

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

**MÁRIO SÉRGIO MACHADO SPEROTTO**

**ANÁLISE DA SÉRIE DE PREÇOS DO INDICADOR DE MILHO  
ESALQ/BM&FBOVESPA – MÉTODO ARIMA**

**Porto Alegre**

**2017**

**MÁRIO SÉRGIO MACHADO SPEROTTO**

**ANÁLISE DA SÉRIE DE PREÇOS DO INDICADOR DE MILHO  
ESALQ/BM&FBOVESPA – MÉTODO ARIMA**

Trabalho de diplomação do Curso de  
Graduação em Ciências Econômicas  
da Faculdade de Ciências Econômicas  
da UFRGS.

Orientador: Prof. Dr. Glauco Schultz

**Porto Alegre**

**2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
BIBLIOTECA GLÁDIS WIEBBELLING DO AMARAL**

**DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO**

CIP - Catalogação na Publicação

Machado Sperotto, Mário Sérgio  
Análise da série de preços do indicador de milho  
ESALQ/BM&FBovespa - Método ARIMA / Mário Sérgio  
Machado Sperotto. -- 2017.  
62 f.  
Orientador: Glauco Schultz.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade  
de Ciências Econômicas, Curso de Ciências Econômicas,  
Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. Milho. 2. Séries Temporais. 3. Método Arima.  
4. Agricultura. 5. Exportação. I. Schultz, Glauco,  
orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**MÁRIO SÉRGIO MACHADO SPEROTTO**

**ANÁLISE DA SÉRIE DE PREÇOS DO INDICADOR DE MILHO  
ESALQ/BM&FBOVESPA – MÉTODO ARIMA**

Trabalho de diplomação do Curso de  
Graduação em Ciências Econômicas da  
Faculdade de Ciências Econômicas da  
UFRGS.

Aprovada em: Porto Alegre, 21 de dezembro de 2017.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Glauco Schultz  
UFRGS

---

Prof. Dr. Leonardo Xavier da Silva  
UFRGS

---

Prof. Me. Antonio da Luz  
FARSUL

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço aos meus pais, Sérgio e Cleni Sperotto pelo apoio sempre e cuja paixão pelo meio rural me inspira. A minha tia Ivani Sperotto pelo acolhimento. A minha namorada Carol Wobeto pelo incondicional companheirismo e incentivo.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul por todo conhecimento proporcionado ao longo do curso. A todos os meus professores, motivos de muita inspiração. E, em especial ao meu orientador Glauco Schultz, pela auxílio e dedicação na elaboração deste trabalho. Aos admiráveis membros banca Leonardo Xavier e Antonio da Luz, por terem aceito o convite.

Aos meus colegas de trabalho, Roberto Tugores, Rochele Copetti, Luiz Henrique Flores, Marcelo Alves, Gilberto Gelatti, Anderson Rocha e Ana Paula Pesce pelo companheirismo e oportunidade de aprendizado diário.

Aos meus grandes amigos Leandro Paz, Paulo Chiarelli e Wagner Andrade com os quais tive a imensa oportunidade de ser apresentado ao Mercado Futuro.

Ao meu grande mestre Leonel Karam por seus incontáveis ensinamentos.

Ao colega Jayme Anchante, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho de conclusão. À colega Steici Santos, cujo apoio durante o curso foi fundamental.

*Addeparum parvo magnus acervo erit.*

De grão em grão, a galinha enche o papo.

(Provérbio Latim)

## RESUMO

O milho é um cereal de grande importância econômica no Brasil e no mundo. É o principal cereal cultivado no mundo, com uma produção anual de quase um bilhão de toneladas. Sendo os Estados Unidos, China e Brasil os principais produtores mundiais respectivamente. E, juntos com a União Européia, os principais consumidores. A principal utilização do milho é na alimentação animal, com destaque para os rebanhos de suínos e frangos. O milho ainda é utilizado na fabricação de etanol, na alimentação humana e na indústria. Das cerca de 80 milhões de toneladas de milho produzidas anualmente no Brasil, o estado destaque em termos de produção é o Mato Grosso, com 18 milhões de toneladas, e os principais consumidores concentrados nos estados do sul do país. O milho é o segundo cereal mais exportado do Brasil, com um volume acima de 20 milhões de toneladas exportadas anualmente, ficando atrás apenas da soja. Os principais portos de exportação são Santos e Paranaguá. Com preços oscilando conforme pressupostos clássicos de oferta e demanda, podem ter influências de clima, comércio internacional, preços de outras *commodities*, renda, inflação, taxas de câmbio, subsídios e políticas públicas, bem como apresentar tendência e sazonalidade. A partir da importância do cereal e dos aspectos relacionados à movimentação de preços, busca-se desenvolver um estudo capaz de explicar a movimentação dos preços Mensais do Indicador de Preços do Milho ESALQ/BM&FBovespa a partir da modelagem ARIMA. Para essa modelagem foi utilizado o software estatístico Gretl. O modelo encontrado foi um AR de ordem 2.

**Palavras-chaves:** Milho. Produção e comércio de milho. Modelagem ARIMA.

## ABSTRACT

Economically, corn is a highly valued grain in Brazil and worldwide. It is the main cultivated grain in the world, amounting to a total production of nearly 1 billion tons per year. USA, China and Brazil are, in that order, the world's top corn producers, being also considered, along with the European Union, the main consumer market. Corn uses is mainly for animal feeding, with emphasis on herds of swine and chickens. In addition, the grain is used in ethanol production, the food industry and industry in general. Mato Grosso is the Brazilian state that excels in the field, which produces about 18 million tons of corn out of the whole 80 million the country produces each year –of which Southern Brazil is the main consumer market. Corn is Brazil's second most exported product (totaling over 20 million tons per year are for exportation), soybean remaining its top export commodity. Santos and Paranaguá are the country's chief seaports. Price rates for corn oscillate according to the classic supply and demand principles, therefore being potentially influenced by weather conditions, international trade, other commodities' prices, rent, inflation, exchange rates, subsidies and public policies, as well as exhibiting trend and seasonality. Given both the grain's importance and its price movement-related aspects, this work is aimed to develop a study able to explain the monthly price movement in the Corn Price Indicator ESALQ/BM&FBovespa by using the ARIMA model. For this model, the Gretl statistical software was used. The model found was an AR of order 2.

**Keywords:** Corn. Corn farming and trade. ARIMA model.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Produção mundial de Milho em 2014 em toneladas métricas.....	31
Figura 2 - Importação Milho por país em 2013 em dólar.....	32
Figura 3 - Exportação de Milho por país em 2013 em dólar.....	32
Figura 4 - As partes do grão de milho.....	34
Figura 5 - Ciclo de negócios do milho.....	35
Figura 6 - Calendário Agrícola de Milho e Soja no Brasil.....	38

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Série Histórica do Indicador do Preço em Reais do Milho ESALQ/BM&Bovespa.....	15
Gráfico 2 - Exemplo de série com sazonalidade anual.....	21
Gráfico 3 - Exemplo de série temporal estacionária.....	22
Gráfico 4 - Série temporal não estacionária.....	23
Gráfico 5 - Produção de milho no Brasil em mil de toneladas. *Estimativa.....	37
Gráfico 6 - Produção de milho 1ª e 2ª safras em mil toneladas. *Estimativa.....	39
Gráfico 7 - Área cultivada de milho no Brasil 1ª e 2ª safra em mil há. *Estimativa.....	39
Gráfico 8 - Comparativo entre área cultivada de Soja e Milho 1ª e 2ª safras. *Estimativa	40
Gráfico 9 - Produtividade do Milho no Brasil 1ª, 2ª safra e total, em kg/ha.....	41
Gráfico 10 - Produtividade de milho em kg/ha nas regiões Centro-oeste, Sudeste e Sul....	42
Gráfico 11 - Exportação Via Marítima por estado de 1997 a 2016, em mil toneladas.....	45
Gráfico 12 - Participação de cada Porto na exportação marítima de milho no Brasil.....	47
Gráfico 13 - Gráfico da série mensal do indicador do milho ESALQ/BM&FBovespa.....	50
Gráfico 14 - Saída do Gretl da regressão da variável avistars em constante e 12 variáveis dummys sazonais.....	51
Gráfico 17 - Saída do Gretl da regressão da variável uhat2 em constantes e dummys sazonais.....	53
Gráfico 18 - Correlograma e Fator de Correlação Parcial da serie uhat2.....	54
Gráfico 19 - Modelo AR(2) da serie série mensal do indicador de Preço do Milho ESALQ/BM&FBovespa.....	55
Gráfico 20 - Valores ajustados e efetivos do modelo da série avistars no tempo.....	56
Gráfico 21 - Resíduos dos valores ajustados e efetivos de avistars no tempo.....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - World Corn Supply and Use. Oferta e Demanda Mundial de Milho em milhões de toneladas métricas.....	30
Tabela 2 – Produção anual de milho por UF na safra 2016/2017.....	36
Tabela 3 - Consumo Animal de milho em mil kg.....	42
Tabela 4 - Consumo de milho por estado em mil kg.....	43
Tabela 5 - Países destinatários das exportações de milho do Brasil de 1997 a 2016.....	44
Tabela 6 - Vias de exportação do milho Brasileiro de 1997 a 2016 em kg.....	45
Tabela 7 - Volume em kg de milho exportado por portos Brasileiros.....	46
Tabela 8 - Distância de algumas das principais cidades produtoras de milho no Brasil até o Porto de Santos.....	47
Tabela 9 - Distância de algumas das principais cidades produtoras de milho no Brasil até o Porto de Santos.....	48
Tabela 10 - Origem das importações de milho do Brasil de 1997 a 2016 em kg.....	49
Tabela 11 - Via de importação de milho do Brasil de 1997 a 2016 em kg.....	49
Tabela 12 - Resultado dos modelos testados.....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average
BM&F	Bolsa Brasileira de Mercadorias e Futuros
CBOT	Chicago Board of Trade
CDI	Certificado de Depósito Interbancário
CEPEA	Centro de Estudos e Pesquisas em Economia Aplicada
CETIP	Central de Custódia e Liquidação Financeira de Títulos Privados
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DI	Depósito Interbancário
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
SECEX	Secretária de Comércio Exterior
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e Custódia
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

## SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	131
1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVOS .....	13
1.2 Justificativa .....	13
2 METODOLOGIA.....	13
2.1 SÉRIE DE PREÇO CEPEA/ESALQ .....	14
2.1.1 Metodologia e cálculo do indicador .....	16
2.1.2 Praças e Regiões .....	17
2.1.3 Processo da coleta e Formulação do indicador.....	17
2.2 MODELAGEM DE SÉRIES TEMPORAIS .....	19
2.2.1 Pressupostos do modelo ARIMA .....	20
2.2.2 Método de modelagem ARIMA para séries temporais .....	24
3 O MILHO: COMERCIALIZAÇÃO E OFERTA E DEMANDA NACIONAL E INTERNACIONAL .....	30
3.1 DEFINIÇÃO <i>COMMODITY</i> .....	30
3.2 MILHO NO CONTEXTO MUNDIAL .....	31
3.3 PADRÃO DO MILHO COMERCIALIZADO .....	34
3.4 CICLO DE NEGÓCIOS DO MILHO .....	35
3.5 PRODUÇÃO DE MILHO NO BRASIL .....	36
3.5.1 Evolução da primeira e segunda.....	38
3.5.2 Produtividade.....	41
3.6 DEMANDA DE MILHO NO BRASIL.....	43
3.7 EXPORTAÇÃO DE MILHO NO BRASIL .....	44
3.7.1 Vias de exportação.....	46
3.8 IMPORTAÇÃO DE MILHO NO BRASIL.....	49
4 MODELAGEM ARIMADA SÉRIE DO INDICADOR DO PREÇO DO MILHO ESAL/BM&F .....	51
5 CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS .....	14

## 1 INTRODUÇÃO

O milho é um dos principais cereais produzidos mundialmente. Estimativas do USDA de março de 2016 apontam uma produção global de 969,6 milhões de toneladas na temporada. Sendo a produção brasileira estimada em 84,00 milhões de toneladas, ficando em terceiro lugar no ranking mundial, logo atrás dos Estados Unidos com 345,5 milhões de toneladas e China com 224,6 milhões de toneladas (USDA, março 2016).

Já no que diz respeito ao consumo, o Brasil aparece em quarto lugar com 58,00 milhões de toneladas. Comparativamente, Estados Unidos aparecem em primeiro lugar com 302,1 milhões de toneladas, China em segundo com 216,00 milhões de toneladas e União Europeia em terceiro com 76,00 milhões de toneladas (USDA, março 2016).

Diante da importância desse cereal no Brasil e no mundo, faz-se necessário os mais variados estudos. Sejam com os que tratem dos aspectos biológicos e agrônômicos, ou mesmo sociais e econômicos relacionados ao milho. Não apenas para que os agentes participantes do mercado tomem suas decisões de investimento, produção, consumo como também para determinação de políticas públicas voltadas ao setor produtivo, comercial e consumidor. Sejam investimentos públicos ou privados em infraestrutura, estradas, hidrovias, ferrovias, portos, irrigação, armazenagem, liberação ou tomada de crédito para produção e consumo.

Dessa maneira, o presente trabalho busca desenvolver um Modelo Auto-Regressivo, Integrado e de Médias Móveis (ARIMA na sigla em inglês), para explicar a movimentação mensal do Indicador de Preços do Milho ESALQ/BM&FBovespa. Modelo esse que pode contribuir aos agentes produtores, consumidores, poder público ou entidades na tomada de decisão no momento produzir, consumir, negociar ou promover investimentos direta ou indiretamente relacionado ao milho.

O trabalho será dividido em cinco partes: primeiro será feita uma introdução do trabalho; após apresentamos a metodologia desenvolvida; no capítulo três será visto a produção, consumo, demanda e comércio exterior do milho no Brasil e no mundo; após, será feita a análise ARIMA de séries temporais da série mensal do Indicador de Preços Do Milho ESALQ/BM&FBovespa; e, por último, a conclusão e determinação do modelo ARIMA para explicar a série.

## 1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho busca desenvolver um modelo autoregressivo capaz de explicar a movimentação do preço do Indicador de Preços ESALQ/BM&FBovespa. Para isso, primeiramente, será contextualizado o milho no Brasil, analisando quantitativamente sua produção, consumo e comércio exterior. Posteriormente utilizar a será feita uma análise relativo à presença de sazonalidade, tendência e estacionariedade nessa série do indicador.

## 1.2 Justificativa

O estudo quantitativo do milho justifica-se para explorar sua importância dentro da economia brasileira. O estudo da série de preços do Indicador serve para verificar as características da série, como esse indicador se movimenta e quais os fatores endógenos a própria série que a influenciam ou não. Bem como o desenvolvimento de um modelo pode ser de utilidade para produtores, cooperativas, consumidores, investidores, exportadores, instituições financeiras e demais participantes do mercado físico e futuro de milho. Já que esse modelo pode ser útil para tomada de decisões relativas à movimentação do preço do milho.

## 2 METODOLOGIA

Primeiramente, será feita uma coleta de dados relativos à produção a nível nacional e estadual que foram obtidos no site da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB no endereço eletrônico <http://www.conab.gov.br> na opção Produtos e Serviços - Séries Históricas, na qual é possível selecionar o produto desejado e fazer o *download* do arquivo em formato de planilha de Excel na extensão “.xls”. Dados relativos à exportação e importação nacional foram obtidos no Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio - MDIC, através do sistema de informação Alice Web, da Secretária de Comércio Exterior, no endereço eletrônico <http://aliceweb.mdic.gov.br/>. Sistema esse em que, através de uma área logada, é possível fazer o *download* de diversos dados relativos ao comércio exterior do Brasil. Dados relativos à produção, consumo e comércio mundial foram obtidos no USDA, através da consulta de relatórios divulgados mensalmente no endereço eletrônico

<https://www.usda.gov/>. Outras fontes como IBGE, associações, consultorias privadas e outros trabalhos acadêmicos também foram usadas para coletas de dados.

A série histórica mensal do Indicador de Preços ESALQ/BM&FBovespa, objeto de estudo da modelagem estatística, foi obtida no site CEPEA/ESALQ-USP, no endereço eletrônico <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx>, através de *download* no formato de planilha de Excel, acessado em 15 de setembro de 2017. Logo abaixo na seção 2.1 será apresentado a metodologia da formulação do indicador, obtida via manual no site do CEPEA. O indicador é elaborado diariamente em dias úteis, no entanto, para formulação do modelo ARIMA, utilizou-se uma média aritmética simples mensal do indicador. O período de seleção da série mensal foi de janeiro de 2005 a dezembro de 2016, gerando 144 observações.

Para o processo de modelagem da série e formulação do modelo, utilizou-se o pacote estatístico Gretl, de livre distribuição, disponível para *download* gratuitamente no site: [gretl.sourceforge.net](http://gretl.sourceforge.net), acessado em 12 de junho de 2017. A série inicial não precisou passar por tratamento preliminar antes de ser importada ao software Gretl.

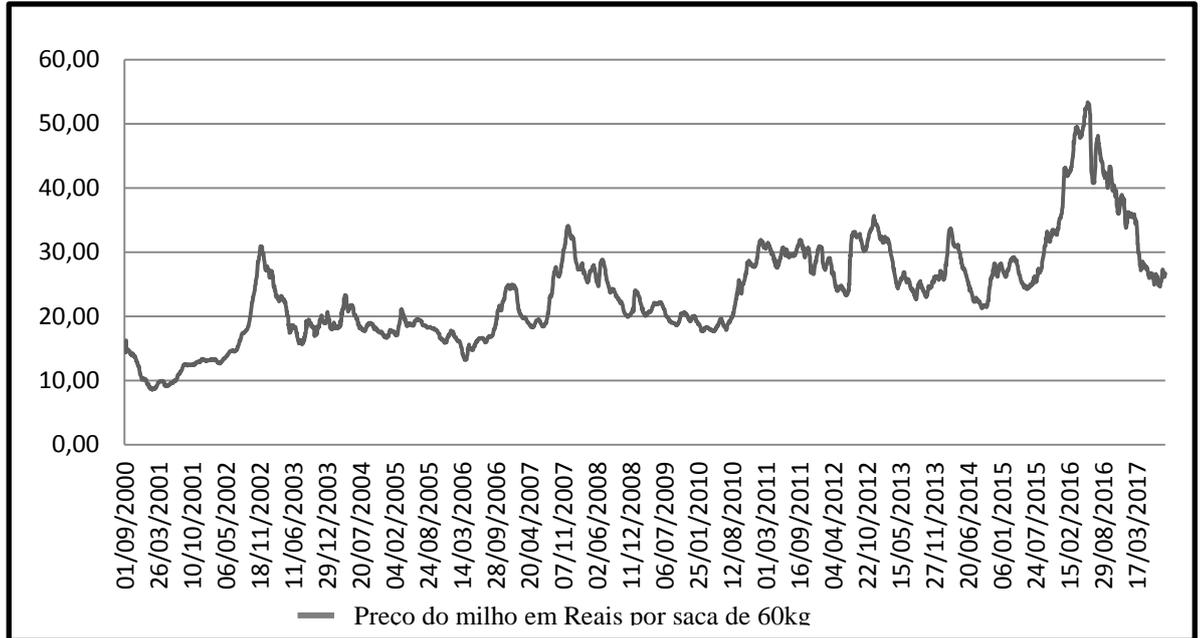
A modelagem da série temporal foi feita através do método ARIMA, seguindo a metodologia descrita a partir da seção 2.2.

