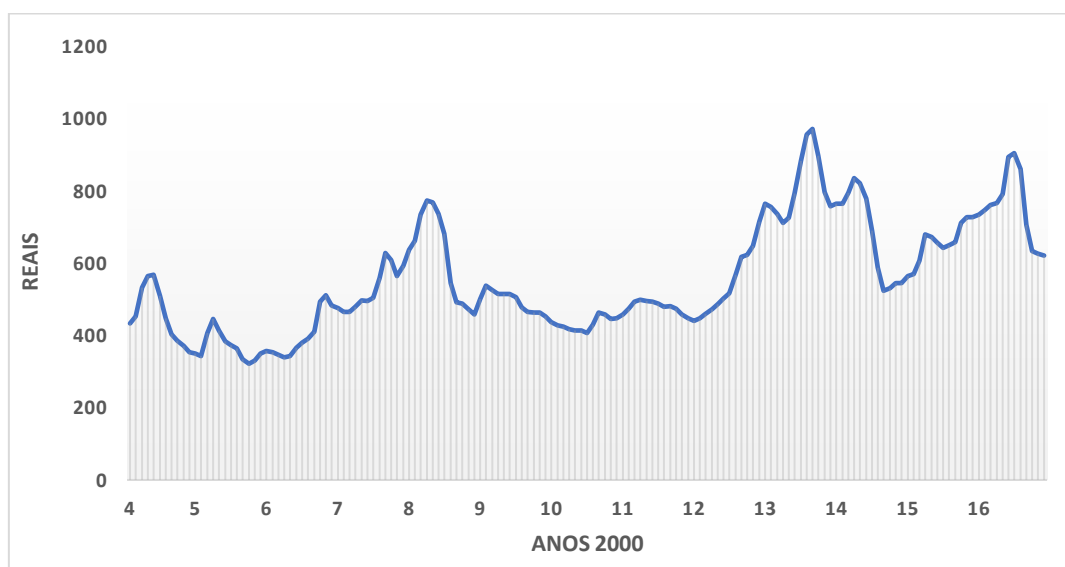


Figura 10 - Gráfico do dados de preços praticados para o trigo referente aos anos de 2004 a 2016

Fonte: Autoria Própria

Através da Figura 10 é possível identificar uma leve presença de tendência de crescimento do preço ao longo da série, é possível notar também ciclos de variação no preço dos produtos em cada ano. Com a observação dessas características, os métodos escolhidos para a previsão do modelo são os métodos de suavização exponencial.

Para a escolha do método adequado dentre os modelos de suavização exponencial utilizou-se o Software Action Stat. O modelo escolhido pelo software apresenta nível multiplicativo, tendência multiplicativa amortecida, e sazonalidade ausente.

5.1.1.3 Previsão Utilizando o Método Escolhido

A partir da escolha do método de suavização exponencial adequado, o Action Stat gerou a previsão da demanda para os próximos 12 meses, a fim de compará-la aos dados reais dos preços praticados do trigo no estado do Paraná. As previsões foram geradas considerando α (0,99), β (0,97), γ (0), como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Constantes de suavização utilizadas para gerar as previsões de preços praticados do trigo para o Estado do Paraná

Constantes da Suavização	
Nível	0,999899998
Tendência	0,97909653
Sazonalidade	0
Amortecimento	0,802628719

Fonte: Autoria Própria

O valor de α indica uma variação de nível alta, o valor de β indica que existe uma forte variação de tendência, e a valor de γ indica que não há variação nos padrões de sazonalidade.

Com o objetivo de mostrar a confiabilidade do modelo escolhido ao conjunto de dados, foi comparado as previsões realizadas com dados reais, sendo assim, coletou-se diretamente da base de dados do CEPEA os valores do preço de trigo dos meses disponíveis de 2017. No gráfico da Figura 11 é possível entender essa comparação.

