

CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Gustavo Leivas

**Produção de Milho no Brasil: Um Estudo Econométrico
2004 - 2014**

Santa Cruz do Sul
2016

Gustavo Leivas

**PRODUÇÃO DE MILHO NO BRASIL: UM ESTUDO ECONOMÉTRICO
2004 - 2014**

Trabalho de conclusão apresentado
ao curso de Ciências Econômicas
da Universidade de Santa Cruz do
Sul para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Econômicas

Orientador: Prof. Dr. Silvio Cezar
Arend

Santa Cruz do Sul

2016

Dedico este trabalho à minha família e aos meus mestres, que influenciaram a minha escolha e fomentaram a minha busca pelo conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares por todo o apoio ao longo do curso, aos meus professores pelos conhecimentos transmitidos, ao orientador Silvio Cezar Arend pelo apoio e auxílio através de conhecimento e experiências transmitidas e a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“Se A é o sucesso, então A é igual a X mais Y mais Z. O trabalho é X; Y é o lazer; e Z é manter a boca fechada.”

(Albert Einstein)

RESUMO

A quantidade produzida de milho no Brasil tem sofrido alterações e para que se possa ter entendimento de como estas alterações ocorrem e quais as variáveis que possuem influência sobre esta oscilação, é necessário efetuar um estudo econométrico que pode modelar esta flutuação. Este estudo visa analisar estas variáveis, durante o período de 2004 a 2014 para isto foram realizados testes para identificação de quais variáveis possuem maior influência e qual a relevância desta influência na quantidade produzida de milho no país durante este período. O modelo estimado foi o de Mínimos Quadrados Ordinários, onde foi identificado que as variáveis que possuem maior relevância são Consumo Interno e Exportação. O teste de Breusch-Godfrey indicou que não existe correlação serial entre as variáveis e o teste de White indicou que não existe heteroscedasticidade. Importante salientar que o consumo interno é a variável que demonstrou maior relevância na oferta de milho no país durante o período estudado.

Palavras-Chave: Econometria, Produção de Milho, Oscilação, Mínimos Quadrados Ordinários, Séries Temporais

ABSTRACT

The amount of corn produced has undergone some changes and to be able to understand how these changes occurred and which variables have influenced this oscillation, it is necessary to make an econometric study of the time series that can exert this fluctuation. This study aims to the analysis of these variables during the period of 2004-2014, which tests were performed to identify which variables have the biggest influence and the relevance of this to the amount of corn produced in the country. The estimated model was the "OLS" (Ordinary Least Squares), which allowed the identification of the most relevant variables: internal consumption and export amount. The Breusch-Godfrey test indicated that there is no serial correlation between the variables and the White test indicated that there is no heteroskedasticity. It is worth to notice that domestic consumption is the variable that showed greater relevance in the corn supply in the country during the studied period.

Key Words: Econometric, Corn Production, Oscillation, Ordinary Least Squares, Time Series

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Demanda de Produtos no Âmbito do Mercado	23
Figura 2 – Equação de Elasticidade-preço da Demanda	24
Figura 3 – Equação de Elasticidade-preço da Oferta.....	25
Figura 4 – Modelo de Variação de Oferta e Demanda em um Teorema de Teia de Aranha.....	27
Figura 5 – Produção de Milho no Brasil; 2004 – 2014, 1.000t.....	30
Figura 6 – Produção de Milho no Mundo; 2004 – 2014, 1.000t.....	32
Figura 7 – Oferta e Demanda de Milho no Brasil; 2004 – 2014, 1.000t.....	34
Figura 8 – Efetivo de Aves e Suínos; 2004 – 2014, 1.000 cabeças	35
Figura 9 – Rebanho x Consumo Interno de Milho; 2004 - 2014.....	36
Figura 10 – Modelo de Regressão Múltipla.....	37
Figura 11 – Evolução da Produção; 2004 - 2014	44
Figura 12 – Evolução da Quantidade Exportada; 2004 - 2014.....	45
Figura 13 – Evolução do Consumo Interno; 2004 - 2014	46
Figura 14 – Evolução da Importação; 2004 - 2014.....	46
Figura 15 – Evolução do Preço da Saca de Milho de 60Kg; 2004 – 2014	47
Figura 16 – Variação Cambial USD x R\$; 2004 – 2014	48
Figura 17 – Variação na Quantidade de Estoques Iniciais; 2004 – 2014	49
Figura 18 – 1º Modelo de Regressão Múltipla com Defasagem.....	50
Figura 19 – 1º Modelo de Regressão Múltipla por logarítmo.....	52
Figura 20 – 2º Modelo de Regressão Múltipla por logarítmo.....	53
Figura 21 – 3º Modelo de Regressão Múltipla por logarítmo.....	54
Figura 22 – Teste de White Modelo de Regressão através de logarítmos.....	55
Figura 23 – 1º Modelo de Regressão Múltipla.....	56
Figura 24 – 2º Modelo de Regressão Múltipla.....	57

Figura 25 – 3º Modelo de Regressão Múltipla.....	58
Figura 26 - 4º Modelo de Regressão Múltipla	59
Figura 27 – 5º Modelo de Regressão Múltipla.....	59
Figura 28 – Teste de Breusch-Godfrey	61
Figura 29 – Teste de White	62
Figura 30 – Representação da Equação de Regressão Múltipla	63
Figura 31 – Análise gráfica das variáveis consideradas.....	66
Figura 32 – Revisão da Previsão Baseada no Modelo.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção de Milho no Brasil; 2004 – 2014, 1.000t.....	30
Tabela 2 – Produção de Milho no Mundo; 2004 – 2014, 1.000t.....	31
Tabela 3 – Oferta e Demanda de Milho no Brasil; 2004 – 2009, 1.000t.....	33
Tabela 4 – Oferta e Demanda de Milho no Brasil; 2010 – 2014, 1.000t.....	33
Tabela 5 – Efetivo de Aves e Suínos; 2004 – 2014, 1.000 cabeças	35
Tabela 6 – Consolidação dos Dados das Séries Históricas; 2004 - 2014	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Problema	13
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.2.3 Justificativa	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Estrutura de Mercado.....	15
2.2 Mercados Agrícolas	16
2.3 Demanda e Oferta.....	22
2.3.1 Teorema da Teia de Aranha.....	26
3 Cadeia Produtiva do Milho no Brasil e no Mundo	29
3.1 Oferta e Demanda De Milho no Brasil.....	32
3.2 Mercados Consumidores de Milho	34
4 METODOLOGIA	37
4.1 O Modelo de Regressão Múltipla	37
4.1.1 Teste de Breusch-Godfrey para autocorrelação	39
4.1.2 Teste de White para heteroscedasticidade	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 Obtenção dos dados	42
5.2 Operacionalização dos dados.....	42
5.3 Análises Gráficas das Variáveis	43
5.4 Estimativa da equação de Modelo de Regressão Múltipla com defasagem.....	49
5.5 Estimativa da equação de Modelo de Regressão Múltipla através de logaritmo	51
5.6 Teste de White no Modelo de Regressão através de logaritmos	55
5.7 Estimativa da equação de Modelo de Regressão Múltipla	56
5.8 Teste de Breusch-Godfrey – teste LM para correlação serial	60
5.9 Teste de White	61
5.10 Modelo de Regressão Múltipla.....	62
5.10.1 Análise Estatística do Modelo de Regressão Múltipla	63

5.10.2 Análise Econômica do Modelo de Regressão Múltipla.....	65
6 CONCLUSÃO	68
6.1 Limitações do estudo e sugestões para novos estudos	69
REFERÊNCIAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

Conforme Bocchi (2004), a agricultura ainda exerce no Brasil um papel fundamental no comportamento das taxas de inflação e das exportações. Por esta condição é de suma importância estudarmos o comportamento da produção dos diversos produtos agrícolas que dão base ao mercado nacional.

A cultura do milho é um dos segmentos mais importantes do agronegócio brasileiro, é o insumo básico para a avicultura e suinocultura, dois setores muito competitivos internacionalmente e que no ano de 2015 geraram em conjunto em torno de R\$ 2.895.943.588,00 (FOB) na balança comercial do Brasil, conforme dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC, 2016).

O milho é utilizado como insumo base para muitos alimentos, porém no Brasil, devido à alta no preço da soja nos últimos anos, vem gerando queda na área plantada na 1ª safra, que vem sendo substituída pela cultura de soja, aumentando assim o custo de produção. No mundo a taxa de crescimento do consumo de milho tem sido maior do que a sua taxa de produção e países como Estados Unidos e China têm obtido um forte crescimento no consumo interno.

Nos últimos anos a cultura do milho não é voltada somente à alimentação, mas também para a produção de etanol, biocombustível utilizado na substituição do petróleo, devido à sua baixa taxa de poluição.

Embora pareça razoável o entendimento de que a quantidade ofertada receberá influência direta do preço executado no período, é importante o estudo de quais outras variáveis influenciam a produção.

1.1 Problema

O problema de pesquisa deste estudo é: quais são as variáveis econômicas que exercem influência sobre a oferta de milho no Brasil?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Identificar as variáveis que exercem influência sobre a produção do milho nos anos de 2004 a 2014.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os principais fatores que exercem influência na produção do milho comercializado internamente no país.
- Demonstrar a relevância que cada fator exerce na tomada de decisão do produtor em produzir este grão.
- Estimar uma função de oferta de milho para o Brasil no período 2004-2014.

1.2.3 Justificativa

Como a agricultura é uma área que possui influência importante no mercado interno e externo brasileiro e como o seu consumo vem crescendo mais do que a sua oferta, é importante a identificação de qual o seu comportamento ao longo do tempo e como as variáveis econômicas exercem influência sobre a quantidade produzida no país, através do estudo de como a oscilação na quantidade exportada, preço médio da saca de 60 kg, taxa de câmbio, consumo interno, quantidade importada e estoques iniciais exercem influência na quantidade produzida durante o período estudado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estrutura de Mercado

O mercado agrícola se encontra-se em uma estrutura de mercado de concorrência perfeita. Abaixo segue a definição de mercado:

Por mercado deve-se entender uma área geográfica na qual vendedores e compradores realizam a transferência de propriedade de bens e serviços. Em análise econômica, o termo mercado envolve um espaço em que as decisões dos compradores (consumidores) podem afetar sensivelmente as decisões dos vendedores (produtores) e vice-versa (MENDES; JUNIOR, 2007, p. 176).

Segundo Rosseti (2002), apud Michels *et al* (2013, p. 35),

Em sua acepção primitiva, a palavra mercado dizia respeito a um lugar determinado onde os agentes econômicos realizavam suas transações.

Para Parkin (2009), um mercado é qualquer estrutura que permite que compradores e vendedores obtenham informações e façam negócios uns com os outros. É neste ambiente que as duas principais leis da economia tomam forma, a Oferta e a Demanda e também onde os preços são formados, os produtores ofertam os seus produtos e serviços e os compradores decidem se irão comprá-los dependendo de sua necessidade.

A definição de concorrência perfeita, conforme Gremaud, Vasconcellos e Toneto Jr (2002), é uma estrutura de mercado com muitos vendedores e muitos compradores, onde nenhum deles tem influência significativa no preço.

É um mercado com vários vendedores e compradores, de forma que cada agente econômico isolado não tem condição de afetar o preço de mercado. O produto é homogêneo em todas as empresas. Não há diferenças de embalagem e qualidade (MICHELS *et al*, 2013, p. 39).

Um mercado operando em concorrência perfeita deve ter um grande número de compradores e vendedores, o produto deve ser homogêneo, há ausência de restrições artificiais à procura, à mobilidade de produtos e dos recursos e deve existir um perfeito conhecimento de todas as informações sobre preços, processos de produção e a ação de outros produtos.

A estrutura de mercado caracterizada por concorrência perfeita é uma concepção mais teórica, porque os mercados altamente concorrenciais, na realidade, são apenas aproximações desse modelo, posto que, em condições normais, sempre parece existir algum grau de imperfeição que distorce o seu funcionamento (GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETTO JR., 2002, p. 194).

2.2 Mercados Agrícolas

No caso do mercado agrícola, estas imperfeições podem ser identificadas nas questões de intervenções governamentais e também na dificuldade na mobilidade dos recursos, como por exemplo o maquinário, que não possuem facilidade na sua realocação em outros usos econômicos.

Assim num jogo de mercado, predomina, na coordenação da cadeia produtiva, o lado que for mais forte. Se os vendedores são organizados e unidos, mais possivelmente a coordenação da cadeia produtiva caberá a eles. Em situação oposta, são os compradores que poderão coordenar essa cadeia (ARAUJO, 2008, p.127).

Conforme Araújo (2008), os produtores em uma cadeia produtiva comum são tomadores de preço de seus fatores de produção e não tem força suficiente para formar preços para os seus próprios produtos.

No passado, os produtos agrícolas eram utilizados principalmente como alimentos das pessoas, o meio rural produzia o alimento para serem diretamente consumidos no meio urbano.

Atualmente, ao contrário, a produção do campo está cada vez mais diversificada, estendendo-se pelos setores industrial e de serviços, mesmo que de forma geral - e *mutatis mutandis* -, continue sendo prioritariamente destinada à função alimentar das pessoas e dos animais (CALLADO, 2006, p. 29).

Nos dias de hoje, os produtos agrícolas são em sua maioria utilizados como matéria prima para a indústria de beneficiamento. Estas indústrias, principalmente a de alimentos, transformam em novos produtos ou até mesmo nova matéria prima para produtos a serem consumidos pelos humanos ou em rações para animais, que posteriormente servirão de alimento, congelados ou enlatados, entre outras formas.

Conforme Mendes e Júnior (2007), o caminho percorrido entre os produtos rurais e os consumidores finais possui diversos níveis de mercado e diversas estruturas atuantes. Estas estruturas de mercado de alguma forma restringem, afetam ou influenciam o fluxo normal de bens e serviços finais.

Os "caminhos" percorridos pelos produtos são denominados de canais de comercialização, que variam de acordo com cada produto e região, envolvem diferentes agentes comerciais (ou intermediários), agroindústrias e serviços e demanda diferentes infra-estruturas de apoio (logística) (ARAÚJO, 2008, p. 79).

Os produtos agrícolas, devido à dificuldade de seus produtores em estar próximos a seus consumidores finais, necessitam de intermediários ou até mesmo indústrias de beneficiamento para que sejam comercializados em sua finalidade primária, a alimentação.

Algumas das empresas produtoras possuem competências e estrutura para oferecer seus produtos diretamente para o consumidor final, porém, a maioria delas não tem a mesma competência, seja em função do seu tamanho, do tipo de produto que fabrica ou da extensão do mercado em que atua (ZUIN *et al*, 2008, p. 136).

Os produtores agrícolas possuem as competências para produzir, porém não possuem a competência para atingir o consumidor final, principalmente pela extensão do mercado onde atuam. Seus produtos por serem primários muitas vezes necessitam de beneficiamento para que possam ser ofertados aos consumidores finais.

O preço de uma mercadoria, na economia de mercado, geralmente é fixado pelo vendedor e a quantidade a ser comprada fixada pelo comprador, com base na sua necessidade e possibilidade financeira.

Conforme Pindyck (2010), em uma economia de mercado os preços são definidos pela interação entre os consumidores e as empresas.

Existem dois tipos de mercadorias, as elásticas aos preços, que são mercadorias cuja produção pode ser aumentada à medida que o consumo cresce, normalmente no mercado de produtos e serviços. O outro tipo de mercadoria é a inelástica aos preços pelo lado da oferta, sua quantidade ofertada é diretamente relacionada à sua quantidade produzida, que não pode ser

aumentada conforme a demanda ou o preço variam. Neste patamar encontram-se os produtos agrícolas.

Um sistema de comercialização agrícola pode ser visto como um conjunto de forças econômicas interagindo no mercado, provenientes dos vários agentes envolvidos, sejam eles da produção, do consumo, do setor de processamento (ou industrial), dos setores comerciais do atacado e do varejo e da própria indústria de fatores de produção (insumos), bem como provenientes de forças de ordem externa e ambiental, como nível de preço dos mercados externos, nível cultural, dispositivos éticos e jurídicos, dentre outros (MENDES; JÚNIOR, 2007, p. 18).