## 2.1 SÉRIE DE PREÇO CEPEA/ESALQ

O Indicador de Preços de Milho ESALQ/BM&FBovespa da região de Campinas – SP é estimado diariamente pelo Centro de Estudos em Economia Aplicada (CEPEA), do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP). Ele serve como referência para negociação e liquidação financeira dos contratos futuros de milho negociados na BM&FBovespa. No presente estudo foi utilizada para análise uma série mensal, que é uma média aritmética da série diária, no período de janeiro de 2005 a dezembro de 2016, com 144 observações.

A série histórica diária está disponível via *download* no site do CEPEA/ESALQ e conta com informações desde 1º de setembro de 2000. Conforme gráfico abaixo.

**Gráfico 1 - Série Histórica do Indicador do Preço em Reais do Milho por saca de 60kg  
ESALQ/BM&Bovespa**



Fonte: CEPEA. Elaboração própria

Esse indicador é utilizado para liquidação financeira dos Contratos Futuros de Milho Negociados na BM&FBovespa que não tiveram suas posições encerradas até o último pregão de negociação de determinado vencimento (BM&FBovespa, 2008). Essas posições serão liquidados através do índice de preços mediante a realização de operações inversa (compra ou venda).

Para formulação do índice de preços de liquidação é considerado a seguinte equação:

$$PO_i = \frac{\sum_{t=(d-2)}^d IMILHO_t}{3}$$

Sendo que:

PO<sub>i</sub>= preço da operação relativa à liquidação por índice de preços, expresso em reais por saca;

IMILHO<sub>t</sub>= Indicador do Milho ESALQ/BM&FBovespa

d-2 = segundo dia útil anterior ao último dia de negociação;

d = data de vencimento do contrato e último dia de negociação.

Ou seja, é considerada uma média aritmética do Indicador do Milho ESALQ/BM&FBovespa do dia de vencimento e dos dois últimos dias anteriores ao dia de vencimento do contrato.

### 2.1.1 Metodologia e cálculo do indicador

O Indicador de Preços do Milho CEPEA ESALQ/BM&F Bovespa é baseado numa média aritmética dos preços do milho a nível de atacado, ou seja, do produto já beneficiado, (limpo e seco), e conforme divulgado pelo CEPEA (2017), segue o padrão:

milho amarelo, tipo 2, de odor e aspectos normais, em bom estado de conservação, livre de bagas de mamona e outras sementes prejudiciais e insetos vivos, duro ou semiduro, com umidade de até 14%, teor de impurezas máximo de 1% na peneira 3 mm, máximo de 6% de grãos ardidos ou brotados e livre de grãos mofados e até 12% de grãos quebrados, partidos ou chochos (conforme Portaria 845, de 8 de novembro de 1976, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e Portaria Complementar 11, de 12 de abril de 1996 – doc. referência), tudo em concordância com a descrição do produto negociado no Contrato Futuro de Milho na BVMF.

O preço é o valor em Reais pago em compras e vendas efetivadas ou ofertas de compras e vendas de milho originadas em qualquer região do país, posto na região de Campinas – SP, por saca de 60kg, sem contar Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Considera-se pagamento à vista. Como normalmente os negócios são feitos com pagamento a prazo, estes são convertidos a valor à vista considerando o prazo em dias corridos entre o fechando do negócio e o pagamento pela parte compradora, baseando-se na taxa diária do Certificado de Depósito Interbancário (CDI), divulgado diariamente pela Central de Custódia e de Liquidação Financeira de Títulos (CETIP).

Quando o milho é originado de outro estado, há incidência de ICMS. No entanto, esse tributo não é considerado no preço do milho. Dessa forma, o ICMS é descontado da seguinte maneira:

$$\text{valor sem ICMS} = (\text{valor com ICMS}) \times (1 - \text{ICMS})$$

Já a fórmula para conversão dos valores a prazos em valores à vista é dada por:

$$\text{valor a vista} = \frac{\text{valor a prazo}}{(1 + \text{CDI}_{\text{diária}})^{\text{Pr azadepagamento}}}$$

Vale ressaltar que são considerados não apenas os negócios realizados, mas também as ofertas de compra ou venda, ou seja, as intenções de nível de preços que os agentes relatam que comprariam ou venderiam o milho.

É divulgado ainda outro indicador no *site* do CEPEA, o Milho Base Campinas – SP, diferindo do Indicador do Milho ESALQ/BMF&FBovespa apenas por este ter o cálculo dos desconto referente a prazo de pagamento para o valor à vista baseado no CDI, enquanto aquele utiliza o desconto no prazo via Nota de Produtor Rural (NPR).

### **2.1.2 Praças e Regiões**

A equipe do CEPEA formula preços de diversas praças do Brasil, no entanto, para formação do preço do Indicador do Milho ESALQ/BM&FBovespa, são considerados os negócios com milho posto na região de Campinas – SP, que são as cidades de:

Campinas, Valinhos, Morungaba, Amparo, Predreira, Jaguariúna, Santo Antonio de Posse, Mogi-Mirim, Engenheiro Coelho, Arthur Nogueira, Holambra, Cosmópolis, Paulínia, Nova Odessa, Sumaré, Hortolândia, Americana, Santa Bárbara D'Oeste, Limeira, Cordeirópolis, Iracemápolis, Piracicaba, Saltinho, Rio das Pedras, Mombuca, Capivari, Monte Mor, Laranjal Paulista, Jumirim, Cerquillo, Tietê, Rafard, Boituva, Porto Feliz, Elias Fausto, Indaiatuba, Salto, Itu, Itupeva, Cabreúva, Jundiaí, Louveira, Itatiba e Vinhedo. (CEPEA, 2017)

Vale ressaltar que, embora o indicador refere-se a preços do milho posto região de Campinas, o produto pode ser originado em qualquer região do país. Bem como os agentes colaboradores consultados podem estar estabelecidos em outras praças.

### **2.1.3 Processo da coleta e Formulação do indicador**

Conforme CEPEA (2017), a coleta de dados se dá a partir de informações obtidas dos agentes colaboradores previamente cadastrados, sejam eles produtores, cooperativas, cerealistas, criadores, indústrias, *tradings*, corretores e demais participantes do mercado. A inclusão de um novo agente colaborador pode ser dar a partir de manifestação voluntária do mesmo, identificação da equipe do CEPEA, indicação de outros agentes colaboradores já participantes ou por instituições relacionadas, como associações e sindicatos. O contato com o

colaborador e o fornecimento de informações de sua parte pode ser diário ou não. É feita uma análise a cada sessenta dias do “Índice de Efetividade do Colaborador” dos colaboradores ativos, na qual é avaliada a frequência de ligações que o colaborador atende, que relata negociações e/ou ofertas. Nesse período é feita uma avaliação e opta-se pela manutenção ou exclusão do determinado colaborador da lista dos agentes colaboradores ativos.

O horário da coleta diária dos dados é das 9h às 17h, horário de Brasília – DF, onde são consultados os colaboradores via telefone, e os mesmos questionados sobre preços de negócios realizados, ofertas de compra e venda, valores nominais, prazos de pagamentos, regiões de negócios, incidência ou não ICMS, e demais informações que possam ser relevantes. Esses dados são registrados na chamada “Ficha de Ligação”, armazenados no Sistema Eletrônico do CEPEA e registrados nas opções de valor efetivo (quando o negócio é fechado), oferta de compra, oferta de venda ou valor nominal.

A amostragem se dá via contato aleatório a cada agente colaborador devidamente cadastrado, dentro de sua categoria, durante o horário de coleta diária. Caso o colaborador não seja alcançado na primeira tentativa, serão feitas até mais duas tentativas.

O Fechamento do Indicador acontece às 17h, após esse horário as informações recebem um tratamento estatístico, no qual retira-se os dados discrepantes da amostra, isto é, dados que passaram dois intervalos de desvios padrão da média em cada região; posteriormente calcula-se o coeficiente de variação da região de referência e compara-o com o valor crítico de 25% acima da média dos coeficientes de variação dos últimos 20 dias em que o indicador foi divulgado. Caso este seja igual ou abaixo dessa média, é feito o cálculo da média aritmética da amostra e obtém-se o indicador final. Caso contrário, calcula-se a média da amostra e subtrai-se o indicador do dia anterior; se a diferença absoluta entre essas médias for menor que o desvio padrão calculado no fechamento do indicador do dia anterior, então são excluídos os dados de valor mínimo e de valor máximo do intervalo de dois desvios padrão da média. Esse processo é repetido até que o coeficiente de variação satisfaça a igualdade ou inferioridade em relação ao valor crítico.

Caso a diferença entre as médias seja maior que um desvio padrão do indicador anterior, são mantidos os valores da amostra e calculada a média aritmética. Esse critério também é válido quando a quantidade de informações de preços relatadas é menor que 40% do número de colaboradores ativos.

O fechamento do Indicador a partir das 17h com os devidos tratamentos dos dados é finalizado às 18h. A divulgação do indicador é feita no site do CEPEA/ESALQ e na página na internet da BM&FBovespa após às 18h.

Embora a série seja diária, no trabalho foi utilizada a série Mensal do Indicador, que é a média aritmética dos preços diários do indicador. Essa série mensal do indicador do Preço do Milho ESALQ/BM&F (ANEXO 1), obtida através de *download* no site do CEPEA no formato de Excel (.xls) conta com uma coluna designando o mês no formato mês/ano, uma segunda coluna referindo o valor em reais por saca de 60kg daquele mês e uma terceira coluna referindo o preço em dólares por saca de 60kg. Como a análise será feita apenas em reais, a coluna com os valores expressos em dólar foi excluída.

## 2.2 MODELAGEM DE SÉRIES TEMPORAIS

Uma série temporal é um conjunto de elementos sequenciais ordenados através do tempo (MORETTIN, 1981, p. 1). Pode descrever, por exemplo, temperaturas máximas diárias em uma determinada cidade ao longo de um ano, vendas mensais de eletrodomésticos, cotação diária de determinado ativo na bolsa de valores, taxa de câmbio, produção de cereais ao longo de uma década, etc. Os estudos de séries temporais servem para analisar comportamentos, explicar e até prever acontecimentos. Para descrever essas séries são utilizados processos aleatórios.

Morettin (1981) considera, ainda, que uma série temporal pode conter como características: a tendência, que é um sentido que a série pode assumir durante certa passagem temporal; ciclo, que é um movimento ondulatório longo ao redor de uma média, tendendo a ser periódico; sazonalidade, movimento ondulatório curto, geralmente observado em séries diárias ou mensais, pode ser associado a variações climáticas, safras, comportamento do consumidor; e erro aleatório, que corresponde a uma variabilidade que não pode ser explicada no modelo.

Uma vez que é possível existir uma interdependência entre os elementos dessas séries, comumente modelos, uma das formas mais usuais para modelagem de séries temporais é o Modelo de Series Temporais Auto-regressivo, Integrado e de Médias Móveis (*autoregressive integrated moving average*, na sigla ARIMA em inglês). Ele consiste em desenvolver um modelo capaz de explicar o comportamento de uma série temporal e/ou prever observações

futuras que consideram apenas os próprios elementos da defasados da série e seus erros defasados e correntes pra explicá-la (MORAES & ALBUQUERQUE, 2006) , não considerando variáveis exógenas. O presente trabalho foca a utilização da modelagem ARIMA para explicar a movimentação da média mensal do Indicador de Preços do Milho ESALQ/BM&FBovespa. O modelo encontrado não serviu para fazer previsões, pois os erros encontrados apresentaram valores muito elevados em alguns pontos.

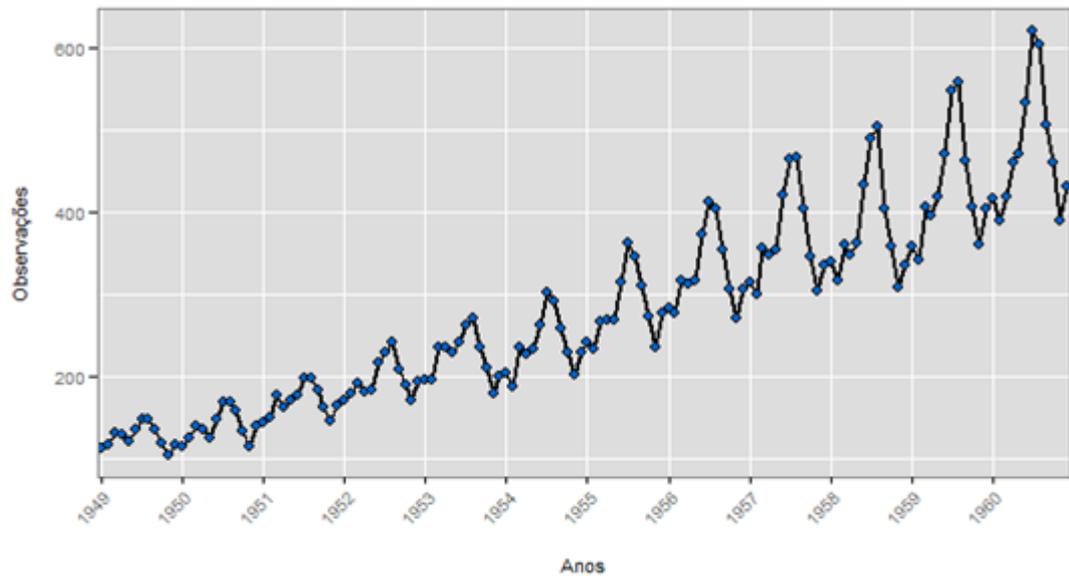
O método ARIMA é utilizado em diversos estudos de séries temporais de *commodities* como Moares e Albuquerque (2006), Silva, Samohyl e Costa (2002), Felipe (2012). Na seguinte seção serão abordados seus pressupostos e etapas de desenvolvimento. Utilizando um *software* estatístico como o Gretl, é possível fazer modelagem, realizar testes e regressões apenas com comandos simples bem como e analisar seus resultados, sem a necessidade de cálculos manuais. As equações dos testes e regressões vão ser apresentadas sucintamente ao longo da metodologia.

### **2.2.1 Pressupostos do modelo ARIMA**

Muitas vezes comum em série temporais, a sazonalidade é quando fenômenos que acontecem em determinada série temporal se repetem em igual período decorrido (ESTATCAMP, 2017). Morettin (1981) destacada que em séries temporais de preços de *commodities* agrícolas pode haver presença de sazonalidade, pois essas têm ciclos produtivos e podem ser suscetíveis a mudanças climáticas que afetam sua oferta, choque de demanda, taxa de câmbio, comércio exterior, etc.

Um exemplo de série sazonal seria a quantidade de milho ofertada no Rio Grande do Sul no decorrer de um ano, com possíveis picos nos meses de colheita. A sazonalidade pode correr anualmente, mensalmente, semanalmente, ou em qualquer outro período temporal.

Gráfico 2 - Exemplo de série com sazonalidade anual



Fonte: ESTATCAMP, 2017.

É importante que numa modelagem ARIMA seja verificada uma possível presença de sazonalidade e, se confirmada, seja eliminada (MORETTIN, 1981, p. 12). Uma das maneiras para verificar se numa determinada série existe sazonalidade é fazer uma regressão através do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) usando variáveis *dummy*. Sendo que cada *dummy* representa um período, por exemplo, numa série mensal, pode ser adicionadas 12 *dummies* sendo que cada uma corresponda a um mês do ano, conforme expressão abaixo:

$$Z_t = const + dm1 + dm2 + dm3 + \dots + dm12 + erro$$

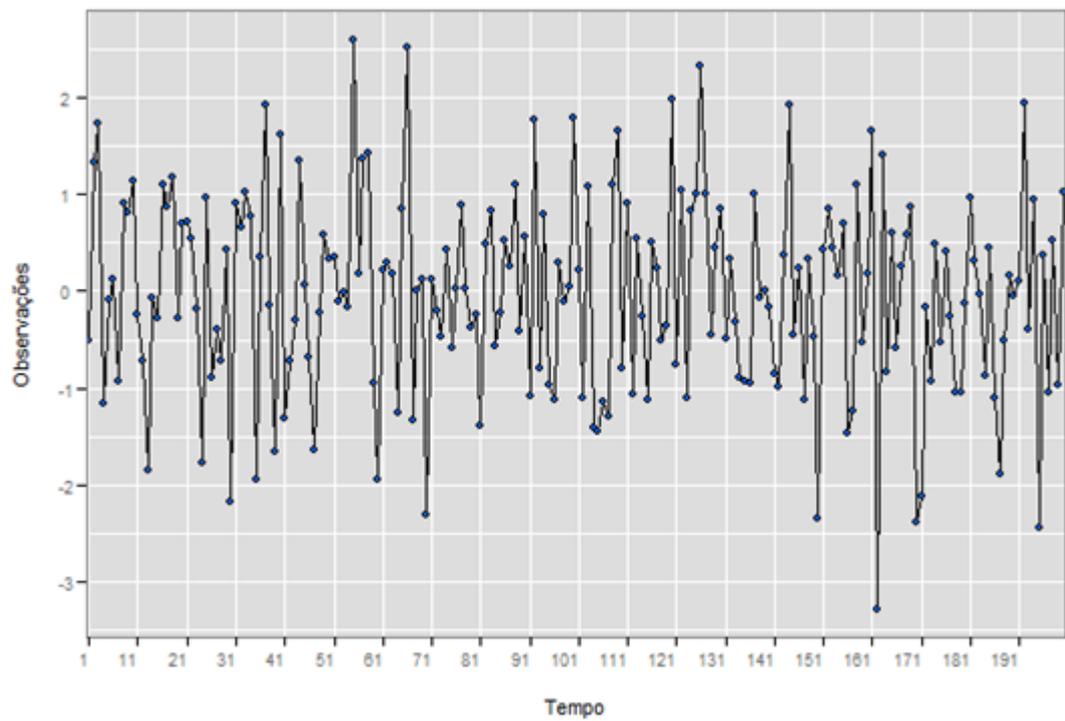
Na qual  $Z_t$  é a variável independente, *const* é a constante,  $dm_j$  é a *dummy* referente ao mês  $j$ , sendo “ $j$ ” de 1 a 12.