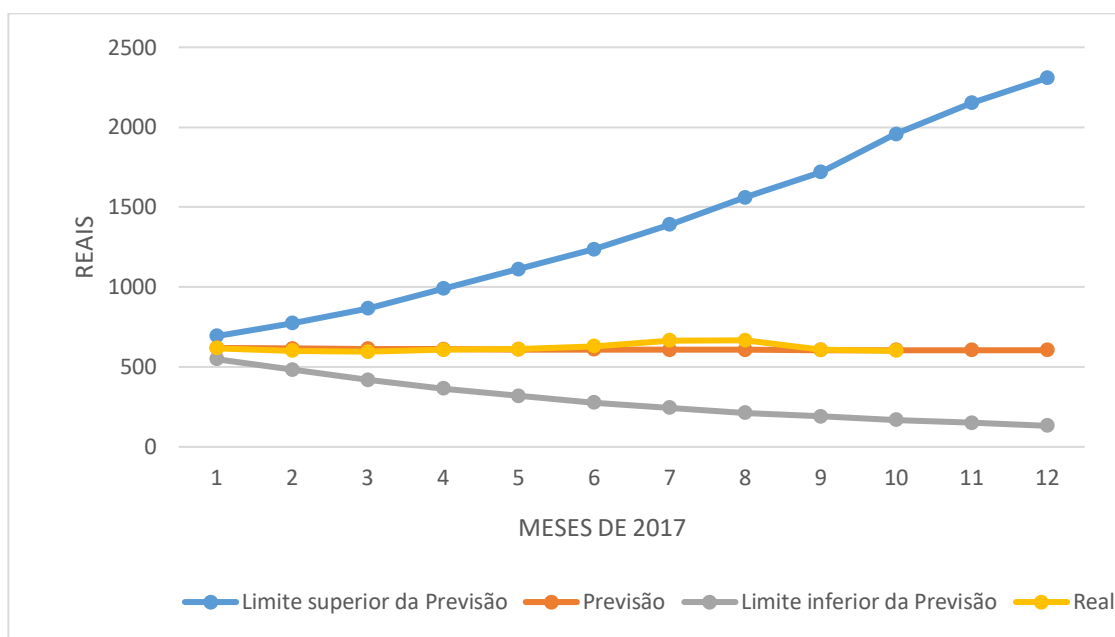


Figura 11 - Previsão de preços praticados X real
Fonte: Autoria Própria

Através da Figura 11, é notável que os valores previstos estão bem próximos dos valores reais de preços praticados para o trigo, os valores previstos não ultrapassaram os limites inferiores e superiores confirmando que o modelo escolhido foi eficaz para a previsão, percebe-se que nos meses de julho e agosto os preços reais tiveram um leve aumento em relação aos preços previstos, este comportamento pode ser explicado através de uma análise sobre o cenário da formação de preços, visto que para Morris e Morris (1994), a formação dos preços são influenciados pelas mudanças e condições do mercado e são bastante variáveis.

5.1.2 ANÁLISE ESTÁTISTICA E PREVISÃO DE ÁREA PLANTADA

5.1.2.1 Análise Descritiva da Área Plantada

Os dados de hectares de área plantada do trigo no Estado do Paraná foram coletados da base de dados do IBGE. Igualmente ao item 5.1.1.1 deste trabalho, buscou-se através da análise exploratória agrupar o conjunto de dados de área plantada do trigo no Paraná, para retirada de informações que auxiliem a análise estatística dos dados.

O Anexo B apresenta os dados de área plantada do grão de trigo da lavoura temporária no estado do Paraná, expresso em hectares, referente aos anos de 1990 até 2015.

Com base nos dados apresentados no Anexo B, realizou-se uma análise descritiva dos mesmos (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise Descritiva dos dados de área plantada do trigo no Estado do Paraná

Área Plantada em Hectares	
Média	1.067.756
Mediana	1.084.811
Mínimo	639.828
Máximo	1.826.626
Desvio Padrão	265.832
Coeficiente de Variação	0,248963
Amplitude	1.186.798

Fonte: Autoria Própria

Através da análise descritiva do preço do trigo para o estado do Paraná, percebe-se que as medidas de tendência central estão bem próximas. Quanto as medidas de variabilidade, a diferença entre o maior e o menor valor do conjunto de dados (amplitude) é de 1.186.798 hectares, o valor do desvio padrão em relação aos dados observados foi de 265.832, indicando a existencia

de dispersão nos dados. O coeficiente de variação dos dados, considerando a classificação de Fogo (2004), pode-se dizer que é médio, sendo: 0,248963.

Com o objetivo de analisar a normalidade dos dados, realizou-se também a representação gráfica do conjunto de dados através do Histograma e do Box-plot (Figura 12).

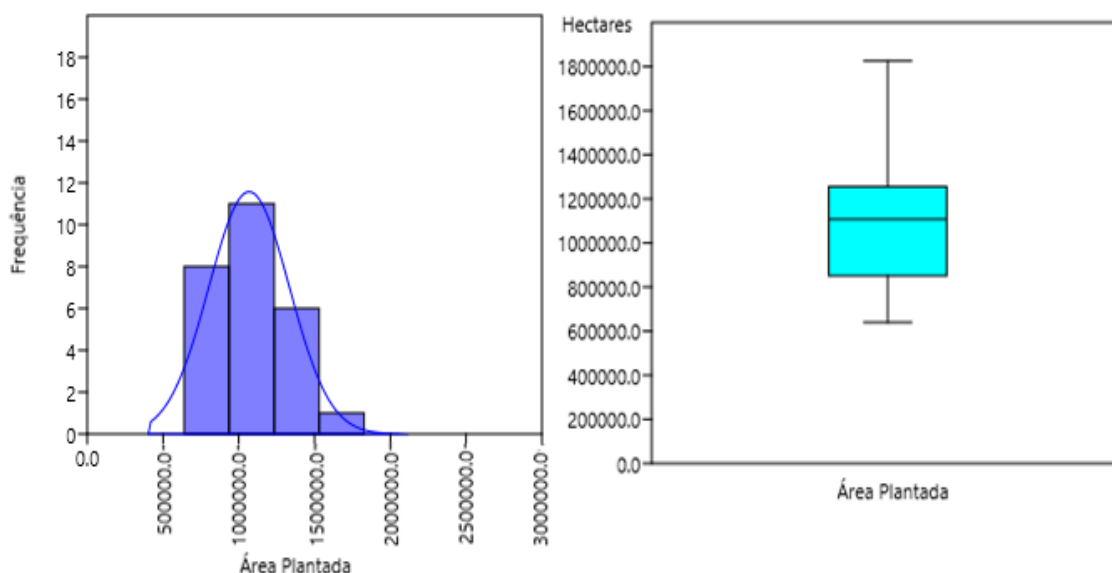


Figura 12 - Histograma com curva de distribuição normal e Box-plot dos dados de área plantada do trigo no Paraná
Fonte: Autorial Própria

Observando o Histograma da Figura 12 sobreposto por uma curva normal percebe-se que este encontra-se em formato de sino, porém a posição da linha mediana do Box-plot não está exatamente no meio do retângulo, indicando uma leve presença de assimetria nos dados.