Neste tipo de mercadoria, o preço é dado pelo comprador, ou em um sistema de leilões, e a sua quantidade produzida sofre consequências diretas com relação aos fatores externos, como área plantada, produtividade, fatores climáticos, quantidade produzida em outros países. No caso do milho, podemos incluir neste rol a quantidade produzida de suínos e aves, que está diretamente ligada à demanda destes setores, já que o milho é o principal ingrediente na produção de ração animal. Também há a necessidade de se analisar a quantidade produzida no ano anterior e o seu armazenamento de excesso de produção, que se bem utilizado em uma safra com produção acima da média, serve para controle de preços por parte do governo. Se houver um aumento de demanda pelo produto ou uma queda na produção devido a fatores externos, o que ocasionaria uma diminuição na quantidade ofertada e conseqüentemente um aumento dos preços, poderia ser lançado no mercado este excedente de produção estocado para manter os níveis dos preços. E caso o contrário ocorrer, uma supersafra de milho em um ano que a produção é maior que a demanda, o que ocasionaria uma baixa nos preços, o excedente de produção é estocado para utilização em anos posteriores.

O preço agropecuário é uma variável decisória muito importante para o produtor rural e para o setor agropecuário. Assim, o processo de planejamento e tomada de decisão da comercialização passa, necessariamente, pela análise de uma série histórica de preços (série temporal de preços) (MENDES; JÚNIOR, 2007, p. 249).

Os preços agropecuários possuem como principal característica a instabilidade, pois apresentam uma grande volatilidade durante o ano, muito disto por ser afetado diretamente pelo clima, pragas e doenças, fatores exógenos que não tem como ser controlados em sua totalidade pelo produtor. Outro ponto que afeta esta volatilidade é a difícil previsão de quantidade que será ofertada no mercado, principalmente pelos fatores exógenos e também a sazonalidade da sua produção, o produto não é produzido durante o ano inteiro, ele enfrenta variações climáticas que regem a sua produção. Podemos inserir também a elasticidade-preço da demanda e da oferta, que por ser inelástica na demanda, causa uma forte variabilidade nos preços do produto.

O governo brasileiro, no que tange os serviços de apoio à comercialização, se utiliza principalmente da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

A Conab é uma empresa pública vinculada ao Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento (Mapa), criada pela Lei nº 8.029, de 14-4-1990, e tem como missão a garantia do abastecimento agroalimentar; participa da formulação e da implementação de políticas para o desenvolvimento sustentável do agronegócio, gerando informações e difundindo conhecimentos, além de executar ações voltadas para o abastecimento da população (ARAÚJO, 2008, p. 109).

No final dos anos 1970, devido, principalmente, à segunda grande crise do petróleo e à moratória mexicana, houve necessidade de o governo aumentar a competitividade das exportações brasileiras sem se preocupar com a dívida externa que aumentava em proporções geométricas. Durante este período, devido à retração de crédito, a principal política agrícola passou a ser a PGPM (Política Geral de Garantia de Preços Mínimos).

Segundo Arbage (2006), esta política acabou se transformando no principal mecanismo do governo, dando condições para geração de produção exportável na quantidade necessária ao país, em conjunto com a tentativa de controlar a inflação. Em conjunto com a PGPM, o governo federal instaurou a política de estoques reguladores, que tinha a finalidade de evitar altas exageradas nos preços, principalmente na entressafra e as dificuldades de abastecimento.

O Decreto Lei nº. 79 de 19 de dezembro de 1966 sistematizou o uso de duas ferramentas operacionais nessa política: o Empréstimo do Governo Federal (EGF) e a Aquisição do Governo Federal (AGF). Como crédito de comercialização, o EGF é oferecido em duas formas: Empréstimo do Governo Federal com Opção de Venda (EGF/COV) e Sem Opção de Venda (EGF/SOV). Os preços mínimos são fixados através de decreto presidencial, após a aprovação de voto pelo Conselho Monetário Nacional (CMN) (OSAKI; BATALHA, 2009, p. 4).

Para garantir que se tenha um maior controle e também garantir que os produtores diminuam seu risco devido à volatilidade dos preços agrícolas, foi criada a lei do preço mínimo.

O preço mínimo, uma das principais políticas agrícolas do Brasil, é um valor monetário definido pelo governo, por meio de decreto presidencial, e deve ser aprovado por meio de voto do Conselho Monetário Nacional (CMN). Esse preço é definido por anuidade e para cada produto enquadrado no padrão oficial de classificação e para cada produto objeto da política, com vigência de um ano-safra. Constitui-se em uma intervenção do governo no mercado, com a finalidade de garantir aos beneficiários o recebimento desse valor, quando os preços de mercado se situarem em nível inferior (MENDES; JÚNIOR, 2007, p. 324).

Já a Política de Estoques Reguladores auxilia o governo a controlar tanto a oferta como a demanda em um longo período. Devido à flutuação nos preços dos produtos agrícolas, ela serve como uma forma de controle de elevação ou redução do preço. Quando ocorrer superprodução, o Governo compra o excesso de produto; quando ocorrer escassez de produto, o Governo vende o produto estocado. Dessa forma o governo consegue diminuir a volatilidade dos preços. Segundo Mendes e Júnior (2007), a política de estoque reguladores visa à redução, parcialmente, das flutuações de preço, com uma oferta mais regular no decorrer do ano.

O Contrato de Opção de Venda (COV) serve como uma ferramenta alternativa à PGPM, atua na garantia do produtor ter o direito, mas não a obrigação, de concretizar a venda para o governo futuramente, já fixando o preço no presente. Normalmente é utilizado quando o preço do produto está abaixo do preço mínimo e o governo quer indicar preço futuro ao mercado, estimular o aumento na produção e regulação dos preços.

Segundo Buainain e Souza Filho (2001), apud Redin e Fialho (2010, p. 14)

Na verdade, a Conab assume o papel de especulador, ou seja, do vendedor de opções que assume o risco da operação em troca do prêmio pago pelo comprador. A venda das opções se realiza mediante transações na bolsa de mercadorias. O preço em exercício terá como base o preço mínimo acrescentado de uma estimativa de custos financeiros e de estocagem durante o período de vigência do contrato de opção, além dos custos de frete, caso houver. A liquidação do contrato acontece com a aquisição, pela Conab, do produto estipulado, ou pela desistência por parte do comprador.

Os mercados futuros são tipos de contratos derivativos de compra e venda padronizados. Através destes contratos as partes compradoras e vendedoras comprometem-se a comprar e vender determinada quantidade de um ativo por um preço estipulado para a liquidação em data futura.

Em geral, um contrato futuro é um acordo entre duas partes que obriga uma a vender e a outra a comprar a quantidade e o tipo estipulados de uma mercadoria, títulos, índice ou outro produto especificado, pelo preço acordado, em certa data futura ou antes dela (CALLADO, 2006, p.43).

Os mercados futuros servem como forma de gerenciamento de risco de preço na agricultura brasileira e vem aumentando a sua utilização nos últimos anos, devido à diminuição da participação do estado na economia e da estabilização econômica. Segundo Amado (2004), além desta função os mercados futuros possuem um papel fundamental na produção de informações sobre preços esperados para o mercado à vista.

No mercado futuro são negociados contratos a preços preestabelecidos por ambos os contratantes, com base na expectativa futura do comportamento do mercado para o produto. Neste tipo de mercado comercializam-se títulos e não há entrega física do produto, exceto em contratos a termo, por meio dos quais agroindústrias, supermercados ou grandes atacadistas compram uma futura safra do produtor. Em ambas as situações, os produtores recebem dinheiro adiantado necessário à produção dos bens ofertados na bolsa (ARAÚJO, 2008, p. 82).

Para que este mercado funcione, é importante que o processo seja coerente com a existência de um mercado eficiente e as informações do ativo estejam incorporadas às séries de preços.

Segundo Marques e Mello (1999), apud Callado (2006, p.13)

O risco na atividade agropecuária difere de outras atividades produtivas, principalmente em função da dependência dos fatores climáticos, do elevado tempo em que algumas culturas permanecem no campo sem propiciar retorno do investimento realizado, da dificuldade de negociação em face de os produtos serem perecíveis, bem como a volatilidade dos preços.

Devido a este risco existente na atividade agropecuária, a utilização dos mercados futuros como um gerenciamento dos riscos de preços é muito importante para a manutenção do produtor rural na atividade. Porém, os dados informativos devem ser previamente analisados e estarem em coerência com o mercado à vista.

2.3 Demanda e Oferta

Conforme Vian (2007), a oferta e a demanda são os principais formadores de preços de produtos agrícolas no mercado interno e externo. Ou seja, um dos principais reguladores de preços no mercado agrícola é a quantidade produzida do produto, bem como, em contrapartida, a quantidade procurada pelo produto em um determinado período de tempo.

Para Mendes e Júnior (2007), o mercado, visto como um sistema integrado de estágios intermediários entre o produtor e o consumidor, caracteriza-se pela presença de compradores (e vendedores) de produtos agrícolas em todos os níveis intermediários do sistema. Quando se considera o sistema na sua totalidade, uma característica marcante é o grau diferenciado de influência que os participantes do processo desempenham na formação de preços.

A curva de demanda, em certa posição, demonstra a relação entre os preços e quantidades demandadas de um produto por unidade de tempo. Essa relação foi primeiramente exposta pelo economista Alfred Marshal e é conhecida como lei da demanda.

Se todos os outros fatores forem mantidos constantes, quanto mais elevado for o preço de um bem, menor será a quantidade demandada dele, e, quanto mais reduzido for o preço de um bem, maior será a quantidade demandada dele (PARKIN, 2009, p. 56).

A figura 1 a seguir demonstra a curva de demanda de um produto no âmbito do mercado:

Figura 1 - Demanda de Produtos no Âmbito do Mercado

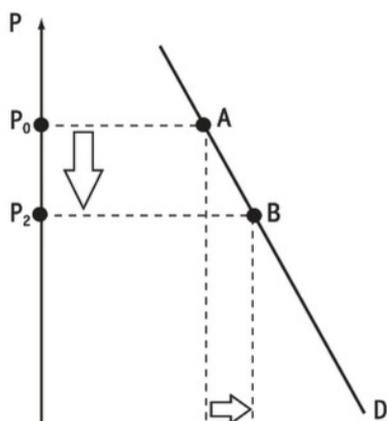


Figura 1-1a Demanda de um produto:
âmbito do mercado

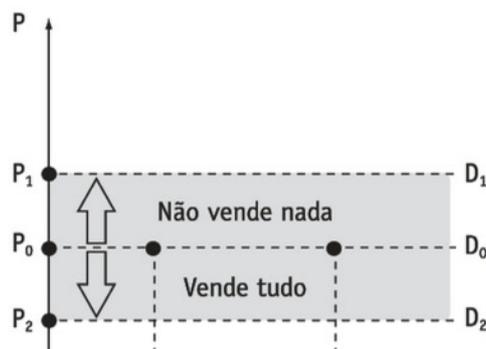


Figura 1-1b Demanda de um produto:
âmbito do produtor individual

Fonte: MENDES e JÚNIOR (2007, p.70)

Conforme Mendes e Júnior (2007), aumentos na produção (de todos os produtores) só serão vendidos no mercado por preços menores, de modo a encorajar os consumidores a comprar mais. Os consumidores só aumentarão a sua demanda por determinado produto quando ocorrer aumento na produção total se o preço deste produto for menor.

A figura 1-1b demonstra a demanda de um produto no âmbito do produtor individual.

A direção da curva de demanda de uma firma individual (em um mercado muito competitivo, como é o caso do produtor agrícola, o qual, sozinho, não tem como formar preço, uma vez que vende pela cotação dada pelo mercado, ou seja, o agricultor é um tomador de preço do mercado) é perfeitamente horizontal ao eixo das quantidades (MENDES; JÚNIOR, 2007, p. 70).

A afirmação acima indica que o produtor pode vender a sua produção inteira pelo preço de mercado, não importando a sua decisão de produzir mais ou menos. O agricultor tampouco tem o poder de aumentar o preço de mercado caso não coloque seu produto à venda.

Um método efetivo de se efetuar a análise da resposta dos consumidores, em termos de procura por um determinado bem ou produto, com base na sua variação de preço, é determinando a sua elasticidade-preço da procura (E_p), que demonstra a variação percentual na quantidade demandada pela variação percentual no preço:

Figura 2 – Equação de Elasticidade-preço da Demanda

$$E_p = \frac{-\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{(P_0 + P_1)}{(Q_0 + Q_1)}$$

Fonte: MENDES e JÚNIOR (2007, p. 71)

A elasticidade preço da demanda pode ser definida como a "variação percentual de quantidade demandada do bem x, para cada unidade de variação percentual no preço do bem x" (GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETO JR., 2002, p. 138).

A demanda por produtos agrícolas na esfera do produtor é diferente da demanda por produtos alimentares na esfera do supermercado, pois os consumidores não compram diretamente o milho, mas compram derivados deste grão, ou seja, a demanda por milho é uma Demanda Derivada. Os produtos para uma determinada produção têm saída conforme as vendas do produto final, ela é derivada da procura pelo produto final.

O quadro 1 a seguir demonstra a relação entre a elasticidade-preço e a Elasticidade do produto:

Quadro 1 - Elasticidade-preço

Epd	Demanda
$Epd > 1$	Elástica
$Epd = 1$	Unitária
$0 < Epd < 1$	Inelástica

Fonte: Elaborado pelo Autor a partir de Mendes e Júnior 2007

Analisando-se o quadro acima pode-se identificar que, quando o resultado da equação de elasticidade-preço for menor do que $| 1 |$, a demanda é inelástica, e se maior do que $| 1 |$, a demanda é elástica.

Se todos os outros fatores forem mantidos constantes, quanto mais elevado for o preço de um bem, maior será a quantidade ofertada dele e quanto mais reduzido for o preço de um bem, menor será a quantidade ofertada dele (PARKIN, 2009, p. 60.).

A oferta de um bem, *Coeteris Paribus*, depende de seu próprio preço, ou seja, quanto maior for o seu preço, será mais interessante produzi-lo, assim conseqüentemente, ocorre maior oferta. Quando relacionamos a quantidade ofertada de um bem com o seu preço, obtemos a curva de oferta: "define-se oferta como a quantidade de um bem ou serviço que os produtores desejam vender por unidade de preço" (GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETO JR., p. 138, 2002).

Como descrito no item anterior, os preços dos produtos agrícolas são formados principalmente pela quantidade ofertada, porém esta quantidade ofertada normalmente não possui total controle do produtor, pois está sujeita à interferência de mudanças climáticas, pragas, quantidade produzida no período anterior, estoque armazenado do produto.

Para identificarmos a resposta do produtor às variações dos preços dos produtos podemos utilizar o método de elasticidade-preço da oferta, de mesmo modo que a elasticidade preço da demanda.

Figura 3 – Equação de Elasticidade-preço da Oferta

$$E_s = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q}$$

Fonte: MENDES (2009, p. 90)

A elasticidade-preço da oferta (E_s) expressa a mudança percentual na quantidade ofertada de um produto em resposta a uma variação relativa no preço, outros fatores mantidos constantes.

A exemplo da demanda, existem os mesmos três tipos de elasticidade-preço da oferta, conforme mostrado no quadro 2, abaixo:

Quadro 2 - Elasticidade-preço da Oferta

Eps	Oferta
Eps > 1	Elástica
Eps = 1	Unitária
0 < Eps < 1	Inelástica

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Mendes, 2004

2.3.1 Teorema da Teia de Aranha

A análise efetuada até o momento considera que uma variação no preço do produto provoca uma reação tanto nos produtores quanto nos consumidores, onde aumenta ou diminui a quantidade ofertada e demandada.

Do lado do consumo, a reação é quase instantânea, ou seja, a resposta dos consumidores ocorre em um período relativamente curto. Entretanto, pelo lado da oferta, no caso específico da agricultura, o período para que a produção de uma mercadoria seja aumentada ou diminuída varia muito de um produto para o outro (MENDES; JÚNIOR, 2007, p. 182).