Posteriormente, verifica-se a significância de cada variável *dummy* do modelo. Havendo significância de alguma, há sazonalidade naquele período. Existindo sazonalidade, uma maneira de eliminá-la da série é salvando os resíduos da regressão da série inicial regredido na(s) *dummy(s)* significativas.

Morettin (1981) afirma que uma das principais suposições sobre uma série temporal é que esta seja estacionária, isto é, que ela oscila aleatoriamente no tempo ao redor de uma média constante. No entanto, muitas vezes uma série temporal apresenta alguma forma de

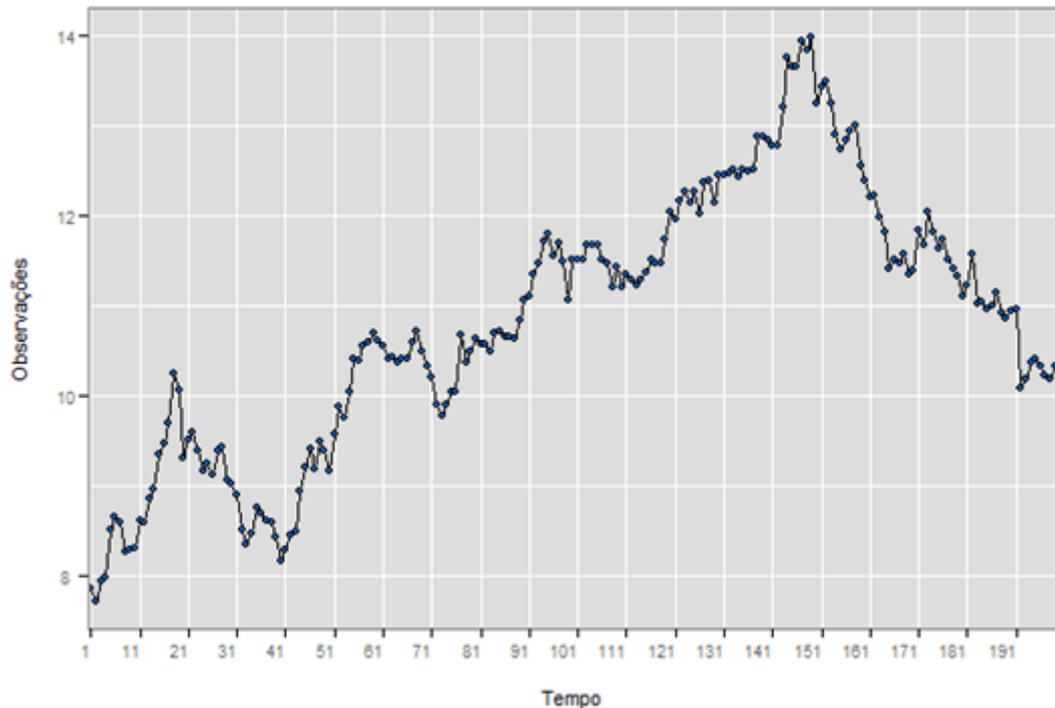
tendência – não estacionariedade – oscilando aleatoriamente ao redor de uma reta com inclinação positiva ou negativa. Nos gráficos a seguir podemos ver exemplos de uma série estacionária e uma série não estacionária.

**Gráfico 3 - Exemplo de série temporal estacionária**



Fonte: ESTATCAMP, 2017.

Gráfico 4 - Série temporal não estacionária



Fonte: ESTATCAMP, 2017.

Para verificar se há existência de tendência determinística na série, primeiramente pode ser feita uma análise visual, posteriormente pode-se regredir a série via MQO através de uma constante e um componente temporal, da seguinte maneira:

$$Y_t = Z_t - \hat{T}_t.$$

Onde “ $\hat{T}_t$ ” é a tendência temporal, podendo ser = 1, 2, 3, 4... ou podem ser valores ao quadrado, log, etc. A significância do parâmetro “ $\hat{T}_t$ ” indica presença ou não de tendência determinística. Para eliminar a tendência determinística, caso haja, basta salvar os resíduos da regressão.

Ainda que eliminada a tendência determinística, poderá haver não estacionariedade e, para modelagem ARIMA, é importante que a série seja estacionária. Uma forma de testar a estacionariedade da série é através do teste de raiz unitária Dick-Fuller Aumentado (Augmented Dickey-Fuller – ADF, na sigla em inglês), que consiste em regredir a série em um intercepto (constante), um coeficiente de tendência, um coeficiente de presença de raiz unitária e a valores defasados da série (ESTATCAMP, 2017).

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$$

A hipótese nula nesse modelo é que o coeficiente de presença de raiz unitária seja igual a zero, isto é, que não haja presença de raiz unitária no modelo.

Uma das formas usuais de eliminar a estacionariedade da série é fazer sucessivas diferenciações da série original (ESTATCAMP, 2017), conforme abaixo:

$$\Delta^n Z(t) = \Delta[\Delta^{n-1} Z(t)]$$

Feita a primeira diferenciação, o passo seguinte é fazer o teste ADF e verificar se há ou não indícios de estacionariedade. Havendo indícios, a série é diferenciada sucessivas vezes até passar no teste ADF. Normalmente na primeira ou segunda diferenciação já é se tem uma série estacionária. Levando-se em conta que a cada diferenciação perde-se um grau de liberdade. Com a série sem sazonalidade, sem tendência determinística e estacionária, é possível fazer a modelagem pelo Método ARIMA.

### 2.2.2 Método de modelagem ARIMA para séries temporais

De acordo com Silva, Samohyl e Costa (2002) uma série “A metodologia *ARIMA* resulta da combinação de três componentes que também são chamados de filtros: o componente autoregressivo (*AR*), o filtro de Integração (*I*) e o componente de médias móveis (*MA*)”.

Sendo que os modelos (*AR*) segundo Silva, Samohyl e Costa (2002) consiste em:

[...] exploram a estrutura de autocorrelação do processo gerador da série temporal. As autocorrelações existem quando se observa a presença de correlação entre observações de determinada série temporal. Logo, o processo autoregressivo generalizado que contemple (*p*) edições de correlação entre observações sucessivas da série.”

Um modelo *AR(p)*, pode ser descrito matematicamente na fórmula abaixo:

$$Y_t = \varphi_1 \cdot Y_{t-1} + \varphi_2 \cdot Y_{t-2} + \Lambda + \varphi_p \cdot Y_{t-p} + e_t \quad (1)$$

Em que a série temporal (*Y<sub>t</sub>*) serve de referência para serem estimados os parâmetros ( $\varphi_p$ ) do modelo desenvolvido e seus resíduos (*e<sub>t</sub>*) avaliados posteriormente.

Já os modelos (*MA*), segundo Silva, Samohyl e Costa (2002) consistem em:

[...]procura explorar a estrutura de autocorrelação dos resíduos de previsão. Tal autocorrelação é verificada sempre que existir uma correlação entre erros sucessivos em uma determinada série temporal. A expressão que contempla um processo de média móvel de ordem (q)[...]

Um modelo MA(q) pode ser matematicamente descrita como:

$$\hat{Y}_t = \mu - \theta_1 \cdot e_{t-1} - \theta_2 \cdot e_{t-2} - \Lambda - \theta_q \cdot e_{t-q} + e_t$$

Na qual a variável ( $\mu$ ) é o nível do processo, ( $\theta \cdot e_{t-i}$ ) os termos de erros correlacionados e ( $e_t$ ) é o termo de erro aleatório.

Um processo que contenha os dois processos - autoregressivos e de médias móveis - são chamados de modelo ARMA (p, q). Esse modelo pode ser matematicamente descrito como:

$$\hat{Y}_t = \varphi_1 \cdot \hat{Y}_{t-1} + \varphi_2 \cdot \hat{Y}_{t-2} + \Lambda + \varphi_p \cdot \hat{Y}_{t-p} - \theta_1 \cdot e_{t-1} - \theta_2 \cdot e_{t-2} - \Lambda - \varphi_q \cdot e_{t-q} + e_t$$

Os modelos AR, MA e ARMA são apropriados para descrever séries temporais estacionárias, isto é, séries que se desenvolvem no tempo em torno de uma média constante. No entanto, muitas séries temporais são não estacionárias. O processo para torná-las estacionárias é através da diferenciação. Um modelo Autorregressivo, Integrado e de Médias Móveis (ARIMA) inclui essa diferenciação no próprio modelo.

Conforme Portal Action (2017):

Seja  $Z_t$  uma série temporal não estacionária. Tomamos  $W_t = \Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}$  sendo a série diferenciada uma vez de  $Z_t$ , denotamos por  $W_t^d = \Delta^d Z_t$  a série temporal diferenciada d vezes de  $Z_t$ . Podemos representar  $W_t$  por um modelo ARMA, como  $W_t$  é uma diferença de  $Z_t$  então,  $Z_t$  é uma integral de  $W_t$ , assim dizemos que  $Z_t$  segue um modelo autorregressivo, integrado e de médias móveis, isto é, um modelo ARIMA de ordem (p,d,q) e escrevemos ARIMA(p,d,q) onde p é a ordem da componente autorregressiva, d é o número de diferenças tomadas na série e q é a ordem da componente de médias móveis. Portanto, podemos descrever todos os modelos vistos anteriormente utilizando a nomenclatura ARIMA, isto é:

i) ARIMA(p,0,0) = AR(p);

ii) ARIMA(0,0,q) = MA(q);

iii) ARIMA(p,0,q) = ARMA(p,q).

e no caso de uma série não estacionária utilizamos o modelo completo, ARIMA(p,d,q) com d diferenças na série original.

Para auxiliar na determinação se o modelo é AR, MA ou ARMA e nos seus parâmetros  $p$  e  $q$ , são utilizadas estimativas preliminares da função de autocorrelação amostral (FAC) e da função de autocorrelação parcial (FACP) que servem para medir o nível de estacionariedade da série.

A FAC é dada por:

$$r_j = \frac{g_j}{g_0}, \quad j = 0, 1, \dots, N - 1$$

Em que  $g_j$  é uma estimativa de  $f$  dado por:

$$g_j = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-j} [(X_t - \bar{X})(X_{t+j} - \bar{X})], \quad j = 0, 1, \dots, N - 1$$

Já a FACP, corresponde à correlação entre dois elementos da série, removendo a influência da correlação dos demais elementos. É dada por:

$$\phi_{kk} = \text{Corr}(X_t, X_{t-1} / X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-k+1})$$

Conforme Morettin (1981), um modelo cujo FAC apresenta um decaimento exponencial e uma FACP truncada na defasagem ( $p$ ) tem-se indícios de um modelo AR ( $p$ ). Já quando o modelo apresenta um FAC truncada na defasagem ( $q$ ) e com um FACP decaindo exponencialmente, há indícios de um processo MA ( $q$ ). Já um processo ARMA ( $p, q$ ) é tal que tanto a FAC como a FACP apresentam um decaimento exponencial.

No análise da série do trabalho e desenvolvimento do modelo, utilizou-se um intervalo de confiança de 95%, por ser um valor comumente utilizado em estudos econométricos.

### 2.2.2.1 Critério AIC BIC

Para definir qual melhor modelo de série a ser utilizado, podem ser utilizados o Critério de Informação de Akaike (AIC) e/ou o Critério de Informação Bayesiano (BIC). Tanto o AIC quanto o BIC aumentam conforme a soma dos quadrados dos resíduos (SQE) aumenta. Dessa forma, esses critérios medem um “custo-benefício” de adicionar uma variável nova ao modelo; o melhor modelo é aquele que melhor explica a série com o menor número de variáveis possíveis. Quanto menor for o valor do AIC e BIC, melhor é o modelo.

O AIC consiste em:

$$AIC_p = -2\log(L_p) + 2[(p + 1) + 1],$$

Na fórmula, “ $L_p$ ” é a função de máxima verossimilhança do modelo e “ $p$ ” é o número de regressores do modelo.

Já BIC é definido por:

$$BIC_p = -2\log(L_p) + [(p + 1) + 1]\log(n).$$

Da mesma forma que no AIC, “ $L_p$ ” é a função de máxima verossimilhança do modelo e “ $p$ ” é o número de regressores do modelo.

Modelos com mais variáveis tendem a produzir menor SQE, mas usam mais parâmetros, diminuindo os graus de liberdade. A melhor escolha é balancear o ajuste com a quantidade de variáveis.

#### 2.2.2.2 Teste L-JUNG BOX

Após a estimação de um modelo, é necessário verificar se o mesmo representa adequadamente os dados através da análise dos resíduos desse modelo. Conforme Portal Action (2017), se tomar a seguinte forma:

$$\phi(B)W_t = \theta(B)a_t$$

Em que  $W_t = \Delta^d X_t$  representam as “ $d$ ” diferenças na séries e  $\phi(B)$  e  $\theta(B)$  os polinômios utilizando operador de retardo B que garantem que o processo é estacionário e inversível. Então os resíduos são descritos por:

$$a_t = \theta^{-1}(B)\phi(B)W_t$$

Assim, se o modelo estiver correto, os resíduos  $a_t$  devem ser identicamente distribuídos seguindo uma distribuição  $N(0,1)$ .

Os dois testes mais comuns para análise dos resíduos de um modelo ARIMA são o *Box-Pierce* e o *Ljung Box*.

O teste *Box-Pierce* consiste em medir a amplitude das auto correlações dos resíduos estimados. Testando se os resíduos são independentes e identicamente distribuídos (i.i.d), ou seja, a sua média, variância, covariância são definidas em termos de probabilidade identicamente distribuídas em função de densidades iguais.

Conforme ESTATCAMP (2017), as hipóteses desse teste são:

$$\begin{cases} H_0 : \text{Os resíduos são i.i.d;} \\ H_1 : \text{Os resíduos não são i.i.d..} \end{cases}$$

Para calculara estimativa para as auto correlações, utiliza-se a fórmula:

$$\hat{r}_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n \hat{a}_t \hat{a}_{t-k}}{\sum_{t=1}^n \hat{a}_t^2}$$

Onde  $\hat{r}_k \sim N(0, \frac{1}{n})$ .

Se o modelo escolhido for apropriado para explicar o comportamento da série, então estatística do teste abaixo terá aproximadamente uma distribuição  $\chi^2$  com K graus de liberdade.

$$Q(k) = n \sum_{j=1}^K \hat{r}_j^2$$

Em que “K” é o número de defasagens tomadas na função de autocorrelação.

Portanto, rejeita-se a hipótese nula se  $Q > \chi_{1-\alpha, k}^2$  com um nível de significância  $\alpha$

O teste *Ljung-Box* toma como base as mesmas hipóteses do teste *Box*, e toma como base a estimativa de autocorrelação:

$$\hat{r}_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n \hat{a}_t \hat{a}_{t-k}}{\sum_{t=1}^n \hat{a}_t^2}.$$

Desta maneira, caso o modelo escolhido for apropriado, a estatística do teste abaixo terá aproximadamente uma distribuição  $\chi^2$  com  $(K - p - q)$  graus de liberdade, na qual  $K$  é o número de defasagens tomado na função de autocorrelação, “p” e “q” são as ordens do modelo ajustado.

$$Q(k) = n(n - 2) \sum_{j=1}^K \frac{\hat{r}_j^2}{(n - j)}$$

Embora um teste difere um pouco do outro, segundo ESTATCAMP (2017), o teste *Ljung-Box* apresenta um resultado consideravelmente melhor do que o teste *Box Pierce*.

### 3 O MILHO: COMERCIALIZAÇÃO E OFERTA E DEMANDA NACIONAL E INTERNACIONAL

#### 3.1 DEFINIÇÃO *COMMODITY*

Uma *commodity* se caracteriza, principalmente, por ser um produto com características específicas e uniformes, ou seja, um grão de soja produzido nos EUA basicamente é igual ao grão produzido no Centro-Oeste brasileiro ou em qualquer outro lugar do mundo. Outras características: grandes quantidades de produção; sem possibilidade de ações de marketing ou agregação de valor; podem apresentar sazonalidade, principalmente nas *commodities* agrícolas; apresentam uma grande e complexa estrutura de mercado, desde o produtor até o consumidor final; por terem características uniformes, serem negociados internacionalmente, são normalmente transacionadas em bolsa de mercadorias e futuros, nas formas de contratos com liquidação futura (BRANCO 2008), o que acaba balizando os preços mundialmente.

As *commodities* podem ser de origem primária- como a soja, milho, carne, minério de ferro - ou do tipo que passaram por um processo de industrialização – farelo de soja, óleo de soja degomado, soro de leite. Há, ainda, alguns autores que consideram como *commodity* produtos financeiros, tais como moedas, juros, títulos de crédito público e privado (Opere Futuros, 2017). Dentre as principais bolsas do mundo, destacam-se a *Chicago Board of Trade* (CBOT), na qual se negociam contratos futuros de soja, milho, trigo; a *NYMEX*, que negocia café arábica, etc. No Brasil, temos a Bolsa de Mercadorias e Futuro de São Paulo (BM&F) na qual se negociam principalmente as contratos futuros de boi gordo, café arábica, soja e milho.

O milho, por sua vez, se caracteriza por ser uma *commodity*. Em média, mais de 300 mil contratos são negociados diariamente, na CBOT, o que equivale a uma movimentação de 41 milhões de toneladas (CME GROUP, 2017), ou seja, em apenas dois dias é negociado o equivalente em quantidade ao que se produz em um ano no Brasil e, em 24 pregões é negociado o equivalente a todo o milho produzido no mundo.