Analisando o Box-plot percebe-se que esta leve assimetria se encontra na parte inferior da figura, portanto existem dados discrepantes com valores menores, isso explica a média ser menor que a mediana, apesar do histograma apresentar formato de sino que aparenta um aspecto de simetria, o box-plot identifica porque a média e a mediana possuem valores diferentes, apesar de próximos.

5.1.2.2 Escolha do Método Adequado para a Área Plantada

Para a escolha do modelo de previsão adequado é necessário identificar se os dados apresentam ciclicidade, tendência e sazonalidade. Portanto, para possível identificação desses parâmetros, os dados foram plotados em um gráfico e podem ser visualizados na Figura 13.

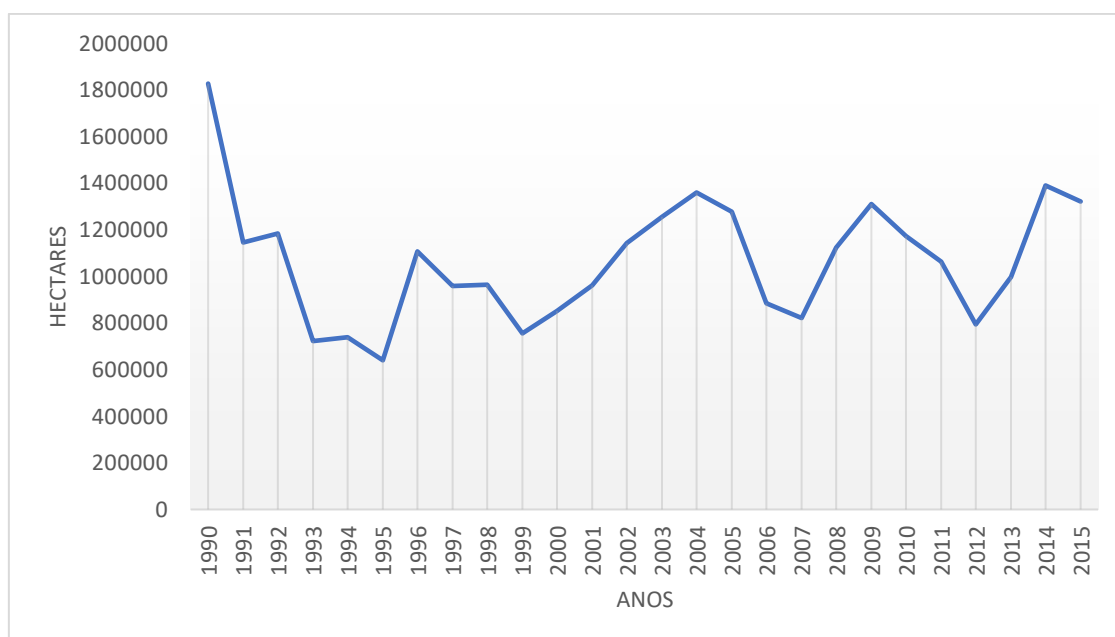


Figura 13 - Gráfico do dados de área plantada do trigo referente aos anos de 1990 a 2014.

Fonte: Autoria Própria

Pode-se visualizar na Figura 13 leves ciclos de variação de área plantada do trigo em cada ano, o gráfico não apresenta tendências de crescimento ou declínio de área, como também há ausência de sazonalidade. Com a observação dessas características, os métodos escolhidos para a previsão do modelo são os métodos de suavização exponencial simples.

Para a escolha do método adequado dentre os modelos de suavização exponencial utilizou-se o Software Action Stat. O modelo escolhido pelo software apresenta nível multiplicativo, tendência ausente e sazonalidade ausente.

5.1.2.3 Previsão utilizando o Método Escolhido

A partir da escolha do método de suavização exponencial adequado, como os dados eram anuais o Action Stat gerou a previsão da demanda para o próximo ano, a fim de compará-la aos dados reais de área plantada do trigo. As previsões foram geradas considerando α (0,0001), β (0), γ (0), como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Constantes de suavização utilizadas para gerar as previsões de área plantada do trigo para o Estado do Paraná

Constantes da Suavização	
Nível	0,00010018
Tendência	0
Sazonalidade	0
Amortecimento	0

Fonte: Autoria Própria

O valor de α indica uma mínima variação de nível, o valor de β indica que não existe variação de tendência, e a valor de γ indica que não há variação nos padrões de sazonalidade, isso se explica pelo fato dos dados serem anuais.

As previsões realizadas foram comparadas com os dados reais para identificar a confiabilidade do modelo, portanto, foram coletados dados reais do ano de 2016 diretamente da base de dados do IBGE, sobre áreas plantadas. O gráfico da Figura 14 ilustra essa comparação.