No caso da quantidade ofertada de milho, varia em média de 4 a 6 meses, ou seja, a janela entre a 1ª e a 2ª safra. O intervalo de tempo entre a mudança no desejo de produzir mais ou menos, e a mudança na produção efetiva é chamada de oferta defasada. A curva de oferta S do agricultor é uma função do preço efetivo de mercado de um período anterior (P_{t-1}) (MENDES; JÚNIOR, 2007, p. 182).

$$S_t = f(P_{t-1}) \quad (1)$$

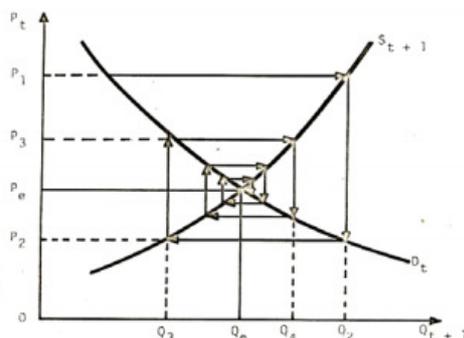
A curva de demanda (D), por outro lado, mostra a relação entre o preço do ano t e a quantidade que será demandada no mesmo ano (t) (MENDES; JÚNIOR, 2007, p. 182).

$$D_t = f(P_t) \quad (2)$$

Essa diferença de reação entre os produtores e consumidores pode ser analisada através do teorema da teia de aranha, que foi apresentado por Mordecai Ezekiel.

Conforme Yamaguchi e Araújo (2006), este modelo mostra que os preços e as quantidades produzidas de muitos produtos podem não tender para uma situação de equilíbrio estabelecida pela teoria econômica clássica, seguindo comportamento que geram situações de perpétuo desequilíbrio.

Figura 4 – Modelo de Variação de Oferta e Demanda em um Teorema de Teia de Aranha



Fonte: YAMAGUCHI e ARAÚJO (2006)

Ao analisarmos a figura acima podemos identificar que num dado período o preço do produto for P_1 , haverá maior oferta, porém, os consumidores somente estarão dispostos a comprar a quantidade Q_2 , caso o preço for P_2 , sendo $P_2 < P_1$, criando assim um excesso de oferta no mercado e gerando redução no preço do produto até P_2 . Com este preço os produtores diminuem sua produção, ofertando então Q_3 , com o preço em P_2 , os consumidores demandarão Q_3 , o que gerará uma escassez de oferta no mercado e elevará o preço até P_3 . Este preço fará com que os produtores elevem a sua produção no próximo período. Este processo ocorre sucessivamente até que os preços e quantidades se estabilizem em P_c e Q_c .

A oferta de vários produtos agrícolas reflete o chamado fenômeno da teia de aranha, em que a oferta reage ao preço com uma defasagem de um período de tempo, pois as decisões relativas à oferta levam tempo para serem implementadas (o período de gestação). Assim, no início do plantio da safra deste ano, os agricultores se deixam influenciar pelo preço predominante no ano passado, de modo que sua função de oferta é $Oferta_t = \beta_1 + \beta_2\beta_{t-1} + u_t$ (GUJARATI, 2000, p. 405).

Os agricultores irão basear a sua decisão de quanto produzir no preço do final do último período, assim se o preço for menor do que o do período anterior tomarão a decisão de produzir menos. Como o preço também é baseado na quantidade ofertada, se em um período houver superprodução, no próximo período ocorrerá diminuição na quantidade produzida.

3 Cadeia Produtiva do Milho no Brasil e no Mundo

O Brasil está entre o grupo de maior representação em produção de milho no mundo, em conjunto com Estados Unidos, China e Argentina, grupo que detêm 68% da produção mundial do grão. Conforme dados da FAOSTAT (2016), estes 4 países juntos produzem aproximadamente 565 milhões de toneladas de milho por ano.

No cenário agrícola como um todo, com dados obtidos na CONAB (2016) o Brasil produz em média 190 milhões de toneladas de produtos agrícolas, a área plantada ocupa 7% do total de terras do país e perfaz 60 milhões de hectares de um total de 851 milhões. Em relação ao milho, tem uma área cultivada de 15,12 milhões de hectares e uma produção de 80 milhões de toneladas do grão, é considerado o terceiro maior produtor e segundo maior exportador de milho do mundo.

Durante o período estudado (2004 – 2014), a produtividade do país cresceu aproximadamente em média 4,94% ao ano, saindo de cerca de 3.291 kg/ha em 2004 para 5.057 kg/ha em 2014; neste período o país saiu de uma produção de 35.007 toneladas de milho para 80.052 toneladas no ano de 2014, uma expansão de 45,04 milhões de toneladas. Importante frisar que a área plantada do grão cresceu apenas 24% neste período, enquanto a sua produção cresceu 229% (CONAB, 2016)

A produção brasileira de milho tem apresentado tendência de elevação desde o fim da década de 80. Fatores microeconômicos, como a maior rentabilidade – expressa por um aumento no preço recebido pelo produtor, associados a fatores macroeconômicos, como a desregulamentação da economia (menor intervenção estatal) e a eliminação de tarifas sobre produtos importados (Tratado de Assunção), conduziram a produção nacional de grãos a uma realidade mais competitiva (CALDARELLI; BACCHI, 2012, p. 143).

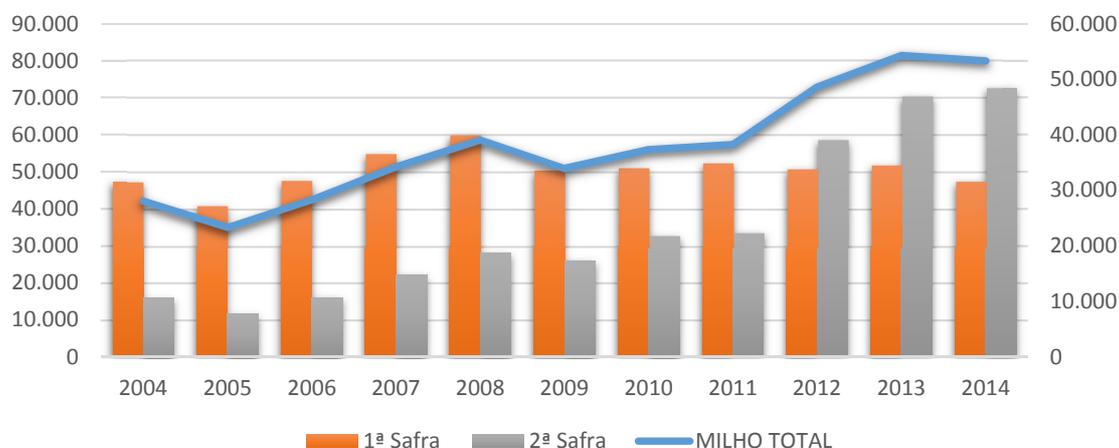
Utilizando como base a série histórica de produção de milho entre os anos de 2004 e 2014, somando-se as duas safras, foi obtida a tabela 1, a seguir:

Tabela 1 – Produção de Milho no Brasil; 2004 – 2014, 1.000t

ANO	1ª Safra	2ª Safra	Total
2004	31.554,2	10.574,3	42.128,5
2005	27.298,4	7.708,3	35.006,7
2006	31.809,0	10.705,9	42.514,9
2007	36.596,7	14.773,2	51.369,9
2008	39.964,1	18.688,2	58.652,3
2009	33.654,8	17.349,0	51.003,8
2010	34.079,2	21.938,9	56.018,1
2011	34.946,7	22.460,2	57.406,9
2012	33.867,1	39.112,4	72.979,5
2013	34.576,8	46.928,9	81.505,7
2014	31.652,6	48.399,1	80.051,7

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Conab (2016)

Consolidando-se os dados da tabela acima, em forma gráfica, para melhor visualização, obtêm-se o resultado abaixo:

Figura 5 – Produção de Milho no Brasil; 2004 – 2014, 1.000t

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Conab (2016)

Analisando o gráfico acima, pode-se verificar o crescimento da quantidade de milho produzida no Brasil, eixo da esquerda, durante o período entre os anos de 2004 e 2014. Também é possível constatar o crescimento da quantidade produzida do grão na 2ª safra e a diminuição na quantidade produzida na 1ª safra, demonstradas no eixo da direita.

Esta variação está ligada ao elevado patamar dos preços atingidos pela soja nos últimos anos, o que fez muitos produtores substituírem a plantação de milho durante a 1ª safra, pela soja, que possui a mesma janela de plantio, deixando para plantar milho somente na safrinha, chamado também de “rotação de culturas”.

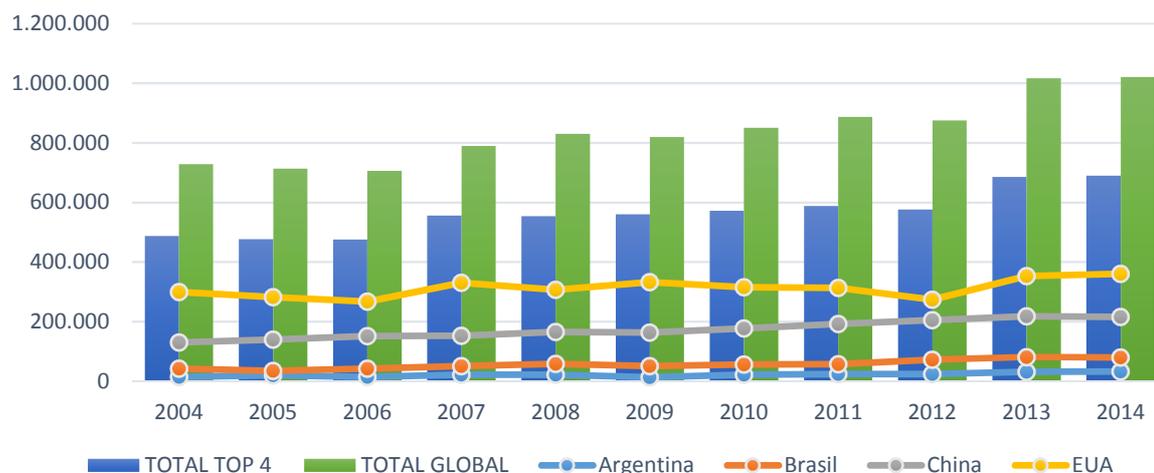
Segundo a FAOSTAT, o Brasil encontra-se em terceiro lugar na produção de milho no mundo, a tabela 2 abaixo demonstra a comparação entre a quantidade produzida entre os quatro maiores produtores mundiais do grão e também a sua representatividade na quantidade produzida globalmente.

Tabela 2 – Produção de Milho no Mundo; 2004 – 2014, 1.000t

Ano/País	Argentina	Brasil	China	EUA	Total	Total Global
2004	14.951	42.129	130.434	299.874	487.387	728.971
2005	20.483	35.007	139.498	282.270	477.257	713.682
2006	14.446	42.515	151.731	267.501	476.193	706.847
2007	21.755	51.370	152.419	331.175	556.719	790.115
2008	22.017	58.933	166.032	307.142	554.124	830.611
2009	13.121	51.004	164.108	332.549	560.781	820.203
2010	22.663	56.018	177.541	316.165	572.387	85.127
2011	23.800	57.407	192.904	313.935	588.046	887.114
2012	23.800	72.980	205.719	273.820	576.319	875.308
2013	32.119	81.506	218.622	353.699	685.946	1.017.537
2014	32.119	80.052	215.812	361.091	689.955	1.021.617

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FAOSTAT (2016)

Figura 6 – Produção de Milho no Mundo; 2004 – 2014, 1.000t



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FAOSTAT (2016)

Analisando a figura 6 pode-se perceber como a produção anual dos 4 principais países produtores de milho no mundo possui grande influência na quantidade mundial produzida. Também se pode observar a diferença entre a quantidade produzida de milho no Brasil e nos Estados Unidos, 1º e 3º maiores produtores mundiais respectivamente. O Brasil, mesmo ocupando a terceira posição produz somente, em média, 7% da quantidade total produzida no mundo, em comparação aos 37% que são a proporção de produção média dos Estados Unidos em relação à mesma produção global.

3.1 Oferta e Demanda De Milho no Brasil

Considerando as informações mencionadas nos itens anteriores, a tabela 3 demonstra a quantidade produzida de milho no país, seu estoque inicial anual e a quantidade demandada do grão no período de tempo estudado.

Tabela 3 – Oferta e Demanda de Milho no Brasil; 2004 – 2009, 1.000t

Safra	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Oferta						
Estoque Inicial	8.553,60	7.801,70	3.135,40	3.268,30	3.300,20	7.675,50
Produção	42.128,50	35.006,70	42.514,90	51.369,90	58.652,30	51.003,80
Produção 1ª Safra	31.554,20	27.298,40	31.809,00	36.596,70	39.964,10	33.654,80
Produção 2ª Safra	10.574,30	7.708,30	10.705,90	14.773,20	18.688,20	17.349,00
Importação	330,50	597,00	956,00	1.095,50	808,00	1.181,60
Oferta Total	51.012,60	43.405,40	46.606,30	55.733,70	62.760,50	59.860,90
Demanda						
Consumo	38.180,00	39.200,00	39.400,00	41.500,00	48.685,00	45.414,10
Exportação	5.030,90	1.070,00	3.938,00	10.933,50	6.400,00	7.334,00
Demanda Total	43.210,90	40.270,00	43.338,00	52.433,50	55.085,00	52.748,10
Estoque Final	7.801,70	3.135,40	3.268,30	3.300,20	7.675,50	7.112,80

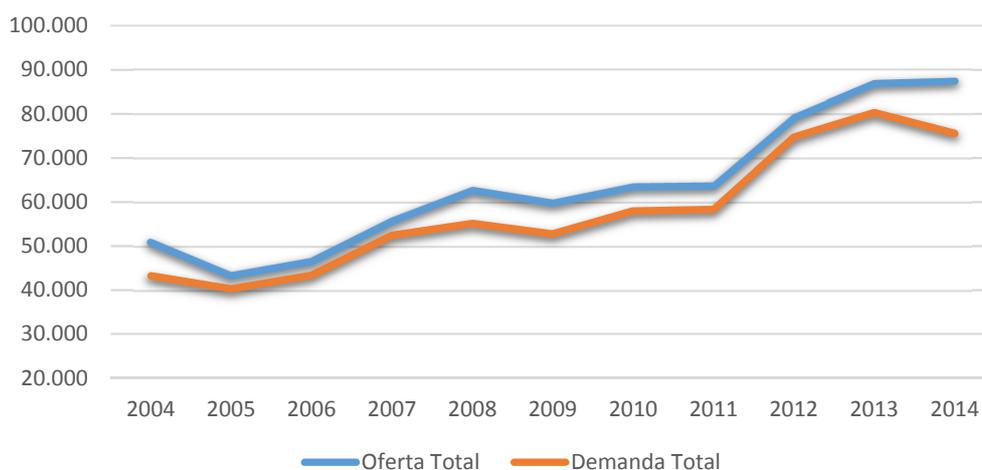
Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Conab (2016)

Tabela 4 – Oferta e Demanda de Milho no Brasil; 2010 – 2014, 1.000t

Safra	2010	2011	2012	2013	2014
Oferta					
Estoque Inicial	7.112,80	5.589,10	5.419,20	4.434,10	6.563,30
Produção	56.018,10	57.406,90	72.979,80	81.505,70	80.051,70
Produção 1ª Safra	34.079,30	34.946,70	33.867,10	34.576,80	31.652,60
Produção 2ª Safra	21.938,80	22.460,20	39.112,70	46.928,90	48.399,10
Importação	391,90	764,40	774,00	911,40	790,7
Oferta Total	63.522,80	63.760,40	79.173,00	86.851,20	87.405,70
Demanda					
Consumo	46.967,60	49.029,30	52.425,20	54.113,80	54.645,10
Exportação	10.966,10	9.311,90	22.313,70	26.174,10	20.924,80
Demanda Total	57.933,70	58.341,20	74.738,90	80.287,90	75.569,90
Estoque Final	5.589,10	5.419,20	4.434,10	6.563,30	11.835,80

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Conab (2016)

A tabela 4 acima demonstra a relação entre a oferta e a demanda de milho no período de tempo estudado, abaixo encontra-se um gráfico para melhor visualização dos dados:

Figura 7 – Oferta e Demanda de Milho no Brasil; 2004 – 2014, 1.000t

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Conab (2016)

Analisando-se o gráfico 7 acima se pode observar tendência no crescimento da quantidade de milho ofertada no país. Considerando que o total importado no ano de 2014 foi somente 1% do valor total ofertado no mesmo ano, se pode identificar que quase em sua totalidade a oferta de milho no país é interna.