As cotações dos contratos futuros de milho servem de parâmetro para os negócios de exportação e importação de milho no mundo, já que muitos *players* utilizam essa bolsa para *hedger* (HULL, 1998). Ou seja, fazer travas de preços assumindo na bolsa uma posição futura contrária a posição no físico, eliminando ou minimizando assim o risco de variação de preços da mercadoria.

No Brasil, tem-se a Bolsa de Mercadorias e Futuros de São Paulo – BM&F, em que se negociam contratos futuros de milho com liquidação financeira, seguindo uma base de preços praticados na praça de Campinas – SP. Por dia, são negociados em média 8mil contratos de 450 sacas considerando todos os vencimentos, equivalente a 216 mil toneladas de grão por dia (BM&F, 2017).

### 3.2 MILHO NO CONTEXTO MUNDIAL

Segundo dados do 520º Relatório de Oferta e Demanda Mundial (*World Agricultural Supply and Demand Estimates Report - WASDE*) do USDA (OUTUBRO, 2017), na temporada 2015/2016, foram produzidas 972,36 milhões de toneladas. Destacando-se os Estados Unidos com 345,51 milhões de toneladas, seguido da China com 224,63 milhões de toneladas. Essas também são os dois principais consumidores de milho, com 298,79 e 217,50 milhões de toneladas, respectivamente.

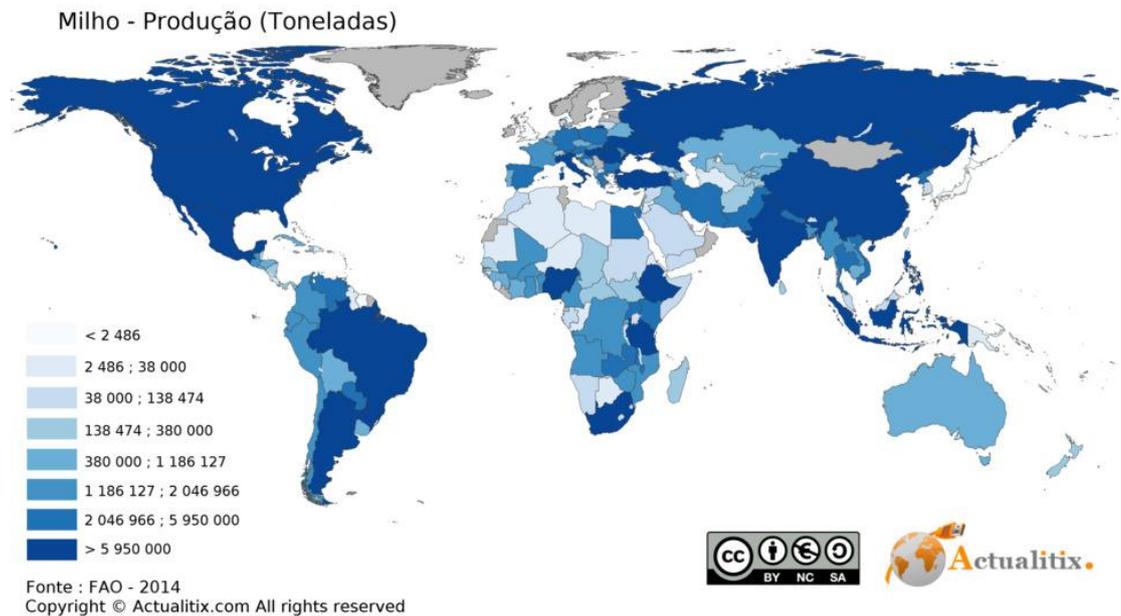
Tabela 1 - *World Corn Supply and Use*. Oferta e Demanda Mundial de Milho em milhões de toneladas métricas na temporada de 2015/2016. Ano 2017.

2015/16	Beginning Stocks	Production	Imports	Domestic Feed	Domestic Total 2/	Exports	Ending Stocks
World 3/	209.54	972.36	139.35	601.64	967.92	119.69	213.98
United States	43.97	345.51	1.72	129.91	298.79	48.29	44.12
Total Foreign	165.57	626.85	137.63	471.74	669.13	71.40	169.86
Major Exporters 4/	13.19	104.21	5.67	60.60	77.67	36.48	8.93
Argentina	2.90	29.00	0.01	5.90	9.20	21.64	1.06
Brazil	7.84	67.00	3.42	49.00	57.50	14.00	6.77
South Africa	2.45	8.21	2.24	5.70	10.97	0.84	1.10
Major Importers 5/	23.13	118.33	81.74	144.90	196.44	4.44	22.31
Egypt	2.30	6.00	8.78	12.45	14.85	0.01	2.22
European Union 6/	9.63	58.75	13.77	55.50	73.50	1.95	6.69
Japan	1.35	0.00	15.20	11.60	15.20	0.00	1.35
Mexico	4.09	25.97	14.01	20.30	37.30	1.56	5.21
Southeast Asia 7/	3.67	27.46	15.20	33.10	41.15	0.93	4.25
South Korea	1.86	0.08	10.12	7.80	10.12	0.00	1.94
Selected Other							0.00
Canada	1.40	13.56	1.37	7.07	12.35	1.74	2.24
China	100.47	224.63	3.17	153.50	217.50	0.00	110.77
FSU-12	3.16	39.87	0.38	16.62	19.33	21.49	2.59
Ukraine	1.52	23.33	0.03	5.50	6.90	16.60	1.39

Fonte: USDA (2017)

A maioria dos países produz e consome boa parte do próprio milho, exportando o excedente e importando o déficit que houver. Como visto em IMEA (2015, p. 8): “[...]se observa no mercado de importação do milho é que não há realmente um importador massivo, os grandes consumidores mundiais são também grandes produtores do cereal[...]”. A exceção é o Japão, pois devido ao seu tamanho e relevo não viabiliza a produção de milho, e acaba por importar quase todo milho consumido (IMEA, 2015, p. 9).

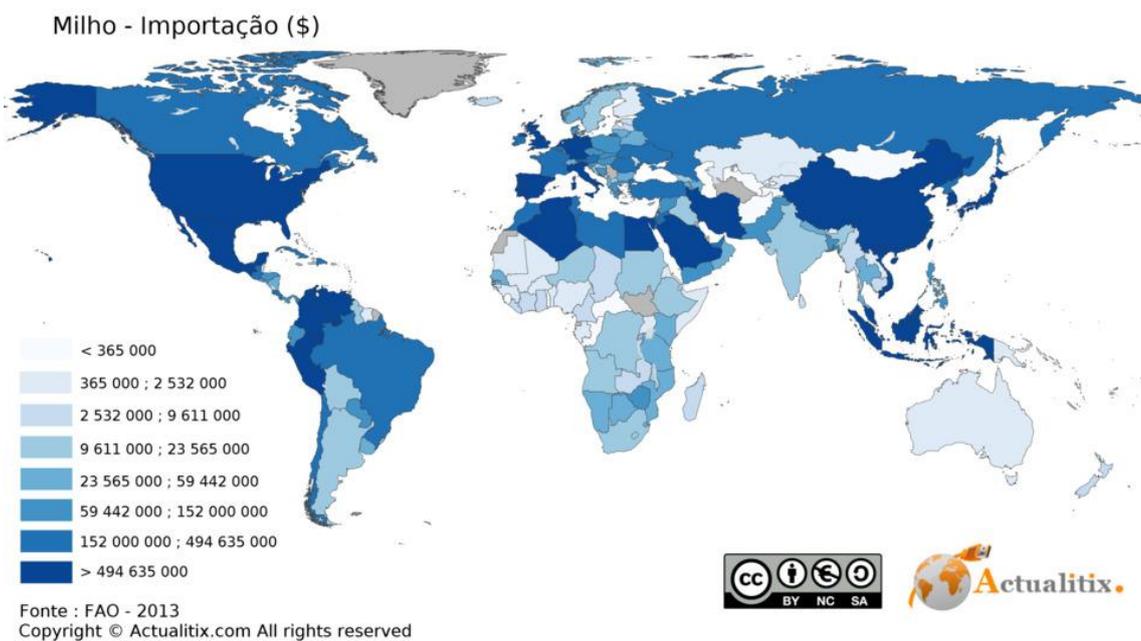
Figura 1 - Produção mundial de Milho em 2014 em toneladas métricas



Fonte: ACTUALITIX, 2017

Foram importadas mundialmente 139,35 milhões de toneladas, dos quais os principais importadores de milho foram: União Européia 13,77 milhões de toneladas, Japão 15,20 milhões de toneladas, México com 14,01 milhões de toneladas, Sudeste Asiático com 15,20 milhões de toneladas.

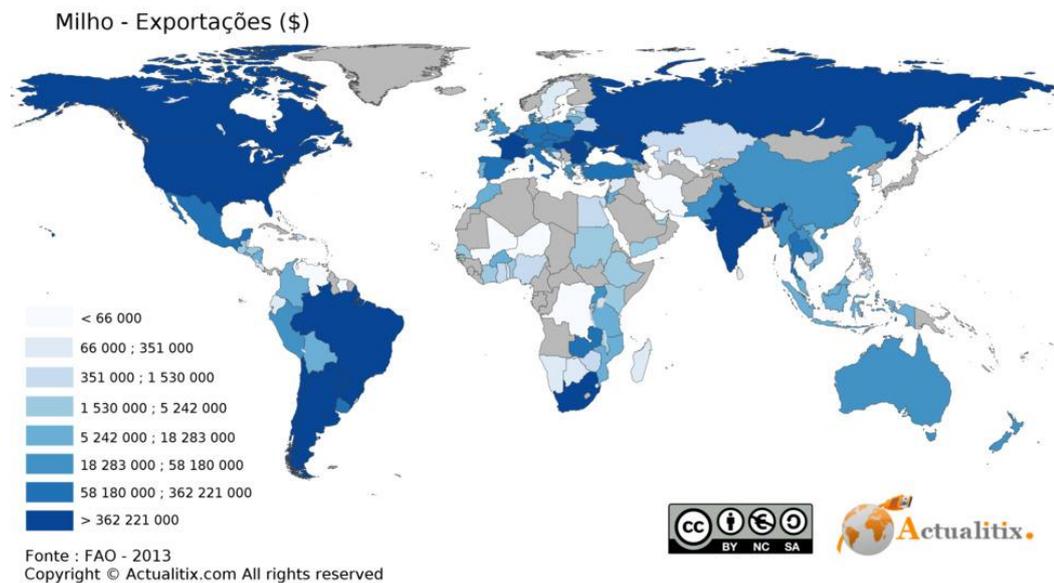
Figura 2 - Importação Milho por país em 2013 em dólar.



Fonte: ACTUALITIX, 2017

Já dentre os principais países exportadores, pode-se destacar os Estados Unidos, com 48,29 milhões de toneladas, seguido da Argentina com 21,64 milhões de toneladas.

Figura 3- Exportação de Milho por país em 2013 em dólar.



Fonte: ACTUALITIX, 2017

### 3.3 PADRÃO DO MILHO COMERCIALIZADO

O milho negociado no mercado interno brasileiro tem certo padrão de qualidade, podendo variar de consumidor para consumidor, porém, segue basicamente o padrão de especificação do contrato futuro com liquidação financeira – base Campinas – SP negociado na BM&F, a saber:

Milho em grão a granel, amarelo, de odor e aspectos normais, em bom estado de conservação, livre de bagas de mamona, bem como de outras sementes prejudiciais, e de insetos vivos, duro ou semiduro, proveniente da última safra e de produção brasileira, em condições adequadas de comercialização e próprio para consumo animal; e com (a) até 14% de umidade; (b) máximo de 1% de impurezas na peneira de 3mm; (c) máximo de 6% de grãos ardidos ou brotados e livres de grãos mofados; (d) máximo de 12% de grãos quebrados, partidos ou chochos. (BM&FBovespa, 2017)

O padrão de especificações de qualidade do contrato de milho negociado na BMF&Bovespa é o mesmo definido para levantamento do Indicador do Milho ESALQ/BM&FBovespa.

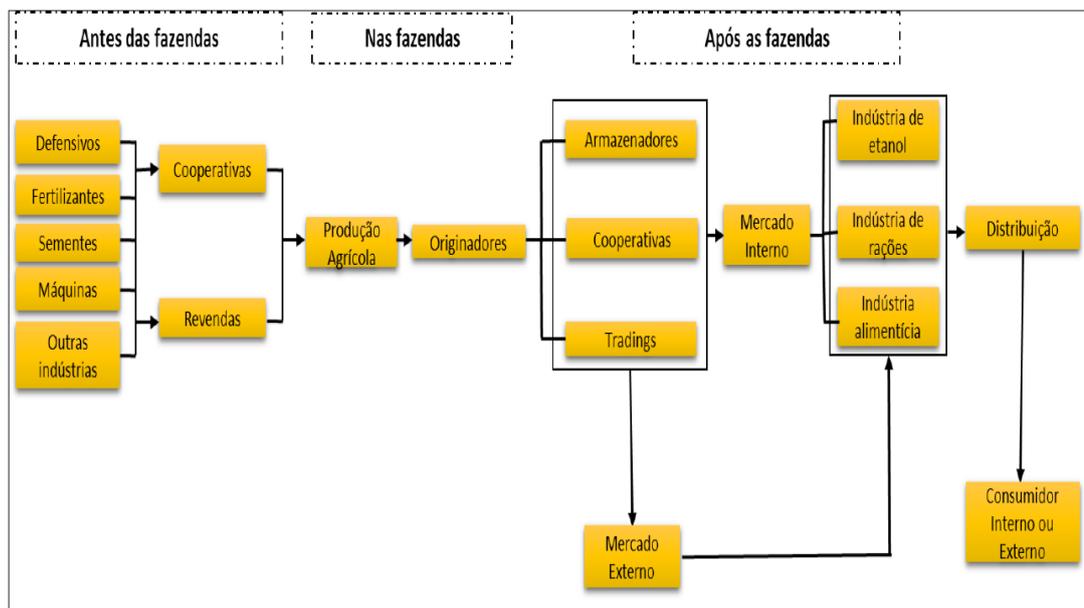
Já o milho destinado à exportação nos portos Brasileiros, normalmente segue um padrão um pouco diferente do mercado interno, tolerando uma umidade máxima de 14,5%, impureza de máxima 1,5%, quebrados máximos 3%, avariados máximos 5% (sendo máximo de 1% de ardidos), e o principal diferencial em relação ao milho negociado no mercado

interno é a exigência de aflatoxina máxima de 22 ppb (partículas por bilhão). A aflatoxina é uma micotoxina causada por um fungo quando o milho é mantido com umidade superior ao padrão. Ela é prejudicial para o consumo ou animal pois pode causar problemas de saúde e mortes em animais ou humanos que inserem produtos contaminados (AMARAL 2016).

### 3.4 CICLO DE NEGÓCIOS DO MILHO

Existem diversos agentes envolvidos no processo agroindustrial do milho, desde antes do plantio, envolvendo a fabricação de insumos tais como fertilizantes, implementos agrícolas, corretivos de solo, defensivos agrícolas, pesticidas, pesquisa genética para desenvolvimento de variedades de sementes; passando pela semeadura dentro da lavoura, acompanhamento agrônômico, controle de pragas e doenças; colheita, transporte do produto para um armazém para beneficiamento, limpeza, secagem; a comercialização através de cooperativas, cerealistas, *tradings*; e o consumo, seja no mercado interno como uma fábrica de ração, numa indústria de etanol, fábrica de farinhas, óleo de milho e outros derivados ou exportação.

Figura 5 - Ciclo de negócios do milho.



Fonte: Workshop Jornalismo Agropecuário – Entendendo o Mercado do Milho. IMEA, 2015.

### **3.5 PRODUÇÃO DE MILHO NO BRASIL**

Segundo o 6<sup>a</sup> Levantamento da Safra de Grãos da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB 2017), a estimativa para safra brasileira na temporada 2015/2016 222,91 milhões de toneladas de grãos. A principal cultura é a soja, com 107,61 milhões de toneladas produzidas e, logo após, o milho com 66,53 milhões de toneladas, sendo que na primeira safra- safra verão - foram produzidas 25,758 milhões de toneladas, e a segunda safra – safrinha – 40,772 milhões de toneladas.

Destacam-se os estados do Mato Grosso, com 15,271 milhões de toneladas, Paraná com 14,484 milhões de toneladas, Goiás com 6,430 milhões de toneladas e, em quarto lugar, o Mato Grosso do Sul com 6,269.