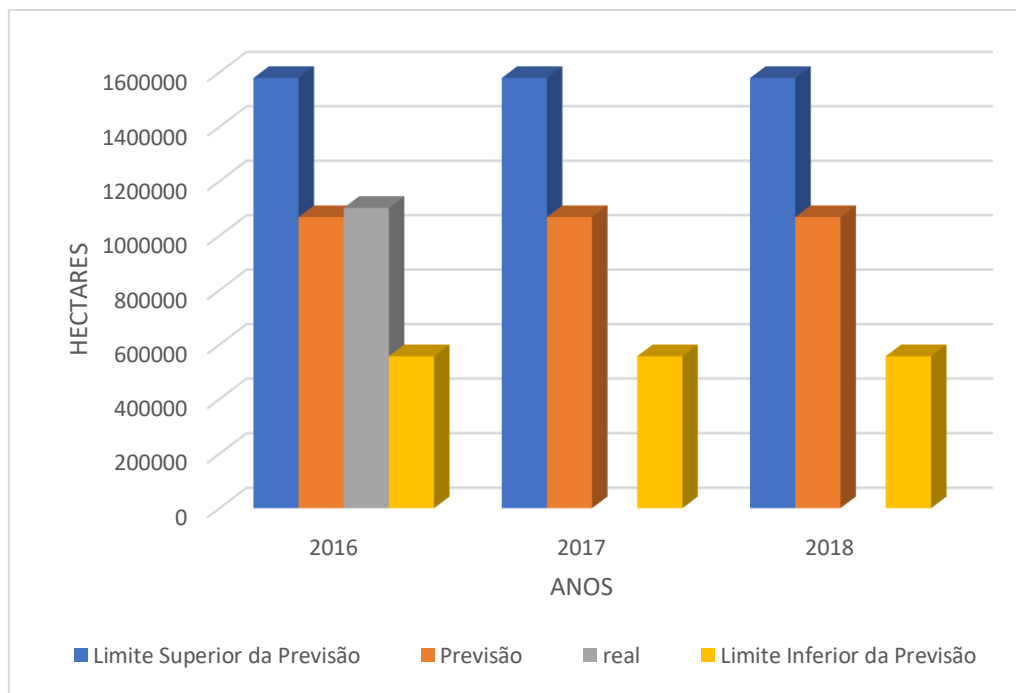


Figura 14 - Previsão de área plantada X real
Fonte: Autoria Própria

Através da Figura 14, é notável que os valores previstos estão bem próximos do valor real da área plantada, os valores previstos não ultrapassaram os limites inferiores e superiores confirmando que o modelo escolhido foi eficaz para a previsão, percebe-se que como o modelo apresenta dados estacionários, apesar de diminuir ou aumentar os dados de um ano para o outro, a tendência da área de plantio e da produção se mantem constantes ao longo dos anos dentro dos limites de previsão, portanto, para casos como este onde os dados são anuais é importante que a previsão seja feita novamente a cada ano, pois cada ano que se passa novos dados reais surgem, e se a previsão for realizada anualmente maiores são as chances de se aproximar da realidade total de área plantada para cada ano.

5.1.3 ANÁLISE ESTÁTISTICA E PREVISÃO DE ÁREA COLHIDA

5.1.3.1 Análise Descritiva da Área Colhida

Como no item 5.1.2.1, os dados de hectares de área colhida do trigo no Estado do Paraná foram coletados da base de dados do IBGE, para posteriormente serem agrupados e retirado informações importantes para realizar a análise estatística dos mesmos.

No Anexo B, é possível ver os dados de área colhida, em hectares, do grão de trigo da lavoura temporária no estado do Paraná, os dados são dos anos de 1990 até 2015.

Com base nos dados do Anexo B, realizou-se uma análise descritiva, esta que por sua vez é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Análise Descritiva dos dados de área colhida do trigo no Estado do Paraná

Área Colhida em Hectares	
Média	1.009.110
Mediana	1.056.690
Mínimo	489.920
Máximo	1.388.111
Desvio Padrão	253.920
Coefficiente de Variação	0,251627
Amplitude	898.191

Fonte: Autoria Própria

Com base na Tabela 6, é perceptível que as medidas de tendência central estão relativamente próximas. Porém, com a análise das medidas de variabilidade, é perceptível a variabilidade dos dados, onde: a amplitude da amostra é de 898.191, o desvio padrão dos dados é de 253.920, e o coeficiente de variação, se considerado a classificação de Fogo (2004) apresenta-se médio (0,251627).

Na Figura 15 é possível visualizar a representação gráfica do conjunto de dados através do Histograma e do Box-plot.

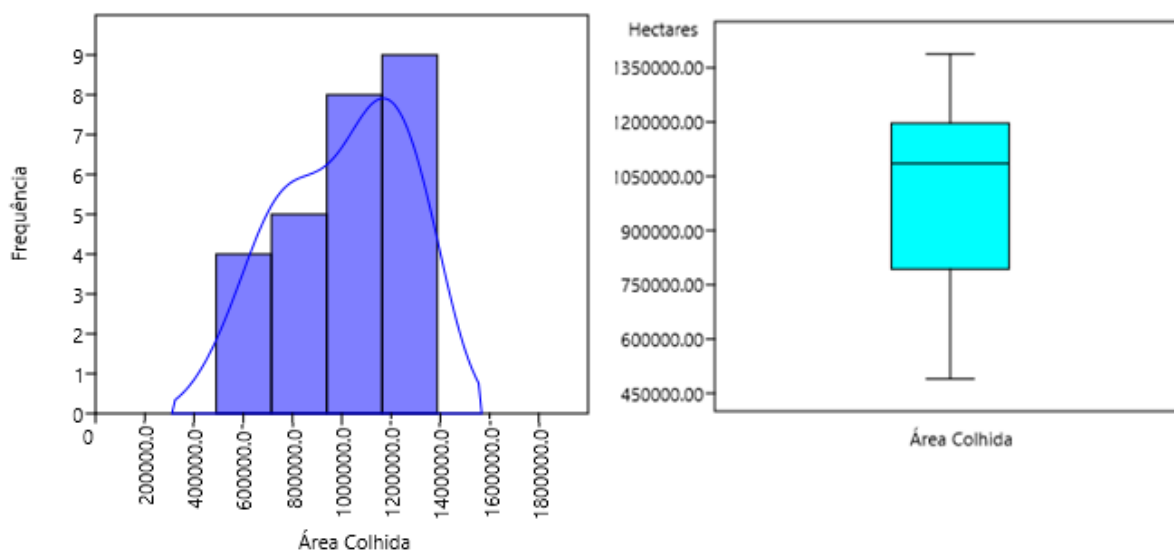


Figura 15 - Histograma com curva de distribuição normal e Box-plot dos dados de área colhida do trigo no Paraná
Fonte: Autoria Própria

É possível ver através da Figura 15 que o Histograma sobreposto por uma curva normal e o Box-plot apresentam-se assimétricos.