Pelo lado da demanda, podemos identificar que o consumo interno tem tido tendência de oscilação. Para entendermos o motivo desta oscilação, iremos no próximo item analisar a relação entre a demanda de milho no país com a quantidade efetiva de rebanho nos principais mercados consumidores, o de aves e o de suínos.

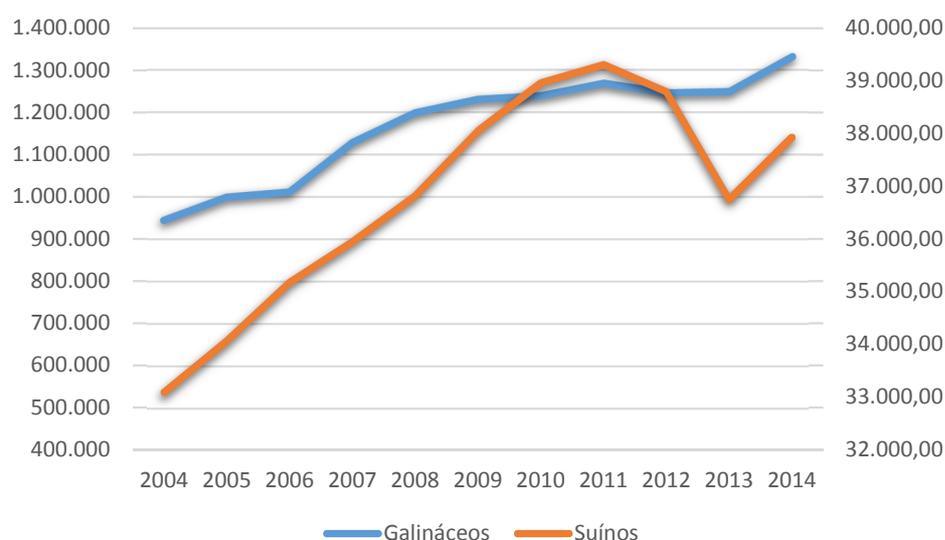
3.2 Mercados Consumidores de Milho

A tabela 5 abaixo demonstra a quantidade efetiva de rebanho de aves e suínos no período estudado, dois dos principais mercados consumidores de milho no Brasil:

Tabela 5 – Efetivo de Aves e Suínos; 2004 – 2014, 1.000 cabeças

Safra	Aves	Suínos
2004	944.298,35	33.085,30
2005	999.041,23	34.063,93
2006	1.011.515,70	35.173,82
2007	1.127.658,58	35.945,02
2008	1.198.704,05	36.819,02
2009	1.230.086,67	38.045,45
2010	1.238.912,54	38.956,76
2011	1.268.209,41	39.307,34
2012	1.245.269,49	38.795,90
2013	1.248.785,54	36.743,59
2014	1.331.053,67	37.929,36

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do IBGE (2016)

Figura 8 – Efetivo de Aves e Suínos; 2004 – 2014, 1.000 cabeças

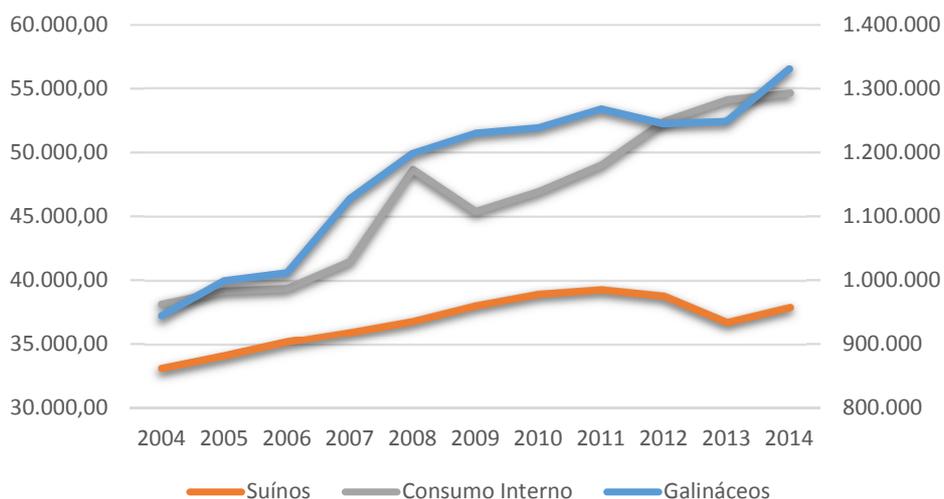
Fonte: Elaborado pelo autor com dados do IBGE (2016)

Analisando-se a figura 8 é possível observar um aumento constante na quantidade efetiva do rebanho brasileiro de aves, no eixo da esquerda, em relação aos suínos, no eixo da direita, pode-se verificar que após o ano de 2011 houve grande queda, iniciando sua recuperação a partir do ano de 2013.

Como a cultura do milho é insumo fundamental para a alimentação destes animais e este ramo do agronegócio é importante para a balança comercial do país, na figura 9 é exemplificado em forma gráfica a quantidade total de suínos e aves no país com a demanda total de milho, no mesmo período de tempo.

Segundo aponta a Abimilho (2009), a tendência de aumento no consumo de milho por parte da indústria de carnes deve ser mantida nos próximos anos. Tal fato se deve ao baixo uso de substitutos ao milho na alimentação animal (aves e suínos, principalmente) e às projeções de expansão destas atividades.

Figura 9 – Rebanho x Consumo Interno de Milho; 2004 - 2014



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do IBGE e da Conab (2016)

Com base na figura 9, pode-se detectar que o consumo interno de milho no Brasil, que possui como referência o eixo da direita na representação, segue a mesma tendência de crescimento da quantidade efetiva de rebanho de galináceos, que possui como referência o eixo da direita, e suínos, referência ao eixo da esquerda, no mesmo período de tempo. Também é possível analisar que no ano de 2013 houve uma diminuição no rebanho de suínos e neste mesmo ano e no ano de 2014, o crescimento no consumo interno foi menor do que os seus antecedentes.

4 METODOLOGIA

Para estimação do peso das variáveis escolhidas para o estudo, foi utilizado o Modelo de Regressão Múltipla, que retornou resultados satisfatórios em relação à causa estudada.

4.1 O Modelo de Regressão Múltipla

O modelo de regressão múltipla é uma extensão do modelo de regressão de uma variável. Segundo Stock e Watson (2004), o modelo permite estimar o efeito da variação em uma variável mantendo constante os outros regressores e assim por diante.

A figura abaixo demonstra um modelo de regressão múltipla com k regressores:

Figura 10 – Modelo de Regressão Múltipla

Modelo de Regressão Múltipla	
O modelo de regressão múltipla é	
$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i, i = 1, \dots, n.$	(5.7)
onde:	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Y_i é a i-ésima observação da variável dependente; $X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki}$ são as i-ésimas observações sobre cada um dos k regressores e u_i é o termo de erro. ■ A reta de regressão da população é a relação válida entre Y e X em média na população: $E(Y X_{1i} = x_1, X_{2i} = x_2, \dots, X_{ki} = x_k) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k.$ ■ β_1 é o coeficiente da declividade de X_1, β_2 é o coeficiente de X_2 etc. O coeficiente β_1 é a variação esperada em Y resultante da variação unitária em X_{1i}, mantendo constantes X_{2i}, \dots, X_{ki}. Os coeficientes dos outros Xs são interpretados do mesmo modo. ■ O intercepto β_0 é o valor esperado de Y quando todos os Xs são iguais a zero. O intercepto pode ser imaginado como o coeficiente de um regressor, X_{0i}, igual a um para todo i. 	

Fonte: STOCK e WATSON, 2004, p. 104

Segundo Stock e Watson (2004), o termo de erro u_i em um modelo de regressão múltipla é homoscedástico se sua variância for constante para $i = 1, \dots, n$, caso contrário, o termo de erro é heteroscedástico.

O modelo de regressão múltipla irá nos fornecer o efeito de variação da razão das variáveis produção-preço-consumo interno-exportação-câmbio-importação-estoques iniciais, mantendo constantes os fatores que estão fora de nosso controle.

Para ser possível estimar os coeficientes de intercepto e da declividade no modelo, foi aplicado o método de MQO.

Conforme Stock e Watson (2004), sejam b_0, b_1, \dots, b_k os estimadores de $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$. Valor previsto de Y_i , calculado pelo uso desses estimadores é $b_0 + b_1X_{1i} + \dots + b_kX_{ki}$ e o erro ao se prever Y_i é $Y_i - (b_0 + b_1X_{1i} + \dots + b_kX_{ki}) = Y_i - b_0 - b_1X_{1i} - \dots - b_kX_{ki}$. A soma dos quadrados desses erros, portanto é:

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 - b_1X_{1i} - \dots - b_kX_{ki}) \quad (3)$$

A reta de regressão de MQO é a linha reta construída pelo uso dos estimadores de MQO, isto é, $\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1X_{1i} + \dots + \hat{\beta}_kX_{ki}$. O valor previsto de Y_i dado X_{1i}, \dots, X_{ki} , com base na reta de regressão de MQO é $\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1X_{1i} + \dots + \hat{\beta}_kX_{ki}$. O resíduo de MQO para i -ésima observação é a diferença entre Y_i e seu valor previsto de MQO, isto é, o resíduo de MQO é $\hat{u}_i = Y_i - \hat{Y}_i$ (STOCK; WATSON, 2004, p. 104).

Como foi utilizado um modelo de regressão de séries temporais estático, foi modelado uma relação contemporânea entre a quantidade ofertada de milho no mercado interno brasileiro e as variáveis previamente informadas.

Após a identificação do modelo de regressão foram iniciados os testes estatísticos, para identificarmos o grau de ajuste do modelo de MQO utilizaremos o coeficiente de determinação (R^2), para identificação da significância global da equação foi usado o teste F. Em relação à autocorrelação serial nos resíduos do modelo foi usada a estatística de Durbin-Watson.

Também é necessário efetuarmos o teste de heterocedasticidade e homocedasticidade e para isto foi escolhido o teste de White:

Nossa única hipótese sobre a distribuição de u_i condicional a X_i é que ela possui uma média igual a zero (primeira hipótese dos mínimos quadrado). Se, além disso, a variância dessa distribuição condicional, não depende de X_i , os erros são homoscedásticos (STOCK; WATSON, 2004, p. 85).

Ou seja, se o modelo for homocedástico, a variância do erro é constante, do contrário, ele é heterocedástico.

No que tange ao grau de ajuste do modelo MQO, foi utilizado como identificador o coeficiente de determinação, ou R^2 :

O R^2 varia entre zero e um e mede a fração da variância de Y_i explicada pela variância de X_i (STOCK; WATSON, 2004, p.83).

Assim podemos escrever a variável dependente Y_i como a soma do valor previsto \hat{Y}_i , mais o resíduo \hat{u}_i .

$$Y_i = \hat{Y}_i + \hat{u}_i \quad (4)$$

Conforme Stock e Watson (2004), o R^2 pode ser descrito como a razão entre a soma dos quadrados explicada e a soma dos quadrado total.

$$SQE = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 \quad (5)$$

$$SQT = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (6)$$

O R^2 é a razão entre a soma dos quadrados explicada e a soma dos quadrados total:

$$R^2 = \frac{SQE}{SQT} \quad (7)$$

O R^2 situa-se entre zero e um. Se $\hat{\beta}_1 = 0$, então X_i não explica nenhuma variação de Y_i e o valor previsto de Y_i baseado na regressão é apenas a média da amostra de Y_i . Neste caso, a soma dos quadrados explicada é zero e a soma dos quadrados dos resíduos é igual a soma dos quadrados total; assim, R^2 é zero. Se em vez disso X_i explica toda variação de Y_i , então $Y_i = \hat{Y}_i$ para todo i e cada resíduo é igual a zero (isto é, $\hat{u}_i = 0$), de modo que $SQE = SQT$ e R^2 não assume os valores extremos de zero ou um, mas situa-se entre eles. Um R^2 próximo de um indica que o regressor é bom na previsão Y_i , ao passo que um R^2 próximo de zero indica que o regressor não é muito bom na previsão de Y_i (STOCK; WATSON, 2004, p. 84).

Como o modelo de regressão possui mais de duas variáveis, foi utilizado o teste "F", caso contrário, poderia ter sido utilizado o teste "t" (de Student).

Conforme Stock e Watson (2004), a estatística F é utilizada para testar hipóteses conjuntas sobre coeficientes de regressão.

Para analisar esta variância, testamos as seguintes hipóteses:

$$H_0: \beta_1 = 0 \quad (8)$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0 \quad (9)$$

O teste F compara um valor calculado com a tabela de distribuição "F", este número é identificado na tabela a partir dos graus de liberdade da variação.

4.1.1 Teste de Breusch-Godfrey para autocorrelação

O teste de Breusch-Godfrey é utilizado para detectar a presença de autocorrelação, que é a dependência entre os resíduos de uma análise de regressão.

O termo autocorrelação pode ser definido como "correlação entre membros de séries de observações ordenadas no tempo [como uma série temporal] ou no espaço [dados de corte]"(GUJARATI, 2000, p. 401).

Conforme Gujarati (2008), Breusch e Godfrey desenvolveram um teste de autocorrelação genérico, pois não permite regressores não estocásticos, esquemas autoregressivos e médias móveis simples.

Este teste irá testar a hipótese nula H_0 conforme a equação abaixo:

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0 \quad (10)$$

Conforme Gujarati (2008), a confirmação da hipótese nula na equação 10 indica que não há correlação serial de qualquer ordem.

Para evolução do teste BG, devem ser seguidas as seguintes etapas:

1. Estimação da equação $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_t$ e obtenção dos resíduos \hat{u}_t ;
2. Efetuar a regressão de \hat{u}_t contra o X_t original $\hat{u}_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_t + \hat{\rho}_1 \hat{u}_{t-1} + \hat{\rho}_2 \hat{u}_{t-2} + \dots + \hat{\rho}_p \hat{u}_{t-p} + \varepsilon_t$; (11)
3. Obtêm-se o R^2 desta regressão;
4. Se o tamanho da amostra for grande, Breusch e Godfrey demonstraram que $(n - p)R^2 \sim \chi_p^2$ (12)

Assintoticamente, $n - p$ vezes o valor R^2 obtido da regressão auxiliar segue a distribuição do qui-quadrado com p graus de liberdade. Se em uma aplicação $(n - p)R^2$ excede o valor crítico do qui-quadrado no nível de significância escolhido, rejeitamos a hipótese nula, em que pelo menos p é estático e diferente de zero(GUJARATI;PORTER, 2010, p. 440).

4.1.2 Teste de White para heteroscedasticidade

O teste de White foi utilizado para identificação da possibilidade de existência heteroscedasticidade no modelo. Conforme Gujarati (2000), o teste de White é feito da seguinte forma:

- 1º Passo: estimamos a equação $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i$ e obtemos os resíduos \hat{u}_i ;
- 2º Passo: rodamos a regressão auxiliar $\hat{u}_i^2 = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2i} + \alpha_3 X_{3i} + \alpha_4 X_{2i}^2 + \alpha_5 X_{3i}^2 + \alpha_6 X_{2i} X_{3i} + \vartheta_i$

- 3º Passo: considerando a hipótese nula de que não há heteroscedasticidade podemos mostrar que o tamanho da amostra (n) multiplicado pelo R^2 obtido na regressão auxiliar acima, segue a distribuição por qui-quadrado com gl igual ao número de regressores na regressão auxiliar, obtemos a equação $n \cdot R^2 \widetilde{a\overline{ss}} X_{gl}^2$.
- 4º Passo: caso o valor de qui-quadrado obtido na equação acima for maior do que o qui-quadrado crítico em nível escolhido de significância, podemos concluir que há heteroscedasticidade, caso contrário, não há heteroscedasticidade;

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Obtenção dos dados

O estudo foi construído, utilizando-se sete séries históricas entre os anos de 2004 até 2014, sendo elas:

- a) Preço Médio da Saca de 60kg de Milho no Brasil; fonte: CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada;
- b) Quantidade Produzida de Milho no Brasil; fonte: CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento;
- c) Taxa Média de Câmbio Dólar x Real; fonte: IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada;
- d) Quantidade Exportada de Milho; fonte: CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento;
- e) Consumo Interno de Milho no Brasil; fonte: CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento;
- f) Quantidade Importada de Milho no Brasil; fonte: CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento;
- g) Quantidade dos Estoques Iniciais de Milho no Mercado Interno Brasileiro; fonte: CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento.