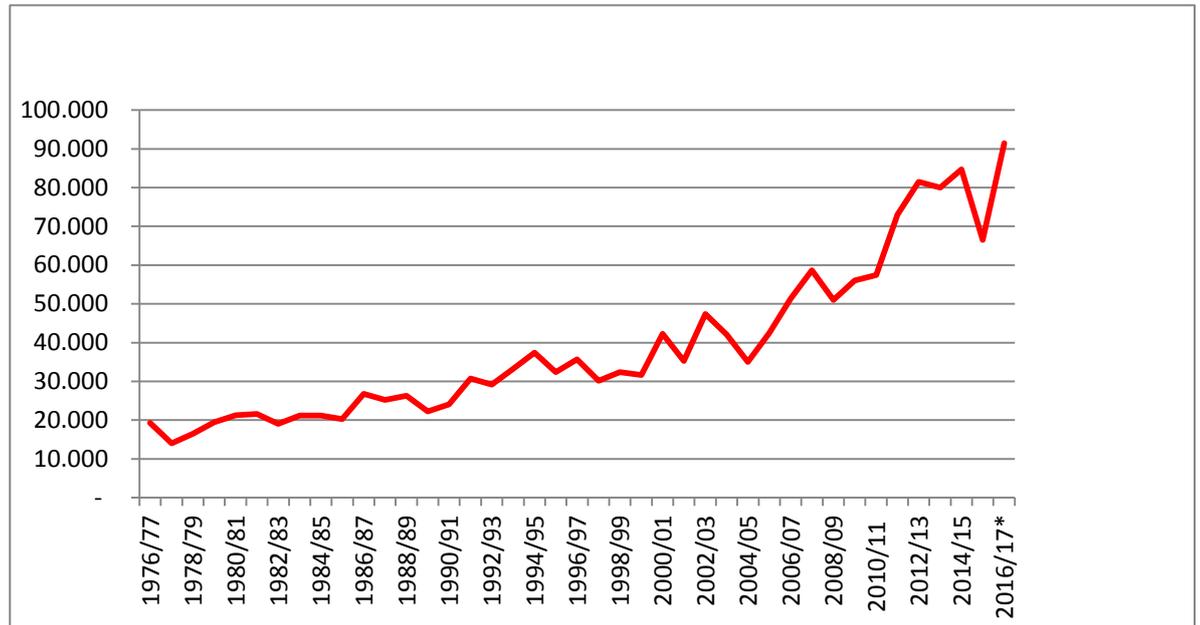
Tabela 2 – Produção anual de milho por UF na temporada 2016/2017

REGIÃO/UF	Área	Produção 1ª safra	Produção 2ª safra	Produção Total
<b>NORTE</b>	<b>713,0</b>	<b>996,0</b>	<b>1.706,1</b>	<b>2.702,1</b>
RR	7,6	-	45,6	45,6
RO	197,1	107,0	688,0	795,0
AC	34,9	82,0	-	82,0
AM	12,2	30,8	-	30,8
AP	1,7	1,6	-	1,6
PA	258,3	555,8	288,9	844,7
TO	201,2	218,8	683,6	902,4
<b>NORDESTE</b>	<b>2.602,9</b>	<b>4.460,8</b>	<b>2.194,9</b>	<b>6.655,5</b>
MA	491,7	1.241,5	710,5	1.951,9
PI	467,4	1.270,1	116,3	1.386,3
CE	514,0	418,9	-	418,9
RN	29,2	10,2	-	10,2
PB	86,5	38,6	-	38,6
PE	158,0	6,2	48,3	54,6
AL	37,2	-	25,1	25,1
SE	172,0	-	786,2	786,2
BA	646,9	1.475,3	508,5	1.983,7
<b>CENTRO-OESTE</b>	<b>8.014,7</b>	<b>2.821,0</b>	<b>46.052,7</b>	<b>48.873,7</b>
MT	4.639,1	256,4	28.610,6	28.867,0
MS	1.787,9	261,5	9.609,1	9.870,6
GO	1.520,7	2.080,0	7.564,2	9.644,2
DF	67,00	223,10	268,80	491,90
<b>SUDESTE</b>	<b>2.138,9</b>	<b>8.191,5</b>	<b>4.256,3</b>	<b>12.447,9</b>
MG	1.267,0	5.796,5	1.724,3	7.520,9
ES	13,2	37,4	-	37,4
RJ	2,7	6,3	-	6,3
SP	856,0	2.351,3	2.532,0	4.883,3
<b>SUL</b>	<b>4.122,2</b>	<b>13.992,7</b>	<b>13.145,1</b>	<b>27.137,8</b>
PR	2.917,0	4.692,7	13.145,1	17.837,8
SC	400,3	3.263,2	-	3.263,2
RS	804,9	6.036,8	-	6.036,8
<b>BRASIL</b>	<b>17.591,7</b>	<b>30.462,0</b>	<b>67.355,1</b>	<b>97.817,0</b>

Fonte: dados CONAB abril 2017, elaboração própria.

Vale destacar, que desde a temporada 2011/2012, o Brasil vinha apresentando uma safra total acima de 70 milhões de toneladas, e nos anos mais recentes um volume superior a 80 milhões de toneladas (CONAB 2017). A exceção foram justamente as safras da temporada 2015/2016, tanto a safra verão como a safrinha, que passaram por estresse hídrico e tiveram a produção bastante diminuída. Já na temporada 2016/2017, apresenta uma estimativa recorde de 97,8 milhões de toneladas.

**Gráfico 5- Produção de milho no Brasil em mil de toneladas. \*Estimativa**



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CONAB, outubro de 2017.

### 3.5.1 Evolução da primeira e segunda

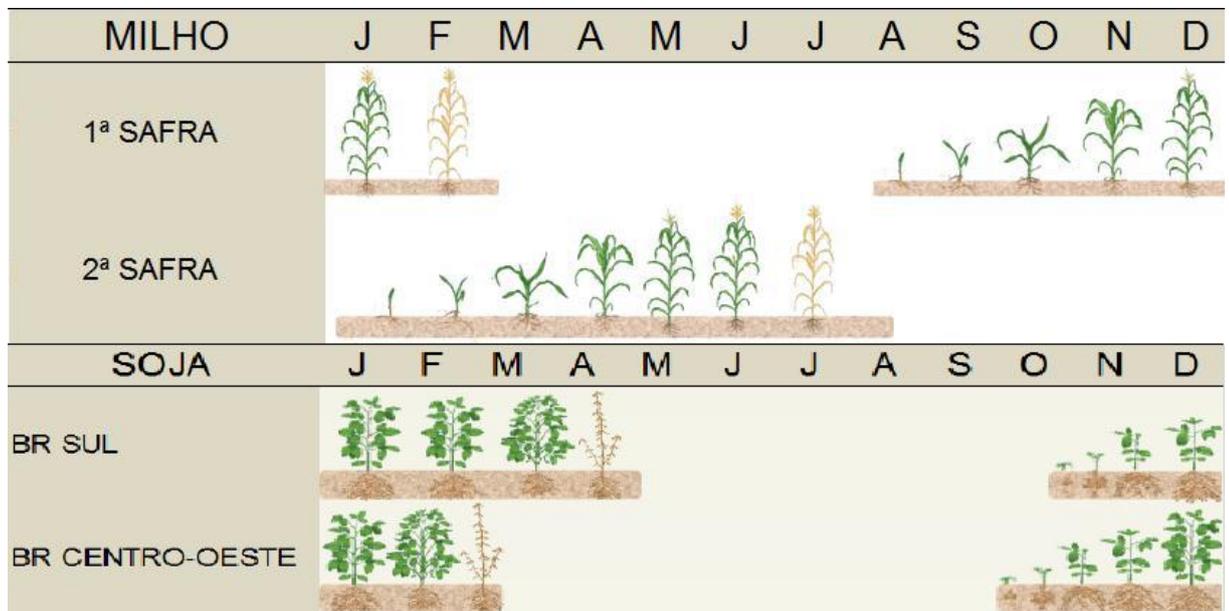
Os levantamentos relativos à produção anual nacional de milho por parte da CONAB tiveram início nos anos 70. Inicialmente, na safra 1976/1977, o Brasil produziu 19,256 milhões de toneladas, principalmente nos estados do Sul e do Sudeste, volume produzido principalmente no verão. A partir da safra 1979/1980 houve uma divisão entre primeira e segunda safra no levantamento as CONAB, sendo que neste ano a segunda safra apresentou um volume de 78,8 mil toneladas no estado da Bahia. Só a partir da safra 1983/1984 houve indicativa de produção de milho segunda safra no Paraná, com 304 mil toneladas neste estado e 381,5 mil toneladas totais no Brasil. A partir desse ano, foram introduzidas ano a ano, estado por estado, a segunda-safra, que é semeada logo após a colheita de milho do verão. Essas lavouras possuem um ciclo menor que a safra de verão (IMEA, 2015). Essa segunda safra era menor em área, produtividade e qualidade, por isso deu origem ao nome de safrinha.

A priori, a primeira safra de milho é semeada nos meses de agosto a setembro e a colheita de janeiro a maio, já a segunda safra é semeada nos meses de janeiro a março e a colheita de junho a agosto (IMEA, 2015). Desta forma, o milho da primeira safra compete em

área de plantio com a soja. Já o milho da segunda safra pode ser semeado justamente após a colheita da soja, principalmente nos estados do centro-oeste e do Paraná, que possuem um ciclo de produção de soja um pouco adiantado em relação a soja cultivada no Rio Grande do Sul.

Abaixo pode-se verificar o calendário agrícola do milho e da soja. Com isso supõe-se que nos meses de fevereiro e julho tenha uma maior oferta de produto, já que são os meses de colheita (safra) do milho primeira e segunda safra, respectivamente. Dessa forma, poderia indicar também uma sazonalidade em relação aos preços do milho nesses períodos.

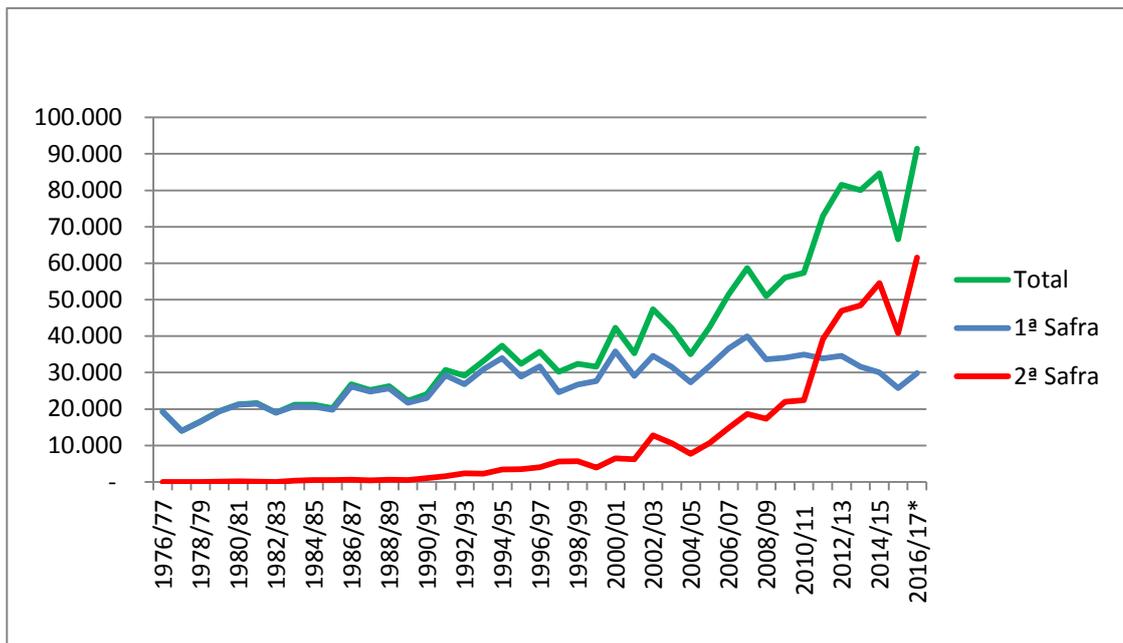
**Figura 6 - Calendário Agrícola de Milho e Soja no Brasil**



Fonte: Adaptado de IMEA, 2015.

O avanço da agricultura no centro-oeste do Brasil, onde existe uma maior taxa de luminosidade e temperatura no outono e inverno em relação ao sul do país, além de novas variedades de sementes, mudanças de técnicas de plantio, tornou segunda safra a principal safra de milho do Brasil.

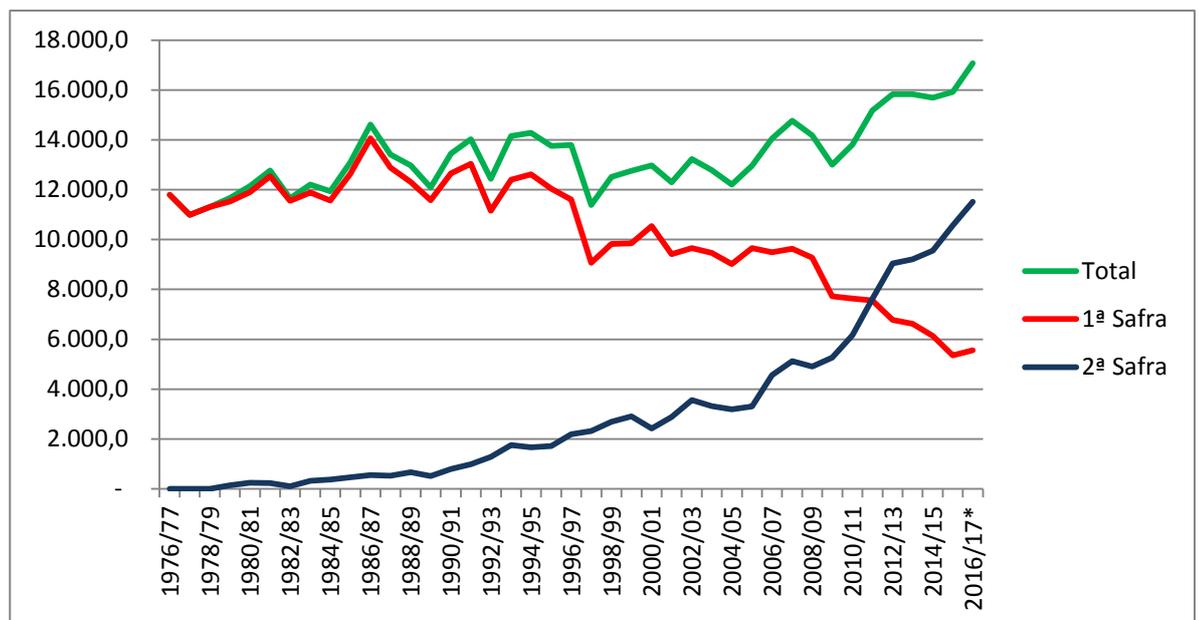
**Gráfico 6 - Produção de milho 1ª e 2ª safras em mil toneladas. \*Estimativa.**



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CONAB, abril 2017.

Evidentemente, o aumento da produção do milho da segunda safra se deu pelo aumento da área cultivada, principalmente no centro-oeste do país.

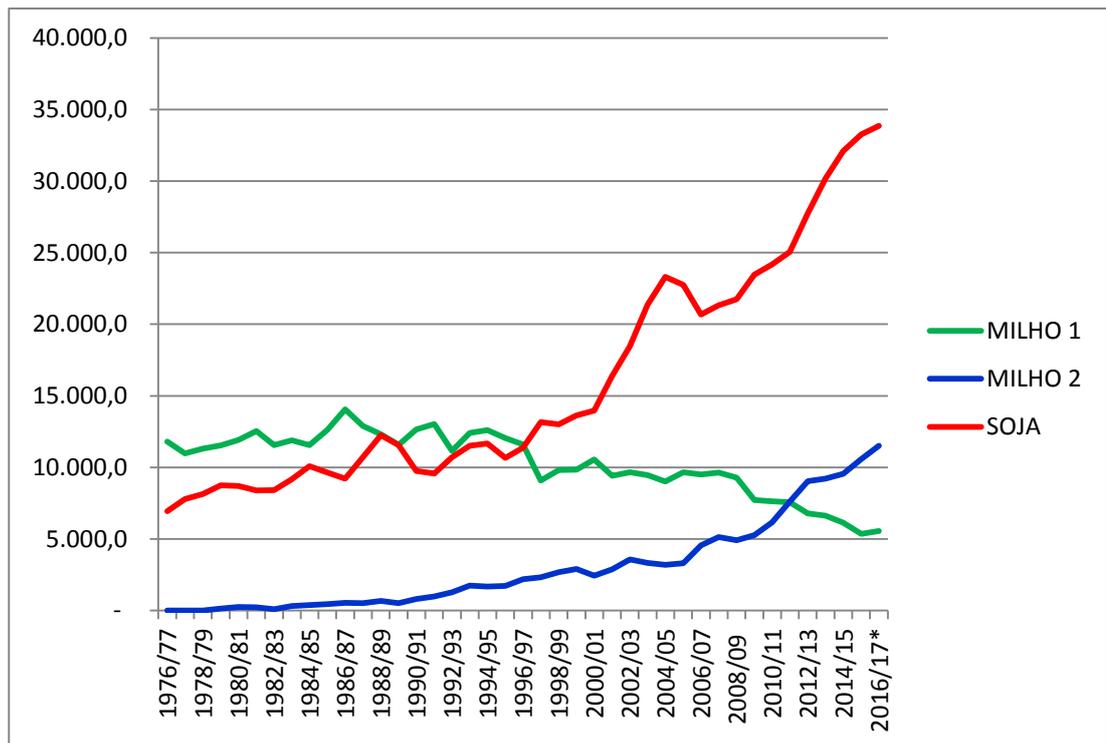
**Gráfico 7 - Área cultivada de milho no Brasil 1ª e 2ª safra em mil há. \*Estimativa**



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CONAB, abril de 2017.

Outro ponto importante é que o milho de primeira safra compete em área com a soja. Isso, pode-se dizer, justifica a queda de área de milho cultivado na primeira safra no Brasil, como verificamos no gráfico abaixo, pois em determinadas regiões a soja apresenta uma rentabilidade melhor do que a soja, como cultura de verão.

**Gráfico 8 - Comparativo entre área cultivada de Soja e Milho 1ª e 2ª safras. \*Estimativa**



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CONAB, abril 2017.

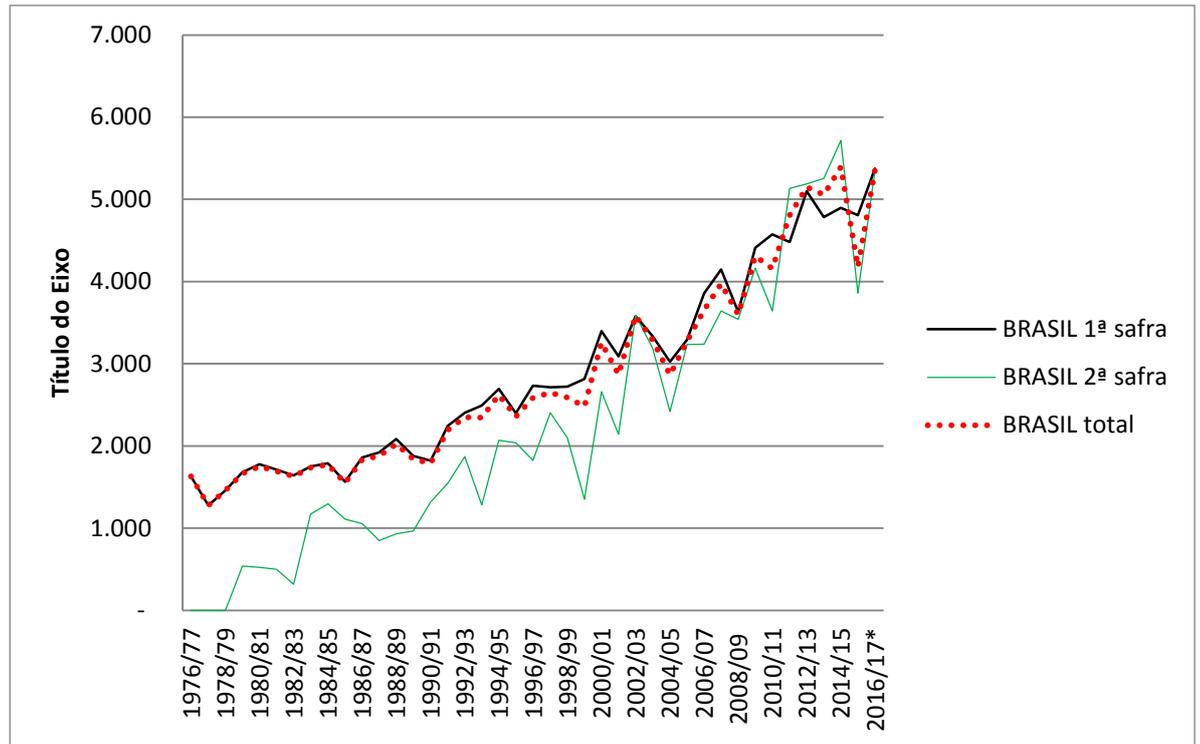
### 3.5.2 Produtividade

Nos anos 70, quando iniciou o levantamento de estimativas de safra pela CONAB, a produtividade do milho no Brasil era de pouco menos de 2mil kg/ha. Hoje essa produtividade chega na casa de 6mil kg/ha (CONAB, 2017). Ou seja, houve aumento considerável de 200% em produtividade média ao longo de quatro décadas.