Analisando o Histograma percebe-se que a assimetria do gráfico está localizada no lado esquerdo, e através do Box-plot percebe-se que a assimetria se encontra na parte inferior, portanto existem dados discrepantes com valores menores, isto explica o fato do valor da média ser menor que o da mediana.

Em nenhum dos gráficos de Box-plot aqui apresentados foram observadas presenças de outliers, ou seja, não tiveram dados atípicos com grandes afastamentos dos demais dados da série.

5.1.3.2 Escolha do Método Adequado para os Área colhida

Os dados brutos coletados foram plotados em um gráfico, objetivando a identificação de métodos que se adequem melhor ao comportamento da série de dados.

A plotagem desses dados de área colhida do trigo no estado do Paraná, pode ser visualizado na Figura 16.

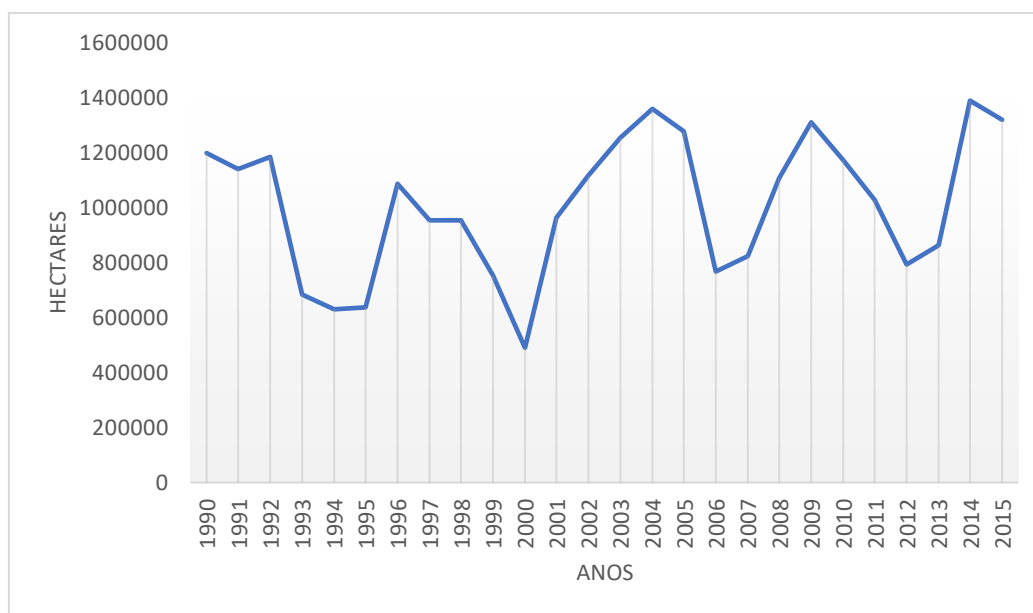


Figura 16 - Gráfico do dados de área colhida do trigo referente aos anos de 1990 a 2014.

Fonte: Autoria Própria

Assim como na Figura 13, ao ser analisado o gráfico, percebe-se ciclos de variação no de área colhida do trigo ao longo dos anos, ausência tendências de crescimento ou declínio de área colhida, e também ausência de sazonalidade.

A Figura 17 apresenta uma comparação de área plantada com a área colhida ao longo dos anos.

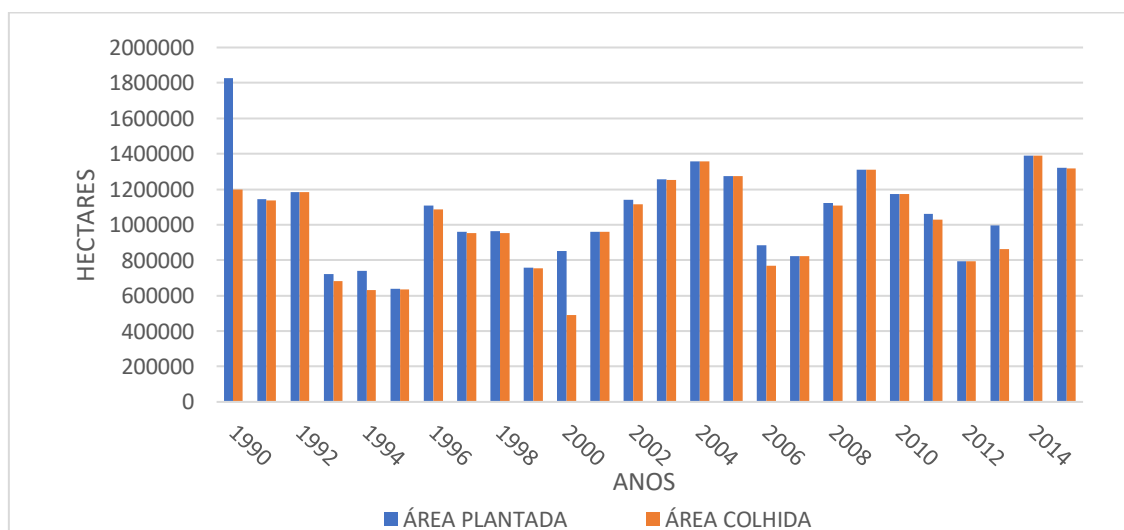


Figura 17 - Gráfico do dados de área colhida X área plantada do trigo referente aos anos de 1990 a 2014.