5.2 Operacionalização dos dados

O roteiro metodológico partiu da obtenção dos dados das séries históricas nos respectivos bancos de dados, assim obtiveram-se os dados abaixo:

Tabela 6 – Consolidação dos Dados das Séries Históricas; 2004 - 2014

Ano	Produção (ton)	Preço (R\$)	Câmbio (R\$ x USD 1,00)	Consumo Interno (ton)	Exportação (ton)	Importação (ton)	Estoques (ton)
2004	42.128,50	17,98	2,93	38.180,00	5.030,90	330,50	8.553,60
2005	35.006,70	18,41	2,43	39.200,00	1.070,00	597,00	7.801,70
2006	42.514,90	17,88	2,18	39.400,00	3.938,00	956,00	3.135,40
2007	51.369,90	23,67	1,95	41.500,00	10.933,50	1.095,50	3.268,30
2008	58.652,30	25,55	1,83	48.685,00	6.400,00	808,00	3.300,20
2009	51.003,80	21,02	2,00	45.414,10	7.334,00	1.181,60	7.675,50
2010	56.018,10	21,51	1,76	46.967,60	10.966,10	391,90	7.112,80
2011	57.406,90	30,32	1,67	49.029,30	9.311,90	764,40	5.589,10
2012	72.979,80	29,81	1,95	52.425,20	22.313,70	774,00	5.419,20
2013	81.505,70	26,99	2,16	54.113,80	26.174,10	911,40	4.434,10
2014	80.051,70	26,87	2,35	54.645,10	20.924,80	790,70	6.563,30

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do CEPEA (2016), CONAB (2016) e IPEA (2016)

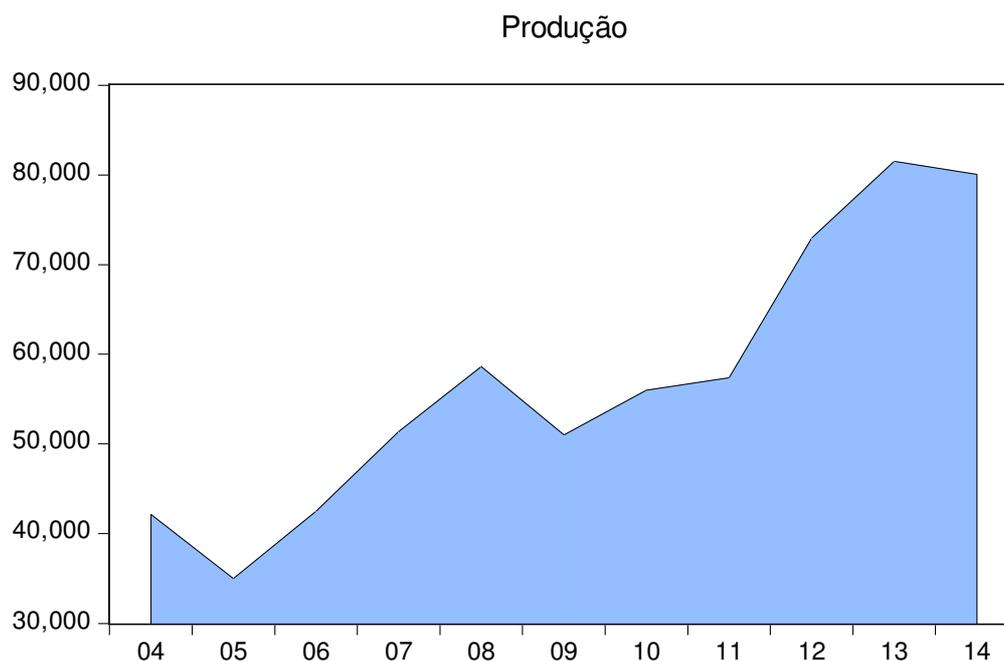
Para obtenção do modelo econométrico, foi utilizado o software Eviews 7, versão 7.2, criado por Quantitative Micro Softwares.

O modelo levou em consideração sete séries históricas com onze observações de dados em cada.

5.3 Análises Gráficas das Variáveis

A partir deste ponto é efetuada a análise gráfica das variáveis que possuem maior significância em nosso modelo, em conjunto com a variável dependente.

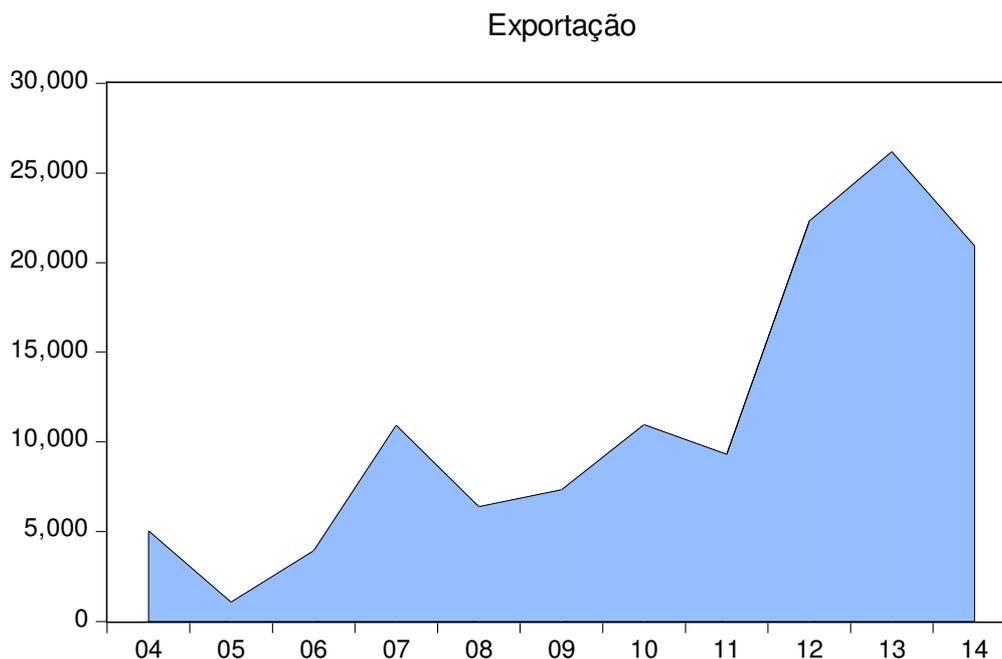
Iniciou-se com a evolução da variável dependente, a quantidade produzida de milho no Brasil durante o período estudado.

Figura 11 – Evolução da Produção; 2004 - 2014

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

Podemos identificar como o aumento de produção ocorreu durante o período de 2004 a 2014, no lado esquerdo estão indicados os volumes produzidos e abaixo o ano. Desta forma, é demonstrado que ocorreram dois períodos onde o aumento de produção foi consideravelmente alto, entre os anos de 2005 e 2008, e 2011 e 2014. Iremos analisar as figuras gráficas das variáveis explicativas para identificar se também obtiveram aumento durante estes períodos, o que pode explicar o aumento da variável dependente.

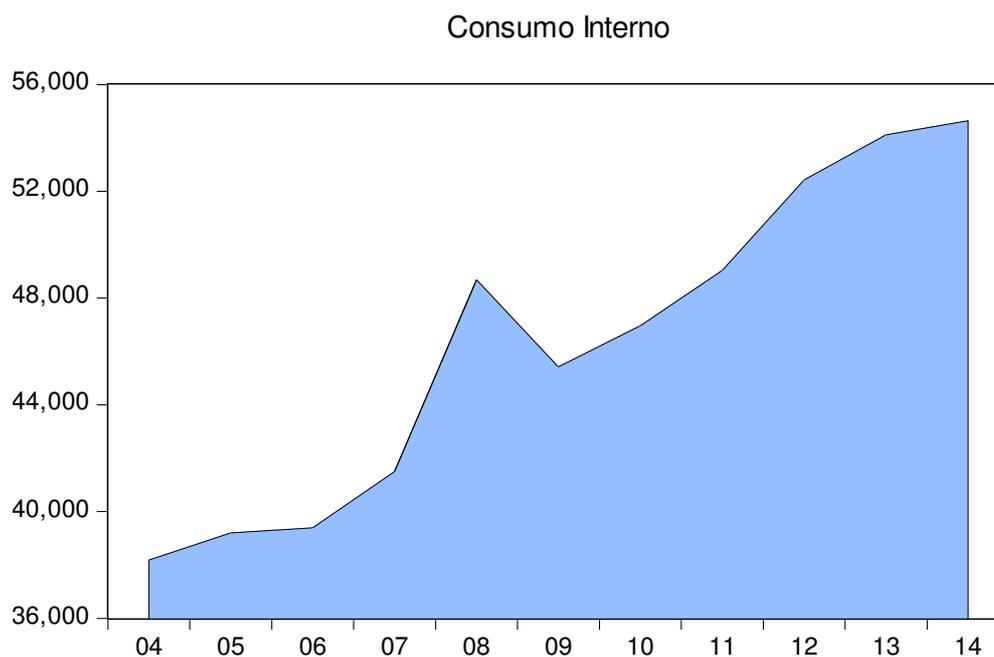
Durante o período estudado, conforme o Portal DBO (2015), encontra-se a inserção de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), que servem para controle de pragas, tolerância a herbicidas e etc, a inserção destas tecnologias possibilitou a diminuição de perdas por ataques de pragas, consequentemente aumentando a produção do grão no país. Este passo importante na agricultura brasileira foi dado no ano de 2007, por este motivo se pode explicar em partes o aumento ocorrido no ano de 2008. Já no ano de 2014, onde é possível identificar diminuição na quantidade produzida, é possível elencar a mesma tecnologia como responsável, pois como durante os anos de 2007 a 2011 houveram muitas liberações de tecnologias, as pragas se tornaram resistentes às modificações genéticas.

Figura 12 – Evolução da Quantidade Exportada; 2004 - 2014

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

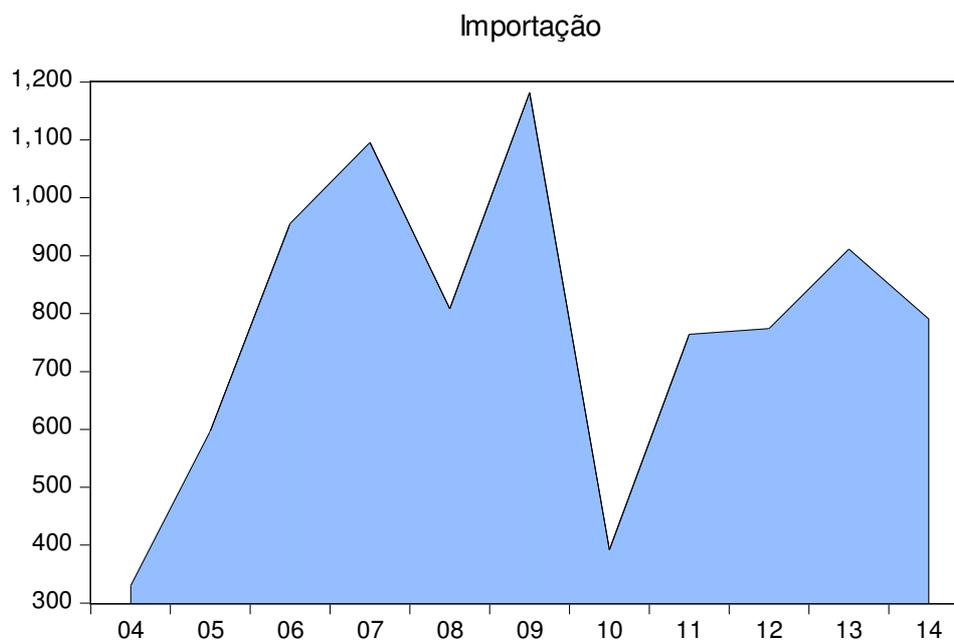
Observando a evolução da quantidade exportada de milho durante o período de 2004 a 2014, podemos identificar que, como no gráfico de quantidade produzida no período estudado, o aumento mais considerável em relação a exportação, ocorre em dois momentos, 2005 a 2008 e 2011 a 2014, com isso podemos identificar que existe relação entre ambas as variáveis. Agora analisaremos a evolução do consumo interno do grão.

A figura 15 demonstra que o consumo interno de milho vem crescendo de forma constante, porém obteve um pico no ano de 2008 e após voltou a um aumento contínuo. Podemos identificar que no mesmo período em que a quantidade produzida e a quantidade exportada obtiveram seus maiores aumentos, ocorre a mesma situação com a variável consumo interno. A relação entre esta variável explicativa e a variável quantidade produzida possuem movimento proporcional, ou seja, possuem forte relação.

Figura 13 – Evolução do Consumo Interno; 2004 - 2014

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

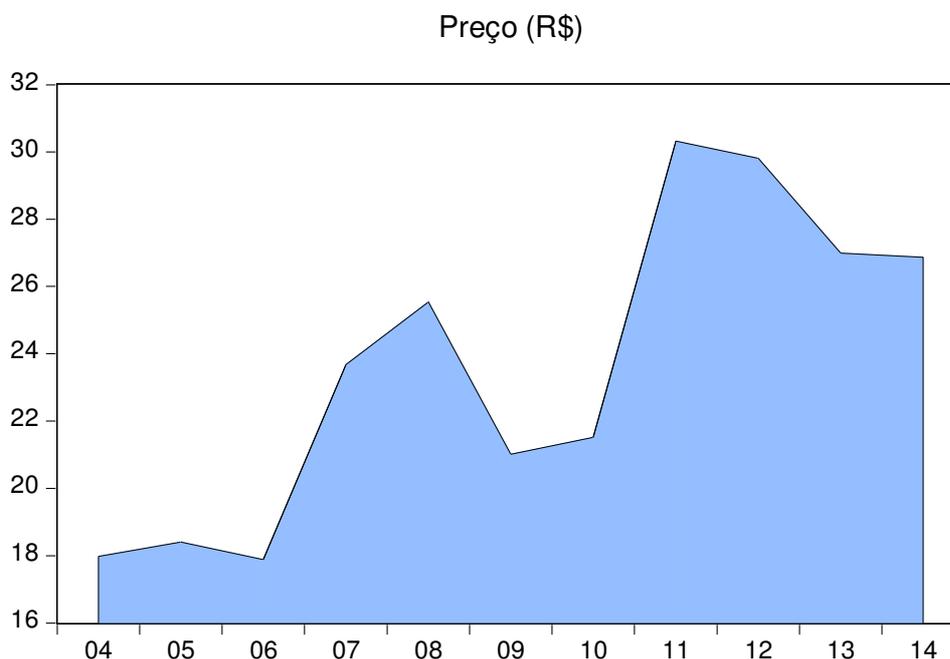
A próxima variável analisada individualmente foi a quantidade importada durante o período estudado.