Como cada vez mais há uma maior restrição por disponibilidade de novas áreas de terras disponíveis para agricultura, seja por competirem com outras culturas como a soja ou a pecuária, seja por pertencerem a áreas de preservação ou áreas indígenas, a produtividade torna-se um ponto de grande importância. O uso de tecnologia tal como sementes e plantas mais resistentes a intempéries climáticas, doenças e pragas, bem como desenvolvimento de

técnicas de manejo como irrigação, agricultura de precisão, e maquinário agrícola, permitem uma perspectiva de crescimento de produtividade na cultura do milho, assim como em diversas outras culturas.

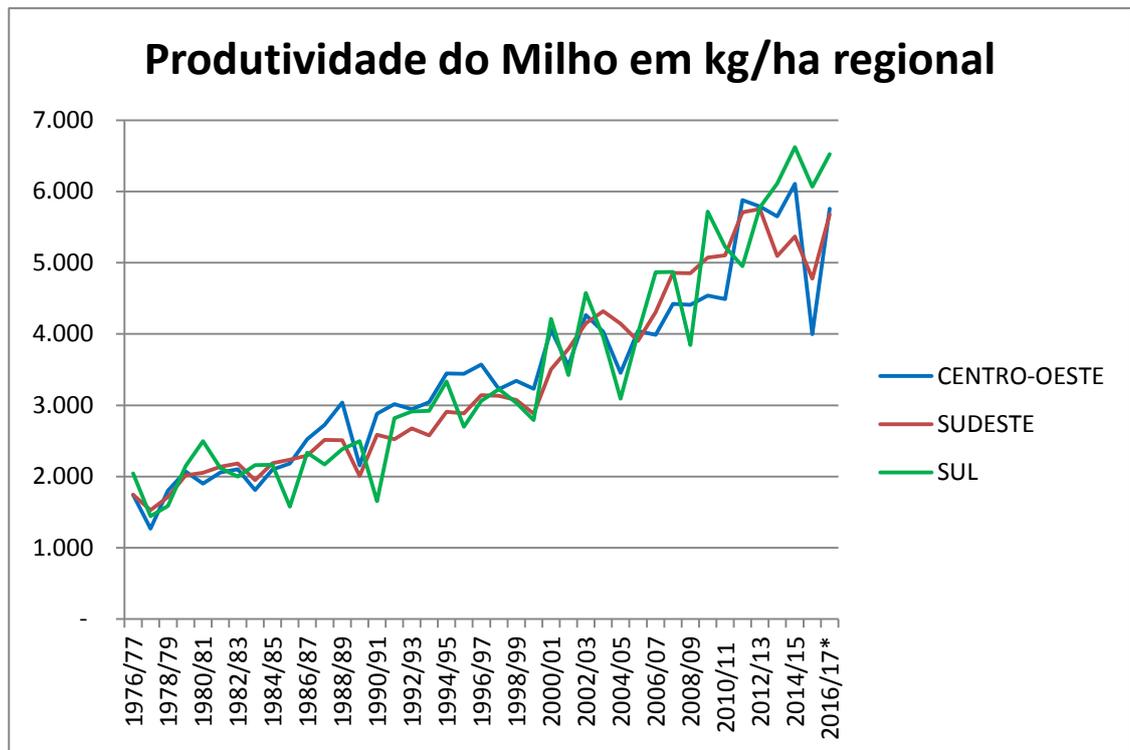
**Gráfico 9 - Produtividade do Milho no Brasil 1ª, 2ª safra e total, em kg/h.**



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CONAB, abril 2017.

Com relação à produtividade média nas três principais regiões produtoras, sul, sudeste e centro-oeste, percebem-se certa equivalência em termos de produtividade média total.

Gráfico 10 - Produtividade de milho em kg/ha nas regiões Centro-oeste, Sudeste e Sul



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CONAB, abril 2017.

### 3.6 DEMANDA DE MILHO NO BRASIL

O Segundo dados do Safras e Mercados (2017), a demanda interna de milho no Brasil foi de 57,55 milhões de toneladas no ano de 2016. Sendo que dessas, o principal destino foi para alimentação animal, com cerca de 48,17 milhões de toneladas, seguido da indústria, consumindo 7,54 milhões de toneladas dos quais apenas 1,12 milhão de toneladas são destinadas à alimentação humana.

Do consumo animal, destaca-se o consumo destinado às aves de cortes, com 19,55 milhões de toneladas; seguido pelos suínos de corte, com 9,22 milhões de toneladas ao ano. Podemos verificar na tabela 3 abaixo:

**Tabela 3 - Consumo Animal de milho em mil kg em 2016**

<b>Consumo Animal milho</b>	<b>Peso em mil kg</b>
Aves de Corte	19.558
Aves Matrizes	3.004
Aves Postura	4.618
Suínos Corte	9.228
Suínos Matrizes	4.431
Pecuária Leite/Confinamentos	6.119
Outros Animais	1.214

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Safras e Mercados, 2017.

Os principais estados consumidores estão localizados na região sul e sudeste do Brasil, onde se concentram cerca de 70% do rebanho de aves e 50% do rebanho de suíno do país, (CHIODI, 2006). O destaque é o estado do Paraná com 11,54 milhões de toneladas, seguido de São Paulo com 7,19 milhões de tonelada, conforme vemos na tabela 4 abaixo:

**Tabela 4 - Consumo de milho por estado em mil kg em 2016**

<b>Estado</b>	<b>Peso em mil kg</b>
PR	11.542
SC	6.731
RS	6.310
GO	4.837
SP	7.190
MG	5.082
ES/RJ	992
MS	2.444
MT	3.315
Norte/Nordeste	9.106

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Safras e Mercados, 2017.

### **3.7 EXPORTAÇÃO DE MILHO NO BRASIL**

A Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) é um sistema de nomenclatura de mercadorias adotada em convenção em 1995 pelo Uruguai, Paraguai, Brasil e Argentina afim de contribuir para o comércio internacional e em análises e estudos estatísticos. A NCM do milho é *1005901 - Milho em Grão, exceto para sementeira* (MDIC, 2017).

No período de 1997 a 2016, segundo dados do SISCOMEX - MDIC (2017), o Brasil exportou um total de 185,207 milhões de toneladas de milho, cuja maior parte (179,430 milhões) foi exportada por via marítima. Neste período, o milho brasileiro teve como destino

117 diferentes países, dos quais destaca-se o Irã, com 32 milhões de toneladas, seguido da Coreia do Sul com 19 milhões de toneladas.

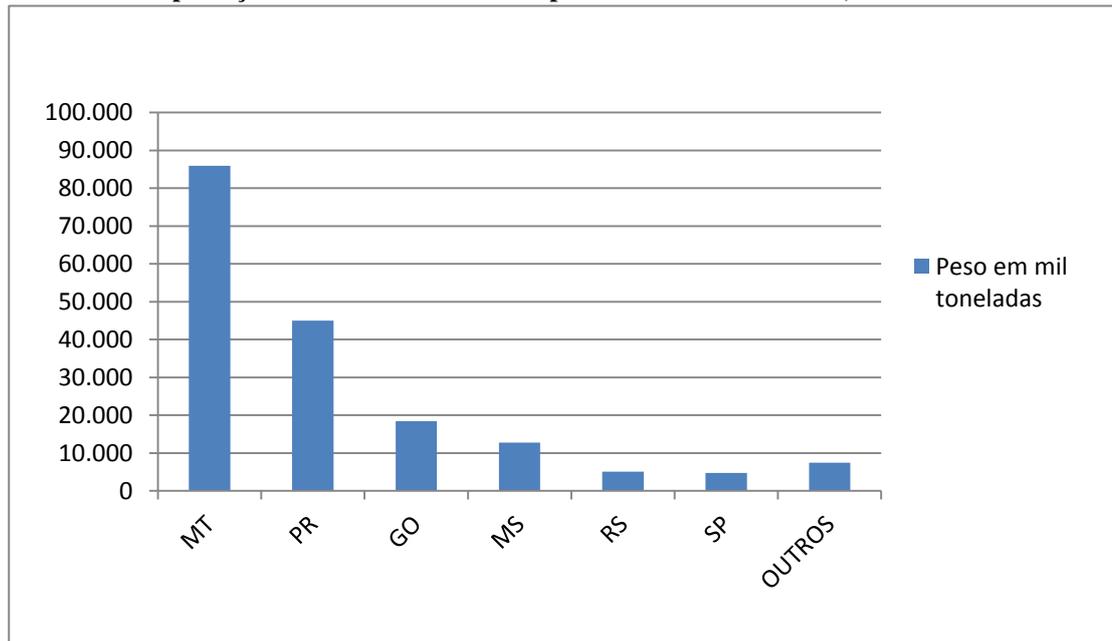
**Tabela 5 - Países destinatários das exportações de milho do Brasil de 1997 a 2016**

País de destino	Kg Líquido	País de destino	Kg Líquido
Irã	32.375.486.116	África do Sul	932.015.703
Coreia do Sul	19.470.317.032	Coreia do Norte	921.885.011
Japão	16.472.516.613	Bangladesh	913.705.997
Vietnã	12.666.699.375	Bélgica	868.435.016
Taiwan (Formosa)	12.424.506.089	Peru	747.726.610
Espanha	11.361.760.140	Venezuela	698.157.046
Egito	9.113.821.612	China	622.372.886
Malásia	8.856.012.557	França	598.565.204
Arábia Saudita	6.602.267.689	Jordânia	568.347.652
Marrocos	6.003.676.095	Coveite (Kuweit)	559.890.507
Indonésia	5.359.716.127	Iêmen	547.496.266
Países Baixos (Holanda)	4.968.720.451	México	539.504.314
Argélia	4.543.594.180	Chile	500.658.452
Colômbia	3.530.509.714	Romênia	474.268.243
Portugal	3.011.617.913	Reino Unido	463.042.806
República Dominicana	2.769.778.059	Irlanda	462.551.862
Estados Unidos	2.029.746.139	Costa Rica	445.210.502
Itália	1.527.402.632	Polônia	401.596.458
Tunísia	1.174.631.960	Guatemala	381.007.219
Alemanha	1.157.243.143	Suíça	353.140.316
Emirados Árabes Unidos	1.093.747.850	Filipinas	344.344.529
Israel	1.083.690.274	Equador	320.928.438
Cuba	1.022.395.934	Outros destinos	3.922.845.113

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do MDIC, 2017.

Os principais estados exportadores de milho no período de 1997 a 2016 foram o Mato Grosso, com 90,9 milhões de toneladas, Paraná com 45 milhões de toneladas, Goiás com 18,4 milhões de toneladas e Mato Grosso do Sul com 12,8 milhões de toneladas (MDIC, 2017).

Gráfico 11 – Exportação de milho Via Marítima por estado de 1997 a 2016, em mil toneladas



Fonte:MDIC2017, elaboração própria.

Segundo Chiodi (2006), o Brasil possui um grande potencial como exportador de milho no cenário mundial, “[...]principalmente em função de ganho de produtividade no país nos últimos anos e das expectativas de redução dos estoques mundiais.”. O autor destaca que existem desafios com os quais o país precisa avançar para se tornar um grande exportador, tais como melhorar condições de estradas, portos e capacidade de armazenagem.

### 3.7.1 Vias de exportação

No Brasil, das 185 milhões de toneladas de milho exportadas no período de 1997 a 2016, 179,4 milhões de toneladas foram exportadas por via marítima (Siscomex, 2017).

Tabela 6 - Vias de exportação do milho Brasileiro de 1997 a 2016 em kg

Período	Peso Líquido (kg)
Marítima	179.430.806.022
Fluvial	5.708.984.667
Rodoviária	40.370.139
Aérea	15.943.317
Meios próprios	11.108.359
Ferrovária	341.340

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do MDIC, 2017.

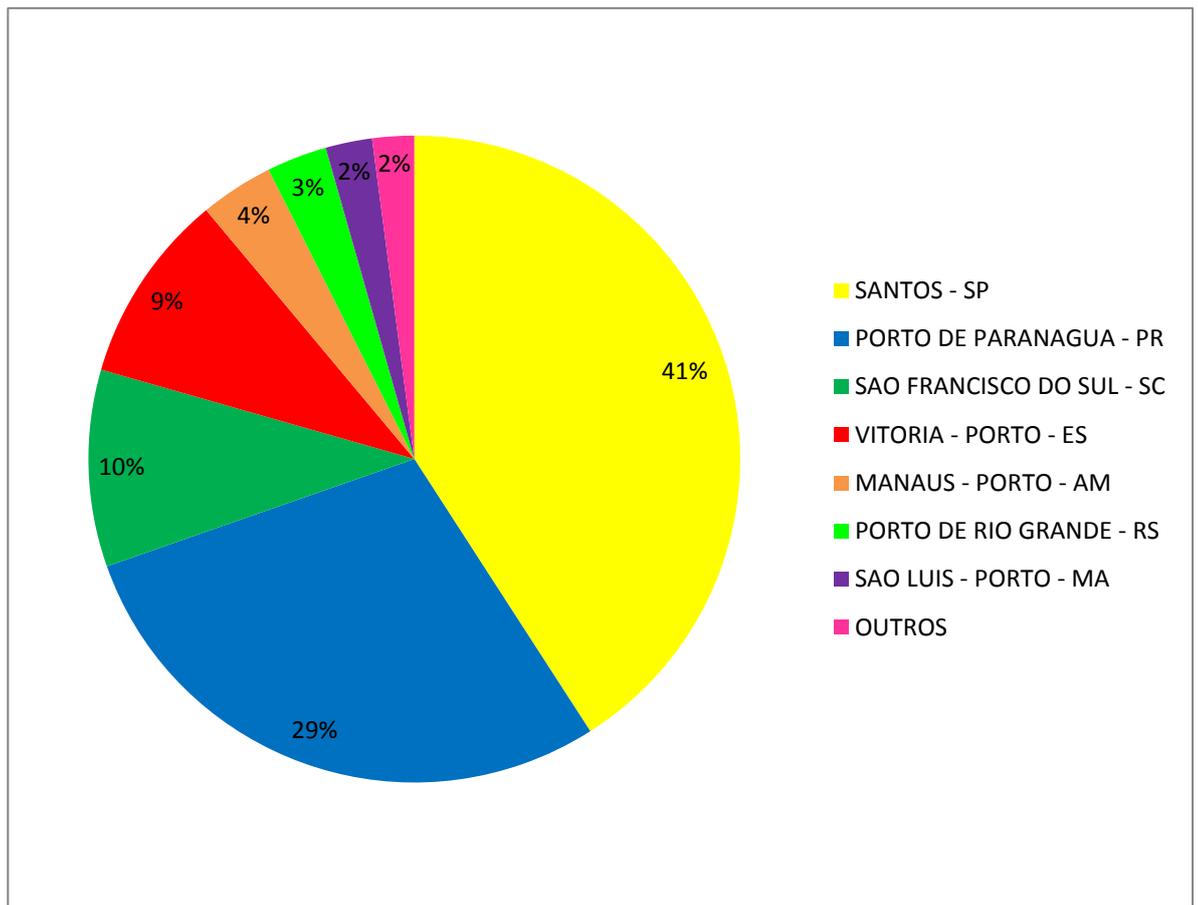
Os principais portos de exportação de milho do Brasil durante o período de 1997 a 2016 foram: o porto de Santos – SP, com um volume de 73 milhões de toneladas exportadas; em segundo lugar se encontra o porto de Paranaguá – PR com 51 milhões de toneladas.

**Tabela 7 - Volume em kg de milho exportado por portos Brasileiros**

Código do Porto	Descrição do Porto	Kg Líquido de P1
4117	SANTOS - SP	73.424.591.840
4228	PORTO DE PARANAGUA - PR	51.483.233.301
4428	SAO FRANCISCO DO SUL - SC	17.660.113.817
3428	VITORIA - PORTO - ES	17.076.609.995
1320	MANAUS - PORTO - AM	6.546.852.895
4560	PORTO DE RIO GRANDE - RS	5.375.574.763
2104	SAO LUIS - PORTO - MA	4.142.986.820
1510	BARCARENA - PA	1.942.143.447
4408	IMBITUBA - SC	1.025.813.650
3224	ILHEUS - BA	428.120.902
3243	SALVADOR - PORTO - BA	197.027.450
1514	SANTAREM - PA	111.724.386
4412	ITAJAI - SC	15.229.384
3605	RIO DE JANEIRO - PORTO - RJ	520.476
2320	FORTALEZA - PORTO - CE	241.500
1504	BELEM - PORTO - PA	13.324
2418	PARNAMIRIM - RN	6.575
2603	RECIFE - PORTO (SUAPE) - PE	1.452
2412	NATAL - PORTO - RN	45

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do MDIC, 2017.

**Gráfico 12 - Participação de cada Porto na exportação marítima de milho no Brasil**



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do MDIC, 2017.