Fonte: Autoria Própria

Por meio desse gráfico, é possível identificar que praticamente toda a área plantada ao longo dos anos foram colhidas, com algumas exceções mais relevantes nos anos de 1990, 1994, 2000, 2006 e 2013. É possível ver também que os maiores registros de área colhida ocorreu no ano de 2004.

Segundo a Fundação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP (2011) o grande potencial produtivo da cultura de trigo está diretamente ligado as práticas de manejos e tecnologias aplicadas no cultivo do trigo. Algumas práticas como: tratamento da semente correto; densidade de semeadura correta; espaçamento; profundidade da semeadura; rotação de culturas; análise do solo; e calagem, aumentam as chances de uma colheita desejável.

Com a observação dessas características, os métodos escolhidos para a previsão do modelo, assim como para área plantada, são os métodos de suavização exponencial.

O modelo foi escolhido pelo software Action Stat apresentou nível multiplicativo, tendência ausente e sazonalidade ausente.

5.1.3.3 Previsão Utilizando o Método Escolhido

Para área plantada, o método escolhido foi o mesmo que área colhida, devido a semelhança dos dados. As previsões foram geradas considerando α (0,0001), β (0), γ (0), como mostra a Tabela 7.

Tabela 7 - Constantes de suavização utilizadas para gerar as previsões de áreas colhidas do trigo para o Estado do Paraná

Constantes da Suavização	
Nível	0,000100032
Tendência	0
Sazonalidade	0
Amortecimento	0

Fonte: Autoria Própria

O valor de α indica uma mínima variação de nível, os valores de β e γ indicam que não existe variação de tendência e sazonalidade.

As previsões realizadas das áreas colhidas foram comparadas com os dados reais para identificar a confiabilidade do modelo, portanto, foram coletados dados reais do ano de 2016 diretamente da base de dados do IBGE. Essa comparação é apresentada na Figura 18.

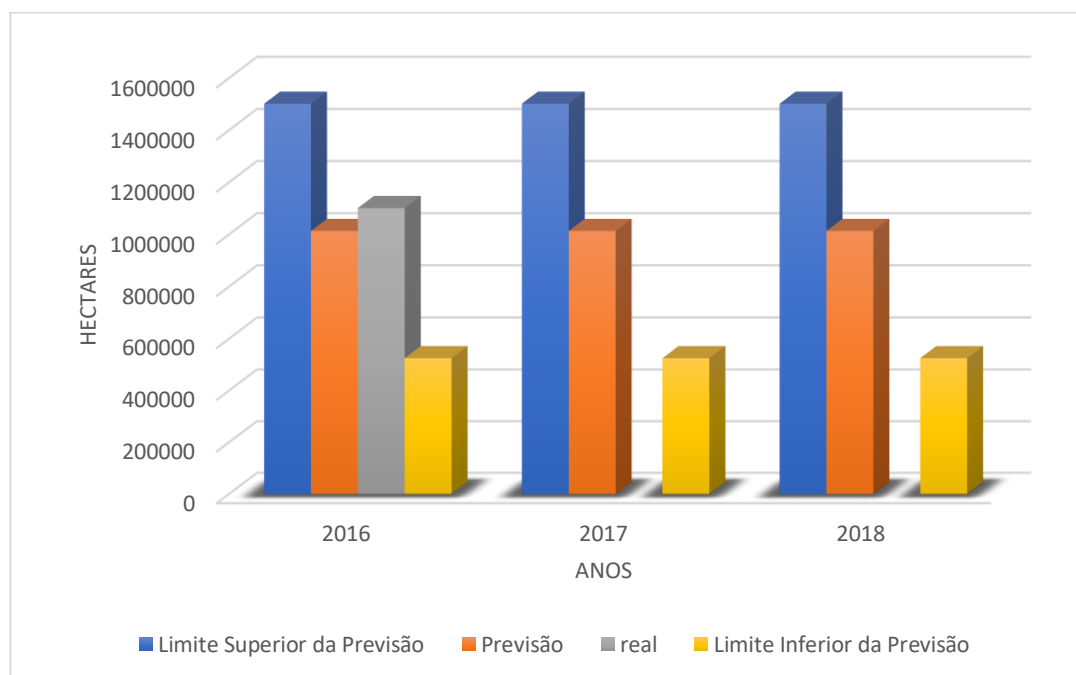


Figura 18 - Previsão de área colhida X real
Fonte: Autoria Própria

Como visto na análise descritiva dos dados e na escolha do método de previsão para área plantada e área colhida, os dados se apresentavam semelhantes, ou seja, praticamente foi colhido toda a área plantada ao longo dos anos.

Os valores previstos e o valor real para o ano de 2016 de área colhida estão bem próximos, essa previsão não ultrapassa os limites inferiores e superiores da previsão, sendo assim, este modelo é eficaz para esta previsão.

Como no modelo proposto para área plantada, este de área colhida apresenta dados estacionários, apesar de diminuir ou aumentar os dados de um

ano para o outro, a tendência da área de colheita é se manter constante ao longo dos anos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para este trabalho foi proposto uma análise e avaliação estatística dos dados e previsão de preços praticados, área plantada e área colhida do grão de Trigo no estado do Paraná.