Figura 14 – Evolução da Importação; 2004 - 2014

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

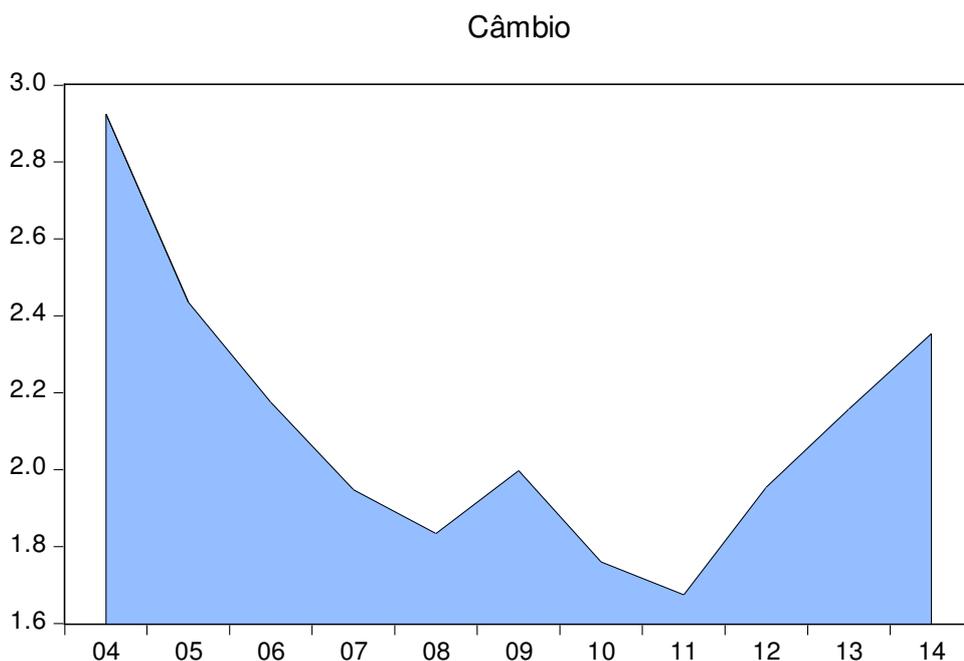
Observando a figura 14, pode-se identificar que houve crescimento de volume importado no período de 2004 a 2007, porém houve uma queda no ano de 2008, voltando a subir no ano de 2009. Esta queda no ano de 2008, pode estar condicionada à quantidade produzida neste mesmo ano, sendo assim menor a necessidade de importação, já que neste mesmo período a quantidade produzida supriu a demanda interna do grão, como podemos identificar nos gráficos demonstrados anteriormente.

Figura 15 – Evolução do Preço da Saca de Milho de 60Kg; 2004 – 2014



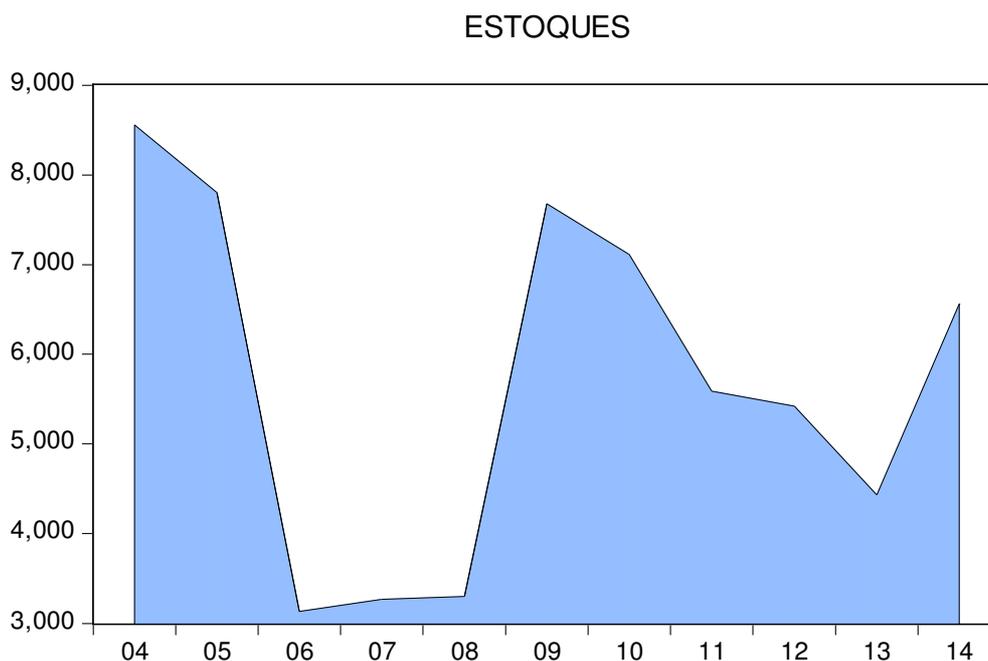
Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

A evolução da variação do preço da saca de 60Kg de milho durante o período estudado, traz a informação de que houve aumento em meados da década de 2000 e posteriormente, após queda entre 2009 e 2010, atingiu o pico de R\$ 30,30 no ano de 2011. Ao analisarmos em conjunto com o crescimento da produção, podemos concluir que o preço não possui a mesma convergência de crescimento do que a variável dependente.

Figura 16 – Variação Cambial USD x R\$; 2004 – 2014

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

Ao analisarmos a variação cambial durante os anos de 2004 a 2014, identificamos que houve diminuição durante os anos de 2005 a 2008, após aumento em 2009 e posteriormente nova queda entre 2010 e 2011. Ao efetuar comparação com a variável dependente e com as outras variáveis explicativas analisadas, podemos notar que o crescimento em meados da década de 2010, está convergente com o aumento da quantidade produzida e também das exportações, através da análise gráfica identificamos que o aumento da exportação está ligado ao aumento da taxa de câmbio, e também ao aumento da produção, visto que o consumo interno teve crescimento de forma linear durante este período.

Figura 17 – Variação na Quantidade de Estoques Iniciais; 2004 – 2014

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

Analisando a evolução sobre a variação na quantidade dos estoques iniciais, em armazéns públicos, identificamos que houve drástica diminuição durante os anos de 2006 e 2008, não condizendo com o aumento de produção que ocorreu no mesmo período. Ao incluirmos a variável consumo interno na análise, identificamos que houve aumento somente no ano de 2009, considerando que o consumo interno diminuiu durante este ano e também a quantidade exportada manteve um crescimento linear, assim, a conclusão com base na análise gráfica indica que devido a diminuição na demanda, a quantidade de grão que foi estocada para a próxima safra aumentou, causando assim uma diminuição na quantidade produzida no ano de 2010.

5.4 Estimativa da equação de Modelo de Regressão Múltipla com defasagem

Como através da análise do Teorema da Teia de Aranha foi identificado que o preço da saca de milho exerce influência sobre a quantidade produzida no próximo ano, na estimativa da equação de modelo de regressão múltipla foi utilizada a defasagem de um período nesta variável.

Utilizando-se este método, foi diminuído da amostra uma observação, ou seja, ao invés de serem utilizadas 11 observações, foram utilizadas 10.

Desta forma, o sistema Eviews trouxe o seguinte resultado, utilizando-se os dados reportados na tabela 8:

Figura 18 – 1º Modelo de Regressão Múltipla com Defasagem

Dependent Variable: PRODUCAO
 Method: Least Squares
 Date: 06/10/16 Time: 15:29
 Sample (adjusted): 2005 2014
 Included observations: 10 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-41850.18	13216.70	-3.166463	0.0506
PRECO__R\$(-1)	-407.1447	329.6224	-1.235185	0.3047
CAMBIO	4266.056	2707.616	1.575576	0.2132
CONSUMO_INTERNO	1.981417	0.299754	6.610133	0.0070
ESTOQUES	-0.737750	0.395625	-1.864769	0.1591
EXPORTACAO	0.748818	0.156398	4.787913	0.0173
IMPORTACAO	3.636585	3.287933	1.106040	0.3494
R-squared	0.995623	Mean dependent var		58650.98
Adjusted R-squared	0.986870	S.D. dependent var		15366.06
S.E. of regression	1760.746	Akaike info criterion		17.98089
Sum squared resid	9300675.	Schwarz criterion		18.19270
Log likelihood	-82.90445	Hannan-Quinn criter.		17.74853
F-statistic	113.7413	Durbin-Watson stat		1.977623
Prob(F-statistic)	0.001260			

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

A primeira coluna demonstra o nome das variáveis independentes, ou regressoras, a segunda coluna seus respectivos coeficientes, na terceira coluna seus respectivos desvios padrão, na quarta o t estatístico e na última coluna é indicado o grau de significância das variáveis em relação a um nível de significância de 0,05.

No segundo quadro da figura são demonstradas 12 estatísticas sobre a regressão, utilizaremos o R^2 (R-squared), o desvio padrão da regressão (S.E of regression) e o teste F (F-statistic).

Foi utilizado o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para ajustamento.

Foi possível identificar que o R^2 do modelo é de 0,986870, ou seja, podemos explicar, com base no modelo e nas variáveis explicativas identificadas como significantes, 98,68% da variação da quantidade produzida de milho durante os anos de 2004 a 2014, o valor do R^2 corrigido pelos graus de liberdade nos indica um valor de 0,986870, assim, com base neste valor, podemos explicar 98,69% das variações da produção durante o período estudado.

Ao serem analisadas as significâncias estatísticas das variáveis incluídas no modelo, foi identificado que, mesmo com a utilização de defasagem de um período na variável preço esta não obteve significância devido ao seu resultado ser estatisticamente igual a 0, a um nível de significância de 5%.

Por esta razão, foi tomada a decisão pela não utilização do modelo de regressão múltipla com defasagem de um período na variável preço.

5.5 Estimativa da equação de Modelo de Regressão Múltipla através de logarítmo

Para estimativa do modelo de regressão múltipla através de logarítmo foi utilizado o sistema Eviews e como variável dependente a série histórica de quantidade produzida de milho no mercado interno brasileiro, o restante das séries históricas foi utilizada como regressores, ou seja, variáveis explicativas.

O resultado obtido através do software, considerando os dados reportados na tabela 8 transformados em logarítmos, foi o seguinte:

Figura 19 – 1º Modelo de Regressão Múltipla por logaritmo

Dependent Variable: LOGPRODUCAO

Method: Least Squares

Date: 06/10/16 Time: 20:19

Sample: 2004 2014

Included observations: 11

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.473412	0.617570	-7.243566	0.0019
LOGCONSUMO_INTERNO	1.392749	0.071685	19.42881	0.0000
LOGESTOQUES	-0.085250	0.013863	-6.149280	0.0035
LOGCAMBIO	0.237647	0.031501	7.544201	0.0017
LOGPRECO	-0.009146	0.045099	-0.202797	0.8492
LOGEXPORTACAO	0.122644	0.007540	16.26495	0.0001
LOGIMPORTACAO	-0.011961	0.012479	-0.958540	0.3921
R-squared	0.999187	Mean dependent var		10.92031
Adjusted R-squared	0.997967	S.D. dependent var		0.270823
S.E. of regression	0.012211	Akaike info criterion		-5.711782
Sum squared resid	0.000596	Schwarz criterion		-5.458576
Log likelihood	38.41480	Hannan-Quinn criter.		-5.871393
F-statistic	819.1088	Durbin-Watson stat		2.710321
Prob(F-statistic)	0.000004			

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

Ao analisarmos o resultado obtido do Modelo de Regressão com base nas variáveis utilizadas, podemos identificar que a variável Preço não obteve significância estatística, devido ao resultado ser estatisticamente igual a 0, a um nível de significância de 5%. Desta forma o passo seguinte foi rodar nova regressão, desta vez excluindo a variável não significativa no primeiro resultado, assim obtivemos o resultado conforme o demonstrado na figura 20:

Figura 20 – 2º Modelo de Regressão Múltipla por logaritmo

Dependent Variable: LOGPRODUCAO

Method: Least Squares

Date: 06/10/16 Time: 20:20

Sample: 2004 2014

Included observations: 11

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.405862	0.467526	-9.423772	0.0002
LOGCONSUMO_INTERNO	1.383564	0.049953	27.69755	0.0000
LOGESTOQUES	-0.084891	0.012361	-6.867425	0.0010
LOGCAMBIO	0.239921	0.026465	9.065558	0.0003
LOGEXPORTACAO	0.122405	0.006695	18.28276	0.0000
LOGIMPORTACAO	-0.012006	0.011217	-1.070412	0.3334
R-squared	0.999178	Mean dependent var	10.92031	
Adjusted R-squared	0.998357	S.D. dependent var	0.270823	
S.E. of regression	0.010978	Akaike info criterion	-5.883371	
Sum squared resid	0.000603	Schwarz criterion	-5.666337	
Log likelihood	38.35854	Hannan-Quinn criter.	-6.020180	
F-statistic	1216.149	Durbin-Watson stat	2.599440	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

A segunda regressão foi estimada utilizando o Método de Mínimos Quadrados Ordinários. Nesta regressão a variável Importação foi a que, no conjunto das variáveis explicativas, demonstrou possuir menor significância estatística dentro do modelo, desta forma, seguimos o passo anterior, de rodar nova regressão excluindo a variável que demonstrou menor grau de significância, obtendo-se o resultado demonstrado na figura 21 a seguir:

Figura 21 – 3º Modelo de Regressão Múltipla por logaritmo

Dependent Variable: LOGPRODUCAO

Method: Least Squares

Date: 06/10/16 Time: 20:21

Sample: 2004 2014

Included observations: 11

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.426314	0.472777	-9.362376	0.0001
LOGCONSUMO_INTERNO	1.371598	0.049274	27.83640	0.0000
LOGESTOQUES	-0.077769	0.010544	-7.375823	0.0003
LOGCAMBIO	0.241775	0.026727	9.045997	0.0001
LOGEXPORTACAO	0.123198	0.006734	18.29404	0.0000
R-squared	0.998990	Mean dependent var	10.92031	
Adjusted R-squared	0.998317	S.D. dependent var	0.270823	
S.E. of regression	0.011111	Akaike info criterion	-5.858861	
Sum squared resid	0.000741	Schwarz criterion	-5.678000	
Log likelihood	37.22374	Hannan-Quinn criter.	-5.972869	
F-statistic	1483.847	Durbin-Watson stat	2.917445	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

Com base no resultado obtido com o modelo de regressão múltipla foi identificado que as variáveis Consumo Interno, Estoques, Câmbio e Exportação possuem maior grau de significância, assim possuindo maior possibilidade de explicação da variação da quantidade produzida no país.

Foi possível identificar que o R^2 do modelo é de 0,998990, ou seja, podemos explicar, com base no modelo e nas variáveis explicativas identificadas como significantes, 99,89% da variação da quantidade produzida de milho durante os anos de 2004 a 2014, o valor do R^2 corrigido pelos graus de liberdade nos indica um valor de 0,998317, assim, com base neste valor, podemos explicar 99,83% das variações da produção durante o período estudado.

Em relação ao Desvio Padrão estimado, com este modelo, chegamos a um resultado de 0,011111, ou seja, esta é a variação, ou dispersão, que existe em relação ao valor esperado.

Quanto ao F-estatístico, obtivemos valor calculado de 1.483,873, com base neste resultado, pode-se afirmar que o conjunto de variáveis explicativas é estatisticamente diferente de zero.

5.6 Teste de White no Modelo de Regressão através de logaritmos

Para identificação de existência de heteroscedasticidade no modelo de regressão através de logaritmos, para identificação de existência de variação comum entre os termos de erro das observações, foi utilizado o teste de White, obtendo-se o resultado abaixo:

Figura 22 – Teste de White Modelo de Regressão através de logaritmos

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	4.625432	Prob. F(4,6)	0.0480
Obs*R-squared	8.306312	Prob. Chi-Square(4)	0.0810
Scaled explained SS	0.697940	Prob. Chi-Square(4)	0.9516

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 06/10/16 Time: 20:31

Sample: 2004 2014

Included observations: 11

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002404	0.000764	3.146838	0.0199
LOGCONSUMO_INTERNO^2	-2.21E-05	7.49E-06	-2.953538	0.0255
LOGESTOQUES^2	2.16E-06	1.95E-06	1.109075	0.3099
LOGCAMBIO^2	-0.000214	5.42E-05	-3.936654	0.0077
LOGEXPORTACAO^2	2.13E-06	1.24E-06	1.716101	0.1370
R-squared	0.755119	Mean dependent var	6.73E-05	
Adjusted R-squared	0.591865	S.D. dependent var	5.31E-05	
S.E. of regression	3.39E-05	Akaike info criterion	-17.44289	
Sum squared resid	6.90E-09	Schwarz criterion	-17.26203	
Log likelihood	100.9359	Hannan-Quinn criter.	-17.55690	
F-statistic	4.625432	Durbin-Watson stat	2.204942	
Prob(F-statistic)	0.047951			

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

Com o resultado obtido, considerando-se o tamanho da amostra (n) multiplicado pelo R^2 obtido, que é demonstrado no campo “Obs*R-squared”, foi identificado que este possui valor maior do que o valor de χ^2 , a um grau de significância de 5%, desta forma, a hipótese nula de que o modelo possui heteroscedasticidade, é aceita. Para que este resultado seja revertido, seria necessário utilizar o teste de raiz unitária de Dickey-Fuller, porém como esta movimentação irá consumir a quantidade de observações para que se encontre

resultado que não possua heteroscedasticidade, e o modelo estudado possui 11 observações, será desconsiderado.