A concentração de 70% do volume de milho exportado no período nos portos de Santos e de Paranaguá se justifica pelo fato de que os Portos são mais próximos das principais regiões produtoras/exportadoras – Mato Grosso, Goiás, Paraná e Mato Grosso do Sul. É possível ver na tabela abaixo a distância de algumas cidades produtoras nesses quatro estados até os Portos de Santos e Paranaguá:

**Tabela 8 - Distância de algumas das principais cidades produtoras de milho no Brasil até o Porto de Santos.**

Cidade	Distância até o Porto de Santos em km
Sinop - MT	20.153
Lucas do Rio Verde - MT	2.041
Primavera do Leste - MT	1.538
Rondópolis - MT	1.409
Dourados - MS	1.068
Maracaju - MS	1.096
Ponta Porã - MS	1.183
Cascavel - PR	1.005
Londrina - PR	619
Maringá - PR	732
Rio Verde - GO	995
Anápolis - GO	1.087

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Google Maps 2017.

**Tabela 9 - Distância de algumas das principais cidades produtoras de milho no Brasil até o Porto de Santos.**

Cidade	Distância até o Porto de Paranaguá em km
Sinop - MT	2.360
Lucas do Rio Verde - MT	2.213
Primavera do Leste - MT	1.745
Rondópolis - MT	1.617
Dourados - MS	948
Maracaju - MS	1.042
Ponta Porã - MS	1.061
Cascavel - PR	618
Londrina - PR	525
Maringá - PR	621
Rio Verde - GO	1.350
Anápolis - GO	1.405

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Google Maps 2017.

### 3.8 IMPORTAÇÃO DE MILHO NO BRASIL

O Brasil importou 17,97 milhões de toneladas de milho no período de 1997 a 2016. Os principais fornecedores de milho para o Brasil foram Paraguai com 11,95 milhões de toneladas, seguido da Argentina com 5,83 milhões de toneladas no período de 1997 a 2016 (Siscomex, 2017).

A localização e proximidade dos países vizinhos com as principais regiões consumidoras de milho do Brasil, localizados no sul, favorece a utilização de meios rodoviários para transporte do produto. Por exemplo, a cidade de Caaguazú, do importante departamento produtor de mesmo nome no Paraguai, está a uma distância de 592km da cidade de Chapecó – SC.

**Tabela 10 - Origem das importações de milho do Brasil de 1997 a 2016 em kg.**

País	Peso em Kg
Paraguai	11.925.443.017
Argentina	5.838.103.210
Estados Unidos	130.647.911
Uruguai	76.099.446
Outros	3.650.539

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do MDIC, 2017.

**Tabela 11 - Via de importação de milho do Brasil de 1997 a 2016 em kg.**

Via de Transporte	Peso em Kg
Rodoviária	12.236.730.405
Marítima	5.630.878.237
Ferroviária	98.462.369
Lacustre	7.870.000
Aérea	3.112

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do MDIC, 2017.

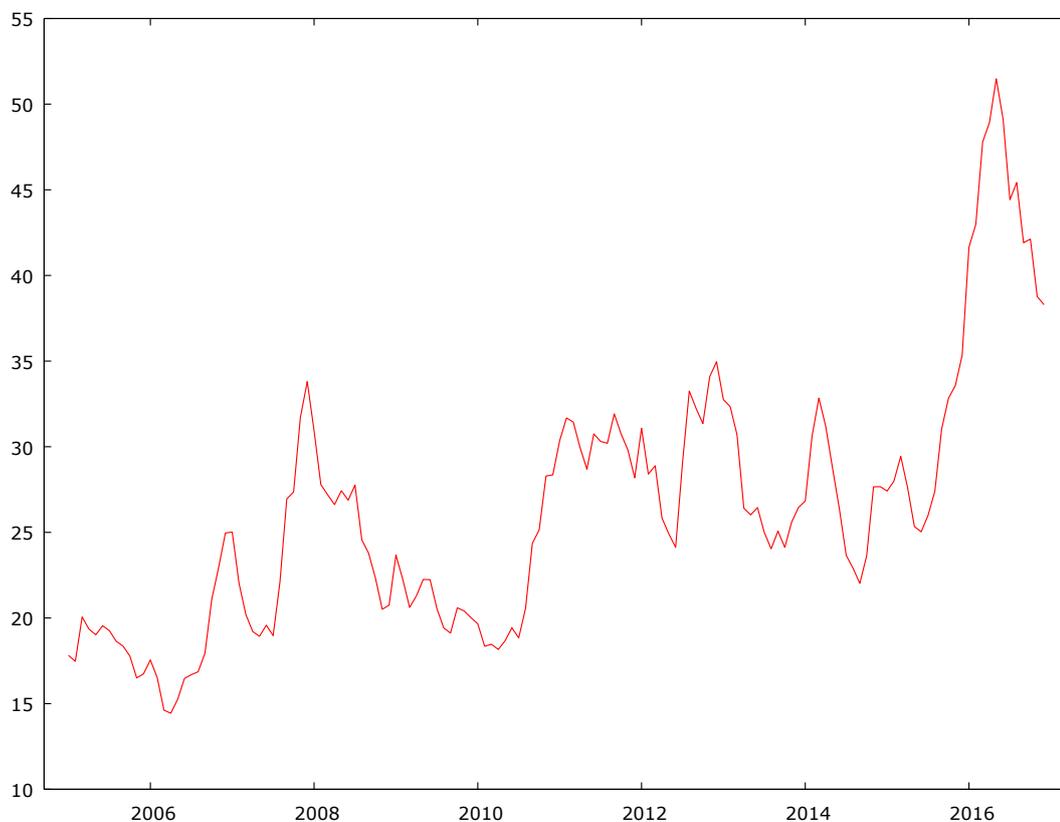
A principal entrada de milho no Brasil foi através de Foz do Iguaçu – PR, com 6,27 milhões de toneladas no período; seguido de Santa Helena – PR, com 2,88 milhões de toneladas.

Os principais estados de destino do milho importado de 1997 a 2016 foram Paraná, com 7,5 milhões de toneladas; Santa Catarina com 4,3 milhões de toneladas; Rio Grande do Sul com 1,6 milhão de toneladas (MDIC, 2017).

#### 4 MODELAGEM ARIMADA SÉRIE DO INDICADOR DO PREÇO DO MILHO ESAL/BM&F

Os dados da série foram diretamente importados para o *software* estatístico Gretl. Não precisou passar por nenhum tratamento preliminar. A série de preços mensal do indicador foi nomeada de *avistars*. Primeiramente fez-se um gráfico temporal da série, que contém 144 observações.

**Gráfico 13 - Gráfico da série mensal do indicador do preço do milho por saca de 60kg ESALQ/BM&FBovespa**



Fonte: dados CEPEA. Gráfico elaborado pelo autor com base nos resultados obtidos no Gretl.

Analisando visualmente o gráfico, aparentemente a série do Indicador não se verifica certa sazonalidade em algum determinado mês do ano, o que poderia ser incomum numa série de preços de *commodity* (MORETTIN, 1981, p. 6). Para confirmar, foi feita uma regressão do Indicador numa constante e adicionada doze variáveis *dummys* sazonais, uma para cada mês do ano, sendo que: *dmi1* igual a 1 se mês for janeiro e igual 0 se for qualquer outro mês; *dmi2* = 1 se o mês for fevereiro e 0 se for qualquer outro mês, sucessivamente até *dmi12* igual a 1

se o mês for dezembro e 0 se for qualquer outro mês e verificou-se a significância de cada variável *dummy*. Conforme resultado de saída no Gretl abaixo, nenhuma delas apresentou um p-valor significativo ao nível de 95% de confiança adotado no modelo.

**Gráfico 14 - Saída do Gretl da regressão da variável *avistars* em constante e 12 variáveis *dummy*ies sazonais**

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	27,9592	2,24690	12,44	5,32e-024 ***
dm1	-0,899167	3,17759	-0,2830	0,7776
dm2	-1,42417	3,17759	-0,4482	0,6548
dm3	-1,10333	3,17759	-0,3472	0,7290
dm4	-2,21250	3,17759	-0,6963	0,4875
dm5	-2,39750	3,17759	-0,7545	0,4519
dm6	-2,45833	3,17759	-0,7736	0,4405
dm7	-2,92083	3,17759	-0,9192	0,3597
dm8	-2,50917	3,17759	-0,7896	0,4312
dm9	-1,73417	3,17759	-0,5457	0,5862
dm10	-1,36833	3,17759	-0,4306	0,6674
dm11	-0,471667	3,17759	-0,1484	0,8822

Gráfico elaborado pelo autor com base nos resultados obtidos no Gretl.

Ainda fazendo uma análise visual inicial do gráfico da série temporal mensal do Indicador, pode-se perceber uma certa tendência. Para verificar a existência de tendência, foi feita uma regressão da variável *avistars* em constante e numa variável temporal, chamada *time*, sendo  $n1 = 1$ ,  $n2 = 2 \dots n144 = 144$ . Posteriormente, foi feito um MQO da série regredida na constante juntamente com a variável temporal. Com a significância da variável *time* dentro do IC do modelo, constatou-se que havia uma tendência temporal.

**Gráfico 15 - Saída do Gretl da regressão da variável *avistars* em constante e variável temporal *time***

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	16,8247	0,869411	19,35	1,20e-041 ***
time	0,131165	0,0104032	12,61	6,29e-025 ***

Gráfico elaborado pelo autor com base nos resultados obtidos no Gretl.

Para eliminar a tendência temporal, inicialmente, foram salvos os resíduos dessa regressão, designados de *uhat2*, originando a nova série demonstrada no gráfico abaixo.

**Gráfico 16 - Resíduos da regressão da variável avistars em constante e a variável tendência temporal (time)**

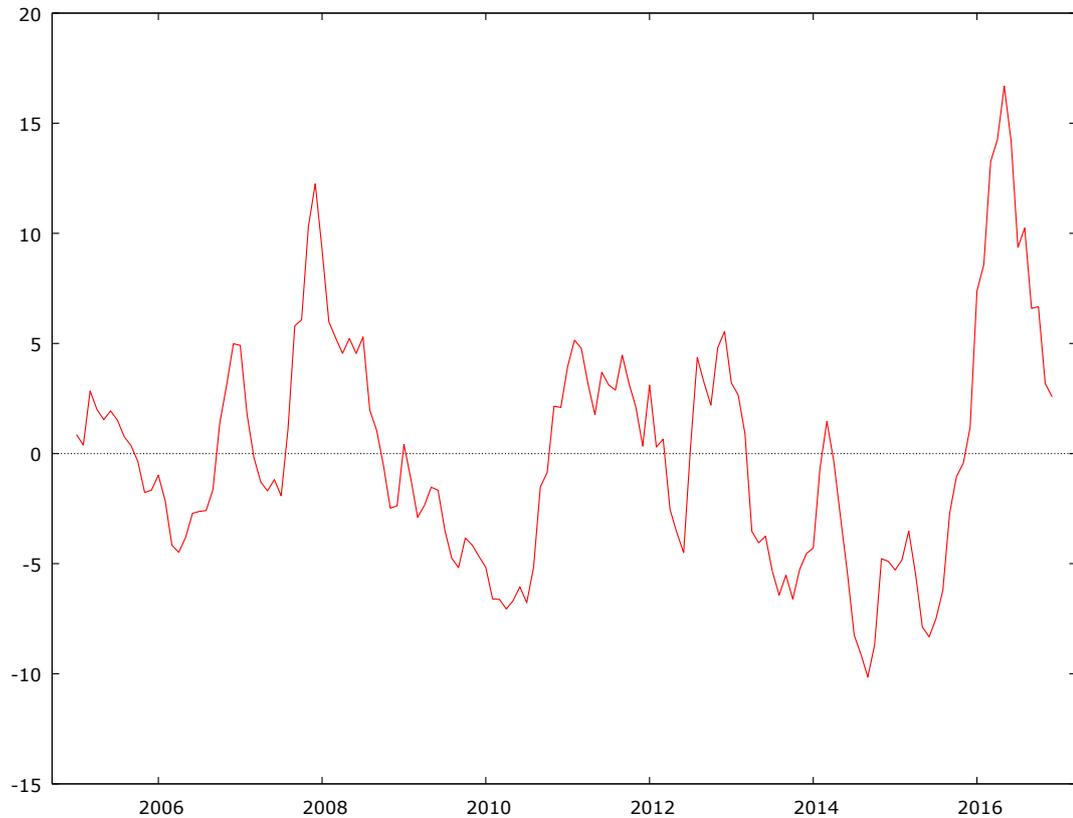


Gráfico elaborado pelo autor com base nos resultados obtidos no Gretl.

Afim de verificar se após a remoção da tendência pôde haver sazonalidade, a nova série foi regredida nas variáveis *dummies*. O resultado gerado pode ser analisado abaixo:

**Gráfico 17 - Saída do Gretl da regressão da variável uhat2 em constantes e dummies sazonais**

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	0,903520	1,53149	0,5900	0,5562
dm1	0,543654	2,16586	0,2510	0,8022
dm2	-0,112512	2,16586	-0,05195	0,9586
dm3	0,0771560	2,16586	0,03562	0,9716
dm4	-1,16318	2,16586	-0,5371	0,5921
dm5	-1,47934	2,16586	-0,6830	0,4958
dm6	-1,67134	2,16586	-0,7717	0,4417
dm7	-2,26501	2,16586	-1,046	0,2976
dm8	-1,98450	2,16586	-0,9163	0,3612
dm9	-1,34067	2,16586	-0,6190	0,5370
dm10	-1,10600	2,16586	-0,5107	0,6104
dm11	-0,340501	2,16586	-0,1572	0,8753

Gráfico elaborado pelo autor com base nos resultados obtidos no Gretl.

Da mesma maneira que no teste anterior, não houve significância de nenhuma *dummy*. Ou seja, mesmo eliminando o componente de tendência temporal da série inicial, a série não apresenta sazonalidade, podendo assim ser seguidos os passos da modelagem ARIMA.

O próximo passo é verificar se há ou não estacionariedade na série, para isso foi realizado o teste de raiz unitária de *Dickey-Fuller* Aumentado (ADF). Encontrou-se o p-valor assintótico de 0,0004663, ou seja, dentro do nível de significância do modelo de 95%, a série é considerada estacionária. Como houve estacionariedade, não foi necessário fazer a diferenciação.

Seguindo, pela análise do correlograma, a FAC da série apresenta um decaimento exponencial e a FACP um comportamento truncado em p. Com isso, segundo Morettin (1981), indica-se um processo AR (2).

**Gráfico 18 - Correlograma e Fator de Correlação Parcial da série *uhat2***

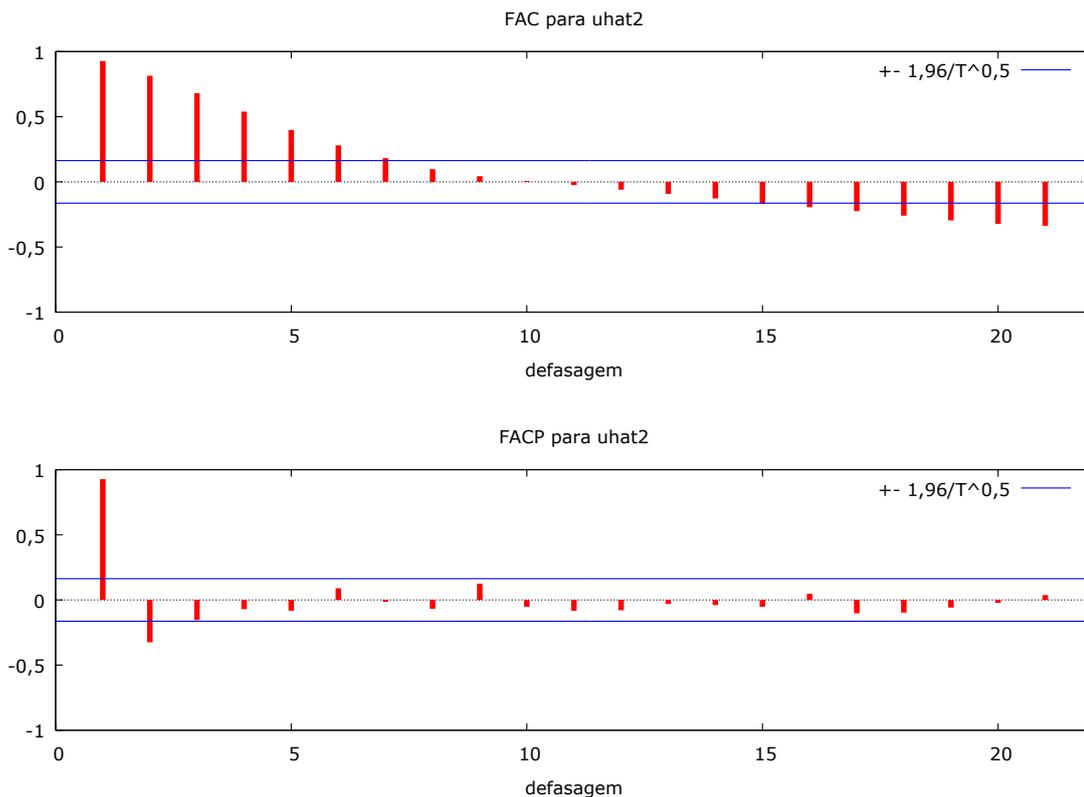


Gráfico elaborado pelo autor com base nos resultados obtidos no Gretl.

Ainda que o correlograma indique um possível modelo (MORETTIN, 1981), foram testados outros modelos usuais. Conforme tabela abaixo.

**Tabela 12 - Resultado dos modelos testados.**

Modelo	Coefficiente(s)	Teste Ljung-Box	AIC	BIC
AR (1)	significativos	0,0083 não aprovado	-	-
AR (2)	significativos	0,7923 aprovado	588,2736	597,1830
AR (3)	nãosignificativos	-	-	-
AR (4)	nãosignificativos	-	-	-
MA (1)	significativos	3,407e-050 não aprovado	-	-
MA (2)	significativos	1,609e-021 não aprovado	-	-
MA (3)	significativos	7,700e-011 não aprovado	-	-
MA (4)	significativos	0,0002 não aprovado	-	-
ARMA (1,1)	significativos	0,5012 aprovado	592,2820	601,1914
ARMA (1,2)	nãosignificativos	-	-	-
ARMA (2,2)	não significativos	-	-	-

Fonte: Tabela elaborada pelo autor com base nos resultados obtidos no Gretl.