Quando realizada a previsão de demanda para os preços praticados, foi identificada a presença de ciclos de tendência na série de dados. Foi identificado que a variável preço possui grande variedade nos dados e também que o preço tem uma tendência de aumentar ao longo dos anos. Com os resultados obtidos na previsão dos preços praticados, percebeu-se que o modelo escolhido atendeu a expectativa da previsão, pois gerou resultados dentro dos limites inferiores e superiores de previsão.

A previsão de demanda para área plantada e área colhida tiveram resultados semelhantes, ou seja, pode-se concluir também que a maior parte das áreas que foram plantadas ao longo dos anos também foram colhidas, com exceções em alguns períodos em que ocorreram adversidades climáticas, e que causaram queda nas colheitas.

Nas séries de dados das áreas plantadas e colhidas foi identificada a presença de ciclos, porém com valores muito baixos, ausência de tendência e sazonalidade. A sazonalidade não estava presente na série devido ao fato dos dados serem coletados anualmente. Os dados apresentaram comportamento estacionário, a tendência de colheita e plantio é de se manter constante, como foi apresentado também nos gráficos para escolha do modelo de previsão.

Para casos como a previsão de área plantada e de área colhida, em que os dados quantitativos são anuais, recomenda-se que seja realizado uma previsão de demanda também anual, pois assim aumenta a confiabilidade do que se deseja prever.

O software Action Stat mostrou-se eficaz na realização de todas as previsões estatísticas que foram propostas, pois teve resultados dentro dos limites esperados.

Espera-se que os resultados encontrados nas previsões possam servir de auxílio para futuras decisões e estratégias do produtor, da agroindústria, ou do consumidor, pois para eles esse grão representa, respectivamente, sua venda, a venda de seus insumos, e a compra da farinha de trigo e seus derivados.

Visto que a produção de trigo apresentou um cenário de plantios e colheitas constantes ao longo do tempo e que o valor do trigo tem a tendência de crescer, este é um mercado promissor para o produtor. Quanto as indústrias que utilizam o trigo brasileiro como matéria prima, é recomendado a realização de um estudo sobre o mercado para identificar o que será viável ao longo dos anos, pois como a tendência de oferta é manter-se constantes, precisa ser identificado se o que é produzido será capaz de suprir o mercado consumidor no futuro.

REFERÊNCIAS

ABITRIGO, Associação Brasileira Da Indústria Do Trigo. **O que é o trigo?**. Disponível em:< <http://www.abitrigo.com.br/trigo.php>> Acesso em 23 de março. 2017.

ACTION STAT®. **O que é Action Stat?** Disponível em:< <http://www.portalaction.com.br/sobre-o-action>> Acesso em 11 de maio de 2017.

ANDERSON, David R; SWEENEY, Dennis J.; WILLIAMS, Thomas A. **Estatística aplicada à administração e economia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

ANDRADE, C. H. C. **Manual de introdução ao pacote econométrico gretl**. Rio Grande do Sul, 2013.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARBETTA, Pedro A.; REIS, Marcelo M.; BORNIA, Antonio C. **Estatística para cursos de engenharia e informática**. São Paulo: Atlas, 2012.

BECKER, M. H. **Modelos para previsões em séries temporais: uma aplicação para a taxa de desemprego na região metropolitana de porto alegre**. Porto Alegre - RS, 2010.

BITERNCURT, Wanderci A.; PEREIRA, Nadia C.; JUNIOR, Luiz G.; REIS, Ricardo Pereira R.; CALEGARIO, Cristina L. **Um estudo econométrico da base da commodity café a partir do índices ESALQ e preço futuro BM&F**. Lavras, Minas Gerais, 2005.

BOUZADA, M. A. C. **Aprendendo Decomposição Clássica: Tutorial para um Método de Análise de Séries Temporais**. TAC, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, art. 1, pp. 1-18, Jan./Jun. 2012

CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **o PIB do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>> Acesso em 11 de abril de 2017.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira**. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf> Acesso em 5 de maio de 2017.

_____, Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do trigo**.

Organizador Paulo Magno Rabelo. – Brasília: Conab, 2013. Disponível em:

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_03_16_09_46_a_cultura_do_trigo_versao_digital_nova_logo.pdf. Acesso em: Maio, 2017.

Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjuntura semanal do trigo**.

Organizadores Aroldo Antonio de Oliveira Neto e Candice Mello Romero Santos. – Brasília: Conab, 2013. 218 p. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_10_09_11_25_53_trigo3009a041013.pdf> Acesso em: out, 2017.

CORDEIRO, E. L. **Pesquisa operacional**: modelagem matemática na tomada de decisão de ações administrativas. Revista São Luis Orione, v. 1, n. 3, p.113-122, jan./dez. 2009.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da Produção**. São Paulo: ATLAS. 2010.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Atlas, 2012.

CRESPO, A. A. Estatística Fácil. 19ª Edição. São Paulo: Saraiva, 2009.

DE FEIJOO, A. M. L. C. **Medidas de dispersão**. In: A pesquisa e a estatística na psicologia e na educação [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010, pp. 23-27. ISBN: 978-85-7982-048-9. Disponível em < <http://books.scielo.org/id/yvnmwq/pdf/fejoo-9788579820489-06.pdf>> acesso em 02 de out. 2017.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **História do trigo no Brasil**. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/trigo1> > Acesso em 23 de març. 2017.

FAEP, Fundação da Agricultura do Estado do Paraná. **Técnicas para a Produção de Trigo no Paraná**. 2011. Disponível em: <[http://www.fiepr.org.br/sindicatos/sinditrigo/uploadAddress/Cartilha-Trigo\[31702\].pdf](http://www.fiepr.org.br/sindicatos/sinditrigo/uploadAddress/Cartilha-Trigo[31702].pdf)> Acesso em 01 de out. 2017.