Para obtenção de um modelo que possa ser utilizado sem que seja necessário o ajuste para que não exista heteroscedasticidade, foi tomada a decisão por um modelo de regressão múltipla sem a utilização de logaritmos.

5.7 Estimativa da equação de Modelo de Regressão Múltipla

Para estimarmos o modelo de regressão múltipla usando 7 variáveis, foi considerada a série histórica da quantidade ofertada de milho no mercado interno brasileiro como variável dependente e o restante das séries históricas levantadas como seus regressores e manteremos constantes os fatores que se encontram fora de nosso controle.

Ao utilizarmos o a ferramenta Eviews para obtenção do modelo de regressão, chegamos ao resultado abaixo:

Figura 23 – 1º Modelo de Regressão Múltipla

Dependent Variable: PRODUCAO
Method: Least Squares
Date: 06/10/16 Time: 20:40
Sample: 2004 2014
Included observations: 11

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-34538.90	15006.53	-2.301591	0.0828
PRECO_R\$_	-135.8070	309.6370	-0.438601	0.6836
CAMBIO	5199.188	2879.007	1.805896	0.1452
CONSUMO_INTERNO	1.749357	0.306825	5.701478	0.0047
ESTOQUES	-0.924837	0.457014	-2.023651	0.1130
EXPORTACAO	0.727717	0.183041	3.975709	0.0165
IMPORTACAO	-0.069013	3.119115	-0.022126	0.9834
R-squared	0.992405	Mean dependent var		57148.94
Adjusted R-squared	0.981012	S.D. dependent var		15405.25
S.E. of regression	2122.809	Akaike info criterion		18.41999
Sum squared resid	18025272	Schwarz criterion		18.67320
Log likelihood	-94.30997	Hannan-Quinn criter.		18.26038
F-statistic	87.10704	Durbin-Watson stat		1.987986
Prob(F-statistic)	0.000343			

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

O primeiro modelo de regressão utilizou todas as variáveis explicativas listadas anteriormente, considerando grau de significância com limite de 5% para aceitação da variável como relevante.

Ao analisarmos o resultado obtido do Modelo de Regressão com base nas variáveis utilizadas, podemos identificar que a variável Importação não obteve significância estatística, devido ao resultado ser estatisticamente igual a 0, a grau de significância de 5%. Desta forma o passo seguinte foi rodar nova regressão, desta vez excluindo a variável não significativa no primeiro resultado, assim obtivemos o resultado conforme o demonstrado na figura abaixo:

Figura 24 – 2º Modelo de Regressão Múltipla

Dependent Variable: PRODUCAO
Method: Least Squares
Date: 06/10/16 Time: 20:42
Sample: 2004 2014
Included observations: 11

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-34658.42	12523.20	-2.767537	0.0395
CONSUMO_INTERNO	1.749422	0.274437	6.374586	0.0014
EXPORTACAO	0.727282	0.162776	4.467984	0.0066
CAMBIO	5211.647	2525.485	2.063622	0.0940
ESTOQUES	-0.920635	0.371827	-2.475977	0.0561
PRECO__R\$_	-135.0801	275.4014	-0.490485	0.6446
R-squared	0.992404	Mean dependent var		57148.94
Adjusted R-squared	0.984808	S.D. dependent var		15405.25
S.E. of regression	1898.814	Akaike info criterion		18.23830
Sum squared resid	18027478	Schwarz criterion		18.45533
Log likelihood	-94.31064	Hannan-Quinn criter.		18.10149
F-statistic	130.6444	Durbin-Watson stat		1.991561
Prob(F-statistic)	0.000027			

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

A segunda regressão foi estimada utilizando o Método de Mínimos Quadrados Ordinários. Nesta regressão a variável Preço foi a que, no conjunto das variáveis explicativas, demonstrou possuir menor significância estatística dentro do modelo, desta forma, seguimos o passo anterior, de rodar nova regressão excluindo a variável que demonstrou menor grau de significância, obtendo-se o resultado demonstrado na figura abaixo:

Figura 25 – 3º Modelo de Regressão Múltipla

Dependent Variable: PRODUCAO

Method: Least Squares

Date: 06/10/16 Time: 20:45

Sample: 2004 2014

Included observations: 11

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-35579.26	11571.60	-3.074707	0.0218
CONSUMO_INTERNO	1.681598	0.221545	7.590336	0.0003
EXPORTACAO	0.720208	0.151528	4.752962	0.0031
CAMBIO	5586.128	2249.813	2.482930	0.0476
ESTOQUES	-0.892728	0.343408	-2.599617	0.0407
R-squared	0.992038	Mean dependent var		57148.94
Adjusted R-squared	0.986730	S.D. dependent var		15405.25
S.E. of regression	1774.583	Akaike info criterion		18.10347
Sum squared resid	18894871	Schwarz criterion		18.28434
Log likelihood	-94.56911	Hannan-Quinn criter.		17.98947
F-statistic	186.9017	Durbin-Watson stat		1.875548
Prob(F-statistic)	0.000002			

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

Logo, podemos identificar a baixa significância na variável Câmbio em nosso modelo, assim, seguiremos com a identificação das variáveis que possuem maior significância rodando novamente o modelo no software EViews em busca do melhor resultado.

Figura 26 - 4º Modelo de Regressão Múltipla

Dependent Variable: PRODUCAO

Method: Least Squares

Date: 06/10/16 Time: 20:51

Sample: 2004 2014

Included observations: 11

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-13171.35	9547.722	-1.379529	0.2102
CONSUMO_INTERNO	1.348749	0.232523	5.800507	0.0007
EXPORTACAO	0.910754	0.172243	5.287615	0.0011
ESTOQUES	-0.430221	0.380318	-1.131212	0.2952
R-squared	0.983858	Mean dependent var		57148.94
Adjusted R-squared	0.976940	S.D. dependent var		15405.25
S.E. of regression	2339.388	Akaike info criterion		18.62845
Sum squared resid	38309165	Schwarz criterion		18.77314
Log likelihood	-98.45650	Hannan-Quinn criter.		18.53725
F-statistic	142.2145	Durbin-Watson stat		1.600157
Prob(F-statistic)	0.000001			

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

O resultado do 5º Modelo de Regressão demonstra que novamente uma variável possui significância irrelevante no sistema, causando assim baixa probabilidade de acerto no modelo estudado, assim foi efetuado novo teste com o modelo, excluindo a variável Estoques Iniciais.

Figura 27 – 5º Modelo de Regressão Múltipla

Dependent Variable: PRODUCAO

Method: Least Squares

Date: 06/10/16 Time: 20:53

Sample: 2004 2014

Included observations: 11

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-16069.22	9357.007	-1.717347	0.1242
CONSUMO_INTERNO	1.354546	0.236494	5.727608	0.0004
EXPORTACAO	0.925882	0.174698	5.299888	0.0007
R-squared	0.980907	Mean dependent var		57148.94
Adjusted R-squared	0.976134	S.D. dependent var		15405.25
S.E. of regression	2379.924	Akaike info criterion		18.61453
Sum squared resid	45312308	Schwarz criterion		18.72304
Log likelihood	-99.37989	Hannan-Quinn criter.		18.54612
F-statistic	205.4987	Durbin-Watson stat		1.765378
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

Desta forma, o 5º modelo de regressão permitiu identificar que as variáveis Consumo Interno e Quantidade Exportada possuem maior grau de significância e, portanto, que possuem maior possibilidade de explicar a variação da quantidade produzida de milho no país.

Assim, pôde-se constatar que o R^2 do modelo é de 0,980907, ou seja, o modelo e suas variáveis explicativas identificadas como significantes, abrangem 98,07% da explicação da variação da quantidade produzida de milho durante os anos de 2004 a 2014, o valor do R^2 corrigido pelos graus de liberdade nos indica um valor de 0,976134, com base neste valor foi possível explicar 97,61% das variações da produção durante o período estudado.

No que se refere ao Desvio Padrão estimado, com este modelo chegamos a um resultado de 2.379,924, ou seja, esta é a variação, ou dispersão, que existe em relação ao valor esperado.

Em relação ao F-estatístico, obtido valor calculado de 205,4987, utilizando como base para identificação do F crítico a tabela de distribuição de Fisher-Snedecor ao nível de probabilidade de $\alpha = 0,05$, temos $F_{(9,30,\alpha=0,05)} = 3,316$. Portanto, podemos detectar que existe significância global nas variáveis estudadas.

5.8 Teste de Breusch-Godfrey – teste LM para correlação serial

Para identificação de existência de correlação serial, foi utilizado o teste de Breusch-Godfrey, o sistema Eviews procede com o teste e apresenta o resultado da figura 28:

Figura 28 – Teste de Breusch-Godfrey

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.032489	Prob. F(2,6)	0.9682
Obs*R-squared	0.117848	Prob. Chi-Square(2)	0.9428

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 06/10/16 Time: 21:02

Sample: 2004 2014

Included observations: 11

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-851.3666	11283.05	-0.075455	0.9423
CONSUMO_INTERNO	0.028029	0.294674	0.095119	0.9273
EXPORTACAO	-0.044335	0.273595	-0.162047	0.8766
RESID(-1)	-0.057743	0.541809	-0.106575	0.9186
RESID(-2)	-0.158973	0.623747	-0.254868	0.8073
R-squared	0.010713	Mean dependent var		9.92E-13
Adjusted R-squared	-0.648811	S.D. dependent var		2128.669
S.E. of regression	2733.339	Akaike info criterion		18.96739
Sum squared resid	44826855	Schwarz criterion		19.14825
Log likelihood	-99.32065	Hannan-Quinn criter.		18.85338
F-statistic	0.016244	Durbin-Watson stat		1.808227
Prob(F-statistic)	0.999321			

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

Baseado no resultado apresentado acima, é possível identificar, através da análise do campo “Obs*R-squared”, que é a quantidade de observações multiplicando o R^2 , não excede o valor de χ^2 , demonstrado no campo “Prob. Chi-Square(2). Desta forma, pode-se rejeitar a hipótese nula, ou seja, nenhum ρ é significativamente diferente de zero.

5.9 Teste de White

O teste de White, utilizado para identificação de heteroscedasticidade, que indica se os termos de erro de todas as observações possuem uma variação comum.

Utilizando a ferramenta Eviews, foi realizado o Teste de White no modelo apresentado, e se obteve o resultado da figura 29:

Figura 29 – Teste de White

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	0.383244	Prob. F(2,8)	0.6935
Obs*R-squared	0.961772	Prob. Chi-Square(2)	0.6182
Scaled explained SS	0.135293	Prob. Chi-Square(2)	0.9346

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 06/10/16 Time: 21:10

Sample: 2004 2014

Included observations: 11

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-656392.6	6127672.	-0.107119	0.9173
CONSUMO_INTERNO^2	0.002765	0.003309	0.835640	0.4276
EXPORTACAO^2	-0.006602	0.007906	-0.835137	0.4279

R-squared	0.087434	Mean dependent var	4119301.
Adjusted R-squared	-0.140708	S.D. dependent var	3150929.
S.E. of regression	3365316.	Akaike info criterion	33.12294
Sum squared resid	9.06E+13	Schwarz criterion	33.23146
Log likelihood	-179.1762	Hannan-Quinn criter.	33.05454
F-statistic	0.383244	Durbin-Watson stat	2.624417
Prob(F-statistic)	0.693518		

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

Descoberto o valor do tamanho da amostra (n) multiplicado pelo R^2 obtido, demonstrado no campo “Obs*R-squared” é maior do que o valor de χ^2 , a um grau de significância de 5%, como este resultado é somente um pouco acima do que o χ^2 , utilizaremos grau de significância de 97,5%, obtendo assim o resultado de χ^2 de 2.180, com isto, podemos aceitar que não existe heteroscedasticidade no modelo. Ou seja, as variâncias a um nível de significância de 97,5% são constantes.

5.10 Modelo de Regressão Múltipla

O modelo de regressão múltipla obtido através do Software Eviews é indicado conforme o quadro abaixo, retirado diretamente do software.

Figura 30 – Representação da Equação de Regressão Múltipla

```

Estimation Command:
=====
LS PRODUCAO C CONSUMO_INTERNO EXPORTACAO

Estimation Equation:
=====
PRODUCAO = C(1) + C(2)*CONSUMO_INTERNO + C(3)*EXPORTACAO

Substituted Coefficients:
=====
PRODUCAO = -16069.22 + 1.35*CONSUMO_INTERNO + 0.93*EXPORTACAO

```

Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

Acima pode ser encontrada a representação da equação de regressão múltipla, na parte de “*Estimation Equation*” encontramos a estimação da equação, ou seja, as variáveis e seus respectivos coeficientes β , que são os coeficientes de declividade de cada variável. Identificamos no início da estimação a variável dependente, no caso do modelo estudado é a produção de milho durante os anos de 2004 até 2014. Após podemos identificar os valores dos coeficientes de declividade de cada variável, também encontramos a nomenclatura das variáveis dependentes, no caso do modelo estudado, o consumo interno e a quantidade exportada de milho durante os anos de 2004 até 2014.

Na linha *Substituted Coefficients*, é demonstrada a mesma equação, porém, com os respectivos coeficientes β substituídos, assim, permitindo a identificação de qual a variação que o aumento ou diminuição de 1.000 toneladas em cada uma das variáveis explicativas consideradas no modelo.

5.10.1 Análise Estatística do Modelo de Regressão Múltipla

Ao analisarmos em âmbito estatístico o resultado do modelo de regressão múltipla, podemos concluir o seguinte:

- Caso não houver consumo interno ou exportação de milho no Brasil, a produção, em âmbito empírico, será negativa, ou seja, não haverá produção de milho no país;

- O aumento de 1.000 toneladas no consumo interno brasileiro impactará em um aumento de 1.354,54 toneladas na quantidade produzida no período;
- O aumento de 1.000 toneladas na quantidade exportada ocasionará aumento de 925,88 toneladas na quantidade produzida;
- O aumento de 1.000 toneladas em ambas as variáveis explicativas resultará em um aumento de 2.280,42 toneladas no total produzido no país neste período;
- Com relação à elasticidade consumo da produção de milho, efetuando o cálculo desta, foi encontrado o valor de 1,09, ou seja, no período estudado pode-se dizer que a oferta de milho é elástica em relação ao consumo interno, havendo um aumento na quantidade demandada de milho no país a quantidade ofertada aumenta mais que proporcionalmente. Neste caso, o aumento em 1% na demanda aumentará em torno de 1,09% a quantidade ofertada.
- Ao ser analisada a elasticidade exportação da produção de milho, foi obtido resultado de 0,19, assim é possível identificar que durante o período estudado a oferta de milho é inelástica em relação à exportação, pode-se dizer que a produção de milho no Brasil durante o período estudado não responde de forma proporcional a um aumento na quantidade exportada.

Analisando o coeficiente de determinação R^2 , que obteve resultado de 0,9809, indica que cerca de 98% da variação total da quantidade ofertada é explicada pela variação nas quantidades incluídas na equação de regressão, que são a quantidade demandada internamente no país. Com base no teste de Dickey-Fuller, não foi identificada correlação linear, ou seja, não existe a dependência entre os resíduos da série estudada. Também com base no teste de White, foi obtido resultado a grau de significância de 5% de que existe heteroscedasticidade no modelo, mesmo assim, optou-se por utilizar a comparação do resultado obtido no teste com χ^2 a um grau de significância de 97,5%, desta forma, é possível afirmar que não existe heteroscedasticidade a esta significância.

5.10.2 Análise Econômica do Modelo de Regressão Múltipla

Efetuada a análise econômica do modelo obtido através da utilização das variáveis dependente e explicativas, foi identificado que dentre todas as variáveis elencadas para o estudo da variação da Quantidade Produzida de milho no país, o Consumo Interno e a Quantidade Exportada exercem maior influência sobre a quantidade ofertada do grão durante todo o período estudado. As duas variáveis identificadas como de maior relevância são as que compõem a demanda interna do produto, ou seja, podemos identificar que o mercado interno brasileiro é o que mais possui expressão na oferta, sendo consistente com a teoria econômica.