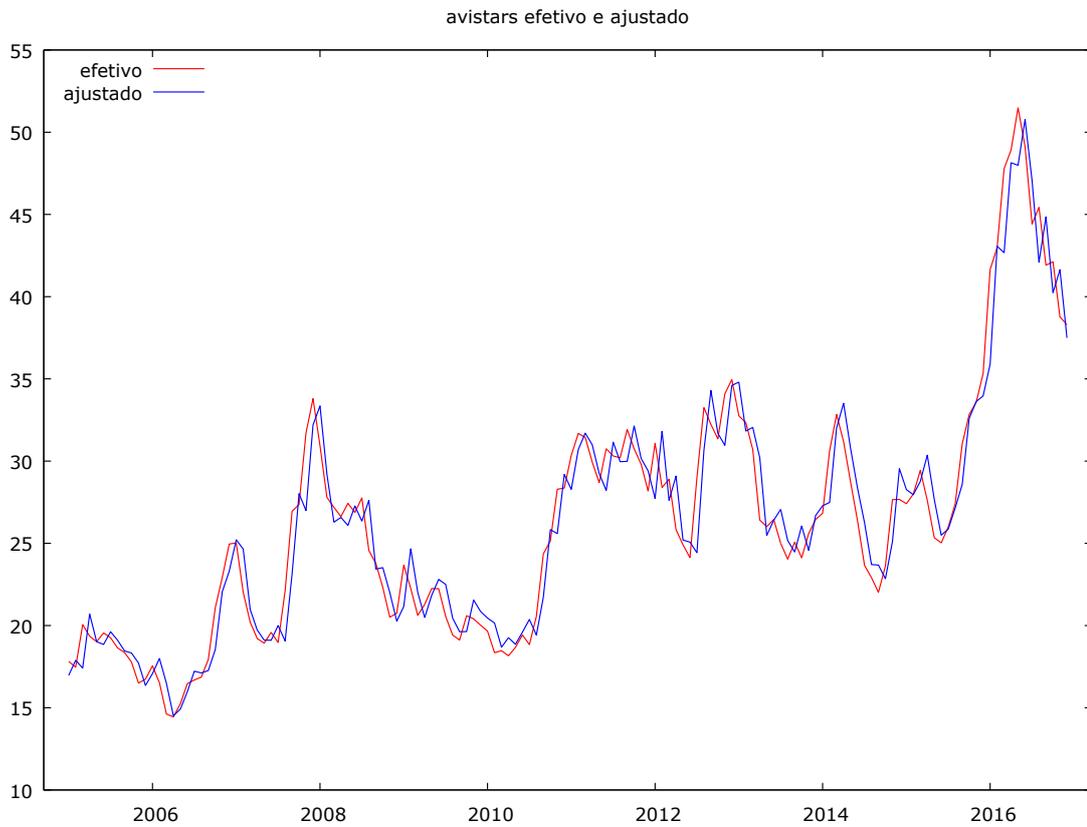
Tanto pelo critério AIC como pelo critério BIC, o melhor modelo, dentre os modelos testados, foi o AR(2). Também foi o modelo primeiramente sugerido pela análise do correlograma. Abaixo segue o resultado do Gretl da série original regredida na constante, variável temporal e nos dois elementos AR do modelo.

**Gráfico 19 - Modelo AR(2) da série serie mensal do indicador de Preço do Milho ESALQ/BM&FBovespa**

	coeficiente	erro padrão	z	p-valor	
const	16,8361	1,60595	10,48	1,03e-025	***
phi_1	1,22303	0,0788212	15,52	2,68e-054	***
phi_2	-0,321726	0,0789256	-4,076	4,58e-05	***
time	0,132763	0,0236363	5,617	1,94e-08	***
Média var. dependente	26,33424	D.P. var. dependente	7,528370		
Média de inovações	-0,002756	D.P. das inovações	1,813607		
Log da verossimilhança	-291,1319	Critério de Akaike	592,2638		
Critério de Schwarz	607,1128	Critério Hannan-Quinn	598,2976		

Gráfico elaborado pelo autor com base nos resultados obtidos no Gretl.

Os valores ajustados (modelo) comparados com a série efetiva seguem no gráfico 20 abaixo:

**Gráfico 20 - Valores ajustados e efetivos do modelo da serie avistars no tempo**

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor com base nos resultados obtidos no Gretl.

Visualmente pode-se perceber que os valores ajustados e efetivos seguem bem próximos. A diferença entre os dois valores são os valores dos resíduos, que seguem no gráfico abaixo.

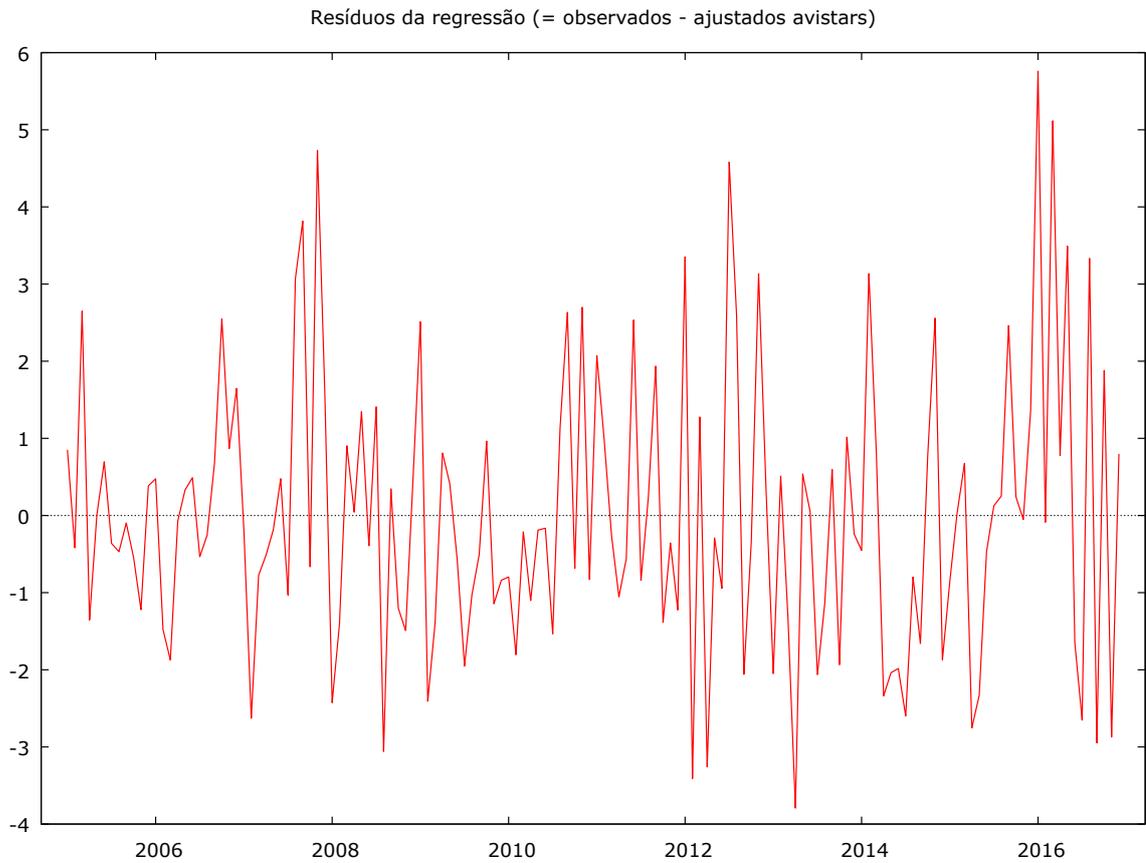
**Gráfico 21 - Resíduos dos valores ajustados e efetivos de avistars no tempo**

Gráfico elaborado pelo autor com base nos resultados obtidos no Gretl.

Embora os resíduos tenham um comportamento seguindo uma distribuição normal (média zero e desvio padrão um), eles apresentaram valores muito elevados em alguns pontos, o que acaba inviabilizando previsões a partir do modelo definido, pois isso acabaria gerando um intervalo estimado muito grande.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo da série mensal do Indicador de Preços do Milho ESALQ/BM&FBovespa pôde-se verificar tendência, o que é comum em séries temporais, principalmente quando se trata do preço de uma commodity agrícola. No entanto, não indicou presença de sazonalidade em nenhum mês do ano. Esse fato, inclusive, chama atenção e merece um estudo mais aprofundado para validação, pois indícios de sazonalidade são comuns no comportamento de preços de commodities (MORETTIN, 1981). Supõe-se que analisando o indicador em outros períodos, como semanais ou diários a sazonalidade poderia aparecer.

Através da modelagem ARIMA foi possível desenvolver um modelo passível de expressar a movimentação do preço do indicador mensal. A determinação do modelo, AR(2), demonstra que os preços em t são influenciados pelos preços em t-1 e t-2. Sendo que, segundo os coeficientes encontrados, os valores em t-1 afetam positivamente os valores em t, enquanto os valores em t-2 afetam negativamente. Ainda foi encontrada uma tendência temporal positiva.

A equação final do modelo é:

$$avistars = const + 1,2230phi_1 - 0,3217phi_2 + 0,1327time + erro$$

A obtenção da equação do modelo serve para explicar e analisar o que influencia, endogenamente, a série no passado. No entanto, não tem muita relevância para estudos relativos à previsão do indicador, já que os erros encontrados foram muito elevados em alguns pontos, o que causaria um intervalo de previsão grande.

## REFERÊNCIAS

ACTUALITIX. 10 de Janeiro de 2016. **Milho - Países Importadores**. Disponível em: <https://pt.actualitix.com/pais/wld/milho-paises-importadores.php> Acesso em 29 de Outubro de 2017.

ACTUALITIX. 10 de Janeiro de 2016. **Milho - Países Produtores**. Disponível em: <https://pt.actualitix.com/pais/wld/milho-paises-produtores.php> Acesso em 29 de Outubro de 2017

ACTUALITIX. 10 de Janeiro de 2016. **Milho Países Exportadores**. Disponível em: <https://pt.actualitix.com/pais/wld/milho-paises-exportadores.php> Acesso em: 29 de Outubro de 2017.

AMARAL, *Kassia*. Aflatoxinas em produtos à base de milho comercializados no Brasil e riscos para a saúde humana. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. Acesso em: 27 de maio de 2016.

BM&FBovespa. **Contrato Futuro de Milho com Liquidação Financeira - Especificações** -. BM&FBovespa, São Paulo, 2008.

BNDES. **A produção de etanol pela integração do milho-safrinha às usinas de cana-de-açúcar: avaliação ambiental, econômica e sugestões de política**. 2014. Disponível em BNDS: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2496/1/RB%2041%20A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20etanol\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2496/1/RB%2041%20A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20etanol_P.pdf) Acesso em: 14 de Outubro de 2017.

BRANCO, A. L. O. C. **A produção de soja no Brasil: uma análise econométrica no período de 1994-2008**.

CEPEA. (s.d.). **Metodologia de preços do milho ESALQ/BM&FBOVESPA**. Disponível em: [https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/METODOLOGIA\\_MILHO.pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/METODOLOGIA_MILHO.pdf). Acesso em: 1 de Outubro de 2017.

CHIODI, Luciane. **Integração espacial no mercado brasileiro de milho**. 2006. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. doi:10.11606/D.11.2006.tde-13112006-082158. Acesso em: 2017-10-15.

CME Group. **Corn Future Quotes**.2017. Disponível em: <http://www.cmegroup.com/trading/agricultural/grain-and-oilseed/corn.html>. Acesso em 15 de Outubro de 2017.

CONAB. **Séries Históricas**.2017.Disponível em:  
<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>. Acesso em 12 de Junho de 2017.

DIAS PAES, M. C. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Circular Técnica, Sete Lagos, 2006.

ESTATCAMP - Consultoria Estatística e Qualidade, DIGUP - Desenvolvimento de Sistemas e Consultoria Estatística. (s.d.). **Portal Action**. Disponível em:  
<http://www.portalaction.com.br>. Acesso em: 15 de Outubro de 2017.

GOOGLE.Sinop, MT / Santos, SP. In: \_\_\_\_\_. **Google maps**.Mountain View, 2017.Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/dir/Sinop+-+MT/Santos+-+SP/@-17.6860841,-60.385941,5z/data=!3m1!4b1!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x93a77fe80bc27573:0x1207800617733e83!2m2!1d-55.5095451!2d-11.8608456!1m5!1m1!1s0x94ce03423c3b1c3b:0x584dceedfc63644f!2m2!1d-46.3288865!2d-23.9678823>>. Acesso em: 11 out. 2017.

GOOGLE. Sinop, MT / Santos, SP.In: \_\_\_\_\_. **Google maps**.Mountain View, 2017. Disponível em: <>. Acesso em: 11 out. 2017.

GOOGLE. Lucas do Rio Verde, MT / Santos, SP. In: \_\_\_\_\_. **Google maps**. Mountain View, 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/dir/Lucas+do+Rio+Verde+-+MT/Santos+-+SP/@-18.2823315,-60.3850784,5z/data=!3m1!4b1!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x93a0f3c6a1d90b3b:0xd207602a5617a3b1!2m2!1d-55.9193214!2d-13.064847!1m5!1m1!1s0x94ce03423c3b1c3b:0x584dceedfc63644f!2m2!1d-46.3288865!2d-23.9678823>>. Acesso em: 11 out. 2017.

HULL, J. C. **Opções, Futuros e Outros Derivativos**. 3ª ed., Vol. Único São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1998.

IMEA. **Entendendo o Mercado Do Milho**. 2015. Disponível em:  
[http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/Paper\\_jornalistas\\_Milho\\_AO.pdf](http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/Paper_jornalistas_Milho_AO.pdf). Acesso em: 12 de Junho de 2017.

MDIC. **Nomenclatura Comum do Mercosul - NCM**. 2017. Disponível em:  
<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/negociacoes-internacionais/206-assuntos/categ-comercio-exterior/sgp-sistema-geral-de-preferencias/1799-sgp-nomenclatura-comum-do-mercossul-ncm>. Acesso em: 1 de Outubro de 2017.

MORAES, M. C. de, & Albuquerque, A. P. Previsão para o preço futuro do cacau através de uma série univariada de tempo: uma abordagem utilizando o método arima. **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 23 de Julho de 2006, p. 17.

MORETTIN, P. A., & Toloi, C. M. **Modelos Para Previsão de Series Temporais**. Rio de Janeiro: IMPA, 1981.

OPERE FUTUROS. (s.d.). **História do Mercado Futuro**. Disponível em: <http://www.operefuturos.com.br/analise-fundamentalista/historia-do-mercado-futuro> Acesso em: 7 de Setembro de 2017.

PAES, M. C. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Sete Lagoas, 2006.

SAFRAS E MERCADOS. **Banco de Dados**. Safras e Mercados. 2017

SILVA, W. V., Samohyl, R. W., & Costa, L. S.. Comparação entre os métodos de previsão univariados para o preço médio da soja no Brasil. Curitiba: 2002, **XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, p. 8.

SISCOMEX. **Alice Web**. 2017. Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br>. Acesso em: 10 de Outubro de 2017.

USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. Disponível em: <https://www.usda.gov/media/agency-reports> Acesso em: 29 de Março de 2017

USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. 2017. Acesso em: 28 de Outubro de 2017.

### Anexo 1 – Série Mensal Indicador do Preço do Milho ESALQ/BM&FBovespa

Data	À vista R\$ por saca de 60 kg
01/2005	17,82
02/2005	17,47
03/2005	20,06
04/2005	19,35
05/2005	19,02
06/2005	19,55
07/2005	19,26
08/2005	18,64
09/2005	18,36
10/2005	17,78
11/2005	16,50
12/2005	16,74
01/2006	17,55
02/2006	16,52
03/2006	14,62
04/2006	14,44
05/2006	15,25
06/2006	16,47
07/2006	16,69
08/2006	16,86
09/2006	17,94
10/2006	21,09
11/2006	22,93
12/2006	24,96
01/2007	25,02
02/2007	22,02
03/2007	20,20
04/2007	19,21
05/2007	18,93
06/2007	19,58
07/2007	18,97
08/2007	22,13
09/2007	26,95
10/2007	27,36
11/2007	31,72
12/2007	33,80
01/2008	30,93
02/2008	27,79

03/2008	27,19
04/2008	26,62
05/2008	27,43
06/2008	26,88
07/2008	27,76
08/2008	24,56
09/2008	23,78
10/2008	22,32
11/2008	20,51
12/2008	20,75
01/2009	23,67
02/2009	22,26
03/2009	20,62
04/2009	21,29
05/2009	22,25
06/2009	22,24
07/2009	20,55
08/2009	19,42
09/2009	19,12
10/2009	20,60
11/2009	20,41
12/2009	20,02
01/2010	19,66
02/2010	18,35
03/2010	18,47
04/2010	18,16
05/2010	18,67
06/2010	19,43
07/2010	18,84
08/2010	20,56
09/2010	24,36
10/2010	25,15
11/2010	28,29
12/2010	28,36
01/2011	30,35
02/2011	31,68
03/2011	31,44
04/2011	29,94
05/2011	28,69
06/2011	30,75

07/2011	30,31
08/2011	30,20
09/2011	31,92
10/2011	30,75
11/2011	29,81
12/2011	28,18
01/2012	31,08
02/2012	28,40
03/2012	28,89
04/2012	25,83
05/2012	24,91
06/2012	24,13
07/2012	29,01
08/2012	33,25
09/2012	32,23
10/2012	31,35
11/2012	34,09
12/2012	34,96
01/2013	32,75
02/2013	32,34
03/2013	30,71
04/2013	26,41
05/2013	26,02
06/2013	26,45
07/2013	25,00
08/2013	24,04
09/2013	25,07
10/2013	24,12
11/2013	25,59
12/2013	26,45
01/2014	26,83
02/2014	30,62
03/2014	32,84
04/2014	31,18

05/2014	28,75
06/2014	26,38
07/2014	23,66
08/2014	22,91
09/2014	22,02
10/2014	23,62
11/2014	27,66
12/2014	27,67
01/2015	27,41
02/2015	27,99
03/2015	29,44
04/2015	27,61
05/2015	25,34
06/2015	25,03
07/2015	25,99
08/2015	27,40
09/2015	31,04
10/2015	32,83
11/2015	33,57
12/2015	35,33
01/2016	41,65
02/2016	42,98
03/2016	47,79
04/2016	48,92
05/2016	51,48
06/2016	49,12
07/2016	44,42
08/2016	45,43
09/2016	41,91
10/2016	42,12
11/2016	38,77
12/2016	38,29