FERNANDES, Flavio C. F.; FILHO, Moacir G. **Planejamento e controle da produção**. 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 out. 2017.

FOGO, J. C. **Classificação do coeficiente de variação**, 2014. Acesso em: <http://www.ufscar.br/jcfogo/EACH/Arquivos/Classif_CV.pdf> 01 de out. 2017.

FUSCO, José Paulo A.; SACOMANO, José B. **Operações e gestão estratégica da produção**. São Paulo: Arte & Ciência, 2007.

GGN – O Jornal de todos os Brasis. Disponível em: <<http://jornalggn.com.br/blog/luisnassif/a-importancia-do-trigo-para-a-economia-brasileira>>. Acesso em: Junho, 2017.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

HYNDMAN, Rob; ATHANASOPOULOS, George. **Forecasting: princípios and practice**. O Texts, 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Produtos da lavoura temporária**. 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/webcart/tabelas.php>> Acesso em 11 de abril de 2017.

KAUARK, Fabiana; MANHÃES, Fernanda C.; MEDEIROS, Carlos H. **Metodologia da Pesquisa: Guia Prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KRAJEWSKI, Lee J.; RITSMAN Larry P.; MALHOTRA Manoj K. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo, 2009.

LUSTOSA, Leonardo *et. al.* **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MIURA, F. S.; SCHIMDT, C. A. P.; BASSETO, A. L. C.; SANTOS, J. A. A.; TAN, J. **Previsão de demanda por métodos estatísticos em uma indústria alimentícia do oeste do paraná**. CONTECC, Foz do Iguaçu – PR, 2016.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. Rio de Janeiro: Gen LTC. 2012.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operação**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MORRIS, Michael H.; MORRIS, Gene. **Política de Preços em um Mercado Competitivo e Inflacionado**. São Paulo: Makron Books, 1994.

PRONADOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Rio Grande do Sul: FEEVALE, 2013.

REIS, E. A.; REIS, I. A. **Análise descritiva de dados Síntese numérica. Relatório Técnico, RTO**. 2002. Disponível em: <
<ftp://ftp.est.ufmg.br/pub/rts/rte0202.pdf>> Acessado em: 01 out. 2017.

SOUZA Almir F.; ROJO Claudio A. **Análise de investimentos por simulação de cenários baseada em variáveis críticas qualitativas compiladas com lógica fuzzy**. Revista CAP, v.4, n.04, p.118-126, 2010.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. 3ª Edição. São Paulo: Pearson Makron Books, 2009.

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

WESSA NET. **O que é Wessa Net?**. Disponível em:< <http://www.wessa.net/>>
Acesso em 11 de maio de 2017.

ANEXO A – DADOS DE PREÇOS PRATICADOS PARA O ESTADO DO PARANÁ

Anos	MESES											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2004	0	432,882	453,593	532,258	563,862	568,680	509,720	448,211	402,724	385,266	371,595	353,515
2005	349,903	342,276	407,552	444,939	413,648	382,942	372,330	363,860	334,975	321,787	331,467	350,170
2006	356,921	353,075	346,459	339,921	342,410	365,861	379,882	391,713	410,934	494,317	510,715	483,094
2007	475,491	465,412	464,802	479,237	496,782	495,610	504,905	559,828	627,849	609,094	565,421	592,402
2008	636,816	662,957	734,978	774,101	768,158	735,877	680,981	545,467	492,681	488,662	472,227	457,365
2009	500,970	537,967	525,668	515,260	514,944	514,659	506,936	477,420	464,930	464,028	463,396	452,215
2010	436,630	427,428	423,910	416,970	414,760	414,618	406,437	430,205	463,660	457,939	446,363	447,327
2011	457,811	473,888	493,587	499,395	496,198	493,176	488,187	480,214	480,919	474,277	458,684	447,716
2012	440,544	447,636	460,688	472,407	486,871	503,053	515,989	568,475	617,236	622,263	648,131	714,778
2013	765,238	755,781	736,772	712,250	726,008	793,938	884,484	957,176	971,960	898,627	797,534	757,385
2014	764,483	764,487	795,352	836,265	821,065	779,235	690,325	587,707	523,784	530,966	545,572	545,266
2015	564,073	569,384	607,448	679,512	672,481	656,062	643,423	649,985	659,344	710,918	727,485	727,077
2016	735,238	747,611	761,427	767,549	791,803	893,775	904,208	860,817	706,765	634,195	626,028	622,100

Fonte: CEPEA (2017)

ANEXO B – DADOS DE ÁREA PLANTADA E COLHIDA PARA O ESTADO DO PARANÁ

Variável = Área Plantada (Hectares)													
Produto das lavouras temporárias = Trigo (em grão)													
Ano	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Paraná	1826626	1144471	1183143	722504	739824	639828	1107079	959714	963100	755828	850633	961649	1142078
Ano	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Paraná	1255216	1358692	1275869	885163	821789	1123807	1308792	1172820	1062543	793448	997656	1388388	1320984
Variável = Área Colhida (Hectares)													
Produto das lavouras temporárias = Trigo (em grão)													
Ano	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Paraná	1197149	1138302	1183143	683390	630314	636516	1085444	954269	952047	753513	489920	961649	1115455
Ano	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Paraná	1254125	1358692	1275869	767566	821789	1106396	1308792	1172820	1027936	793448	862000	1388111	1318214

Fonte: IBGE (2017)