Ao analisarmos separadamente a influência econômica de cada uma das variáveis sobre a quantidade ofertada, podemos identificar que a variável Consumo Interno exerce influência positiva no mercado de milho. Se, o Consumo Interno for de 70.000,00 mil toneladas, ao considerarmos a média de produtividade durante o período estudado que, conforme a CONAB (2016), que é de 4,0 toneladas por hectare, onde, também com base nas informações da CONAB (2016), a média de área plantada de milho no país, durante o período estudado, é de 14.053,10 mil hectares, ocorrerá a necessidade de um aumento em área plantada de milho, para que a demanda seja suprida, será preciso utilizar 19.687,30 mil hectares. Esta necessidade ocasionará na diminuição da utilização da área plantada de outras culturas que possuem o mesmo período de cultivo, como Soja, Arroz ou Algodão, o que ocasionará impacto na balança comercial do país, visto que a Soja ocupa a primeira posição dos produtos agrícolas exportados do país.

Com relação à variável Exportação, ao considerarmos que toda a produção de milho no período foi utilizada para comercialização ao exterior, para que o milho ocupe a primeira posição na balança comercial, ou seja, ultrapasse as 54.320,00 mil toneladas exportadas, será necessária a produção de 78.010 mil toneladas do grão, em área plantada equivalente a 19.502,50 hectares. Conforme o MDIC (2016), o preço médio em US\$, para exportação no ano de 2015 foi de 0,18 US\$/Kg, geraria US\$ 9.777.600.000 de saldo na balança comercial. Comparando este valor com o total exportado pelo Brasil no ano de 2015, que foi de US\$ 191.134.324.584,00, permite a conclusão de que a exportação de grão de milho seria de 5% do total da balança comercial. Durante

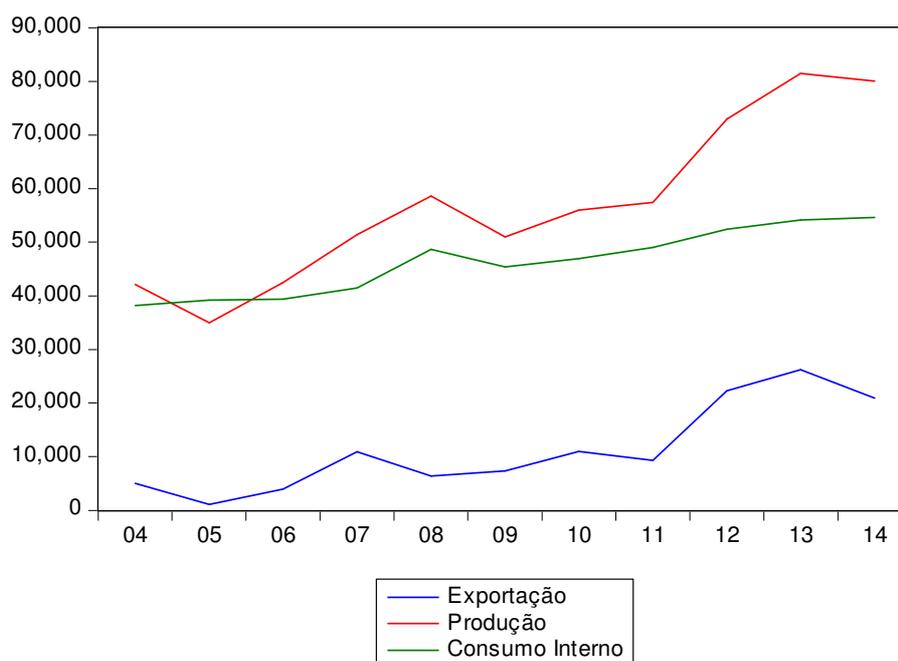
o ano de 2015, MDIC (2016), a exportação de grãos de milho ocupou 2,58% da participação na balança comercial, considerando a suposição descrita acima, a ocorreria um aumento de 98% do valor, em US\$, obtido com exportação de grão de milho, ajudando a impulsionar o superávit que ocorreu neste ano.

Considerando os dados do CONAB (2016) e MDIC (2016), com relação à quantidade consumo interno e quantidade exportada, respectivamente, 58.197,90 mil toneladas e 27.431,07 mil toneladas, a equação de regressão múltipla pode ser escrita da seguinte forma:

$$Produção = -16.069,22 + 1,35 * 58.197,90 + 0,93 * 27.431,07 \quad (3)$$

Assim, considerando o modelo estudado, identificamos que a quantidade a ser produzida no ano de 2015, para suprir a demanda interna e também a demanda por exportação será de 88.160,47 mil toneladas, considerando que a produtividade média no país no ano de 2015, segundo CONAB (2016), foi de 5,4 ton/ha, sendo necessário assim a área plantada de milho no Brasil atingir a marca de 16.326 mil hectares, marca que nunca foi atingida desde o início do estudo da série histórica feita pela CONAB, desde o ano de 1976.

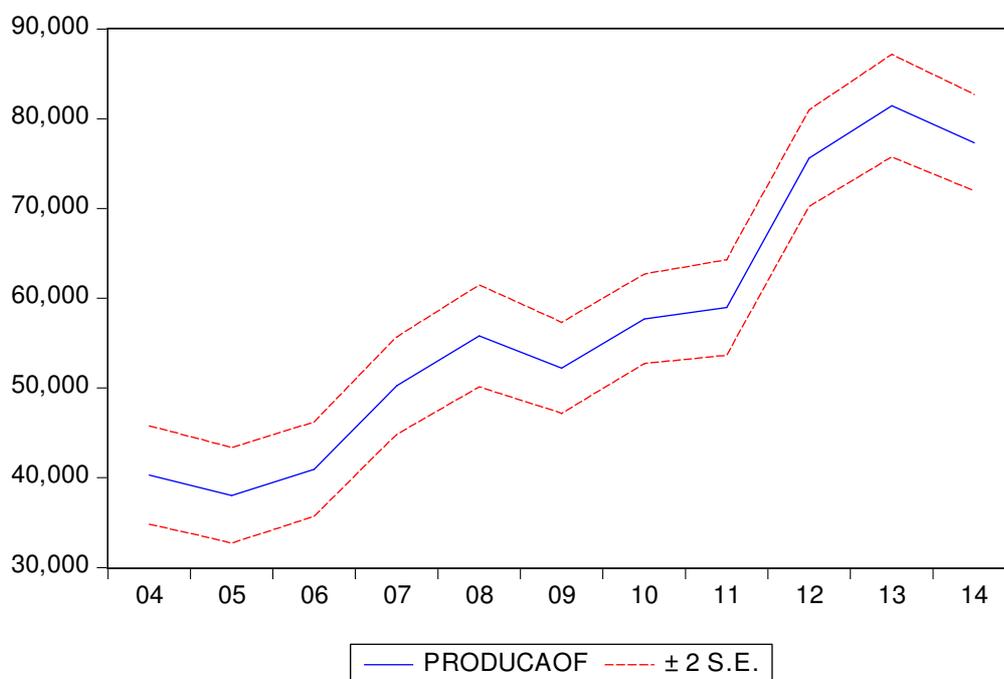
Figura 31 – Análise gráfica das variáveis consideradas



Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

A figura 33 permite observar como o crescimento do consumo interno se mantém de forma constante e seu pico de crescimento condiz com o pico de crescimento da quantidade produzida no ano de 2008. Permite também constatar como a quantidade exportada de milho possui crescimento maior ao final do período estudado, assim como a variável produção. Assim pode-se observar que no final da década de 2000 o consumo interno obteve maior relevância no aumento da produção de milho no Brasil e como em meados da década de 2010 a quantidade ofertada obteve a maior relevância em relação à variável produção.

Figura 32 – Revisão da Previsão Baseada no Modelo



Fonte: Elaborado pelo autor com o software Eviews7

O gráfico acima, demonstra a revisão da previsão da produção baseada no modelo de M.Q.O, indica que os valores utilizados para obtenção do mesmo, analisados e revistos foram corretamente previstos. A linha pontilhada vermelha indica os limites máximo e mínimo que o modelo estima, com base no desvio padrão obtido através da Regressão Linear.

6 CONCLUSÃO

O objetivo principal do estudo foi investigar os fatores que afetam a oferta de milho por parte do produtor no Brasil. Além da variável Produção, foram inseridas no estudo variáveis como Consumo Interno, Quantidade Exportada, Quantidade Importada, Preço Médio da saca de 60Kg, Taxa de Câmbio e Estoques Iniciais.

Primeiro utilizou-se um modelo de regressão múltipla com defasagem de um período de tempo, devido ao Teorema da Teia de Aranha, que indica que a quantidade produzida de um produto agrícola tem intervalo de tempo de um período entre a reação do produtor a um aumento ou diminuição no preço do bem. Obteve-se resultado de que a variável Preço não era estatisticamente significativa, desta forma, optou-se por desconsiderar o modelo.

Devido ao modelo anterior ter sido desconsiderado, optou-se por utilizar um modelo de regressão múltipla, no qual as variáveis foram transformadas em logaritmos. Mesmo considerando que foi possível a explicação de 99,89% da variação na produção de milho no Brasil durante os anos de 2004 até 2014, identificou-se que este modelo apresenta heteroscedasticidade, portanto foi decidido pela não utilização de um modelo de regressão por logaritmos.

A utilização do modelo de regressão múltipla sem logaritmos possibilitou uma melhor análise das variáveis explicativas, em relação à variável dependente, Produção. Assim, foi identificado que algumas destas não possuem relevância significativa na explicação da quantidade produzida de milho durante todo o período estudado. Desta forma, foram identificadas duas variáveis com relevância significativa no modelo, consumo interno e quantidade exportada.

Os testes estatísticos relacionados à correlação serial e heteroscedasticidade demonstraram que não existe correlação entre os resíduos e também de que não existe heteroscedasticidade a um nível de 97,5%.

Ao analisar a relação oferta e demanda interna foi identificado que um choque no consumo interno ocasionará uma necessidade de aumento na área plantada de milho no país, pois para suprir a demanda a oferta deverá se adequar correspondentemente. Necessariamente deverá ocorrer diminuição na quantidade de produção de outras culturas que possuem o mesmo período de cultivo que a cultura de milho, dentre elas a Soja, que compõe boa parte da

balança comercial brasileira e é o produto agrícola mais exportado pelo país, o que pode ocasionar um déficit na balança comercial. Com o resultado obtido na identificação de qual a quantidade de milho deve ser plantada para que esta cultura ultrapasse a cultura de soja no comparativo da balança comercial do ano de 2015, se identificou que o aumento deve ser em torno de 98% do total exportado neste ano.

Identificou-se que a demanda tanto interna quanto externa que possuem o maior peso na variação de quantidade produzida no país e que qualquer choque de aumento de demanda irá ocasionar uma necessidade de aumento de área plantada de milho, o que ocasionará perda de outras culturas importantes para o consumo interno e também para a balança comercial. Um modo de não haver a necessidade de substituição, caso ocorra aumento da demanda interna é a armazenagem das sobras de produção de anos anteriores, que possibilitará a utilização destes estoques para comercialização no próximo ano e também irá possibilitar ao Governo o controle dos preços. Esta medida já vem sendo adotada pelo Governo brasileiro.

Com relação à Lei da Oferta, se todos os outros fatores forem mantidos constantes, no caso deste estudo sobre o mercado de milho, pode-se identificar que não será o preço que indicará qual a quantidade ofertada por ele e sim a quantidade demanda nos mercados internos e externos.

Pode-se concluir que a principal contribuição deste estudo foi a identificação das variáveis determinantes da demanda de milho sobre a sua oferta, tendo em vista que o mercado de milho é importante para o setor agrícola brasileiro, que empenha papel fundamental na geração de renda e possui grande influência na balança comercial do país.

6.1 Limitações do estudo e sugestões para novos estudos

O presente estudo considerou a série histórica de produção de milho entre os anos de 2004 a 2014, limitando uma abrangência com maior possibilidade de identificação das razões para a variação na produção de milho no país.

As conclusões dele retiradas servem como base para a identificação das variáveis que possuem maior influência na variação da produção, porém para que se possa identificar a amplitude total da influência por elas exercidas é importante a análise de dados por um maior período de tempo.

Analisando as limitações elencadas acima, pode-se afirmar que seu aperfeiçoamento é importante para a o setor primário da economia, possibilitando vislumbrar onde devem ser aplicadas as ações para que se possibilite crescimento do mercado de milho no país.

REFERÊNCIAS

ABIMILHO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MILHO. Estatísticas. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/estatistica4.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2016

AMADO, Carlos Flávio Pedroza. *Uma análise da eficiência dos mercados futuros agrícolas brasileiros*. 2004. 126 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Administração) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

ARAÚJO, Massilon J. *Fundamentos de agronegócios*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008

ARBAGE, Alessandro Poporatti. *Fundamentos de Economia Rural*. Chapecó: Argos, 2006

BOCCHI, João Ildebrando (Org.). *Monografia para economia*. São Paulo, Saraiva, 2009

CALDARELLI, C.E.; BACCGHI, M.R.P. *Fatores de influência no preço do milho no Brasil*. Brasil, 2012. 23f.

3

CALLADO, Antônio André Cunha (Org.). *Agronegócio*. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2006

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO <<http://conab.gov.br>> Acesso em 16 abr. 2016

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITES NATIONS: <<http://faostat3.fao.org>> Acesso em 23 abr. 2016

GREMAUD, A.P.; VASCONCELLOS, M.A.S de; TONETO JÚNIOR, R. *Economia brasileira contemporânes*. São Paulo: Atlas, 2002

GUJARATI, Damodar N. *Econometria básica*. 3 ed. São Paulo: Macron Books, 2000

GUJARATI, Damodar N. *Econometria básica*. tradução de Maria José Cyhlar Monteiro. 3 reimpressão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. *Econometria básica*. tradução de Denise Durante, Mônica Rosemberg, Maria Lúcia G. L. Rosa. 5 ed. Porto Alegre: AMGH, 2011

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEGRAFIA E ESTATÍSTICA: <<http://serieestatisticas.ibge.gov.br>> Acesso em: 23 abr. 2016

MDIC - MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS Disponível em: <<http://mdic.gov.br/index.php/comercio-externo/estatisticas-de-comercio-externo>> Acesso em 07 jun. 2016

MENDES, Judas Tadeu Grassi. *Economia: fundamentos e aplicações*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004

MENDES, Judas Tadeu Grassi. *Economia: fundamentos e aplicações*. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009

MENDES, J. T. G.; JUNIOR, J. B. P. *Agronegócio: uma abordagem econômica*. São Paulo: Prentice Hall, 2007

MICHELS, Erico. et al. *Fundamentos da economia*. Curitiba: InterSaberes, 2013

OSAKI, M.; BATALHA, M. O. *Efeito da Política geral de garantia de preços mínimos (PGPM) na comercialização de milho e soja nas cinco regiões geográficas do Brasil*. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47, 2009, Porto Alegre

PARKIN, Michael. *Economia*. Tradução de Cristina Yamagami. 8. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009

PINDYCK, Robert S. *Microeconomia*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010

PORTAL DBO: Disponível em:
<<http://www.portaldbo.com.br/Portal/Artigos/Desafios-das-tecnologias-Bt/13988>>. Acesso em 28 out 2016

REDIN, E.; FIALHO, M. A. V. *Política Agrícola Brasileira: Uma análise histórica da inserção da agricultura familiar*. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48, 2010, Campo Grande.

STOCK, J.H.; WALSON, M.W. *Econometria*. tradução de Monica Rosemberg, Addison Wesley, 2004

VIAN, Carlos Eduardo Ferreira. *Oferta X Demanda*: Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_114_22122006154842.html, 2007 - Acesso em 05 abr. 2016

VELASCO, Valentim Lopes. O modelo dinâmico de Teia de Aranha e a expectativa. *Revista de Estatística*, ISSN 0873-4275, 1998

YAMAGUCHI. L.C.T.; ARAÚJO, L.F.O. Dinâmica de mercado com justamento defasado. *Revista Eletrônica de Economia*, Juiz de Fora, 01 mar. 2006.

ZUIN, Luís Fernando Soares et al. *Agronegócio: gestão e inovação*. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2008