

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**PREVISIBILIDADE DE PREÇOS DO MILHO PARA A REGIÃO
SUL DO BRASIL**

MONOGRAFIA II

**AUTOR: LUIS PEDRO SACCOL FROS
ORIENTADOR: ANDERSON ANTONIO DENARDIN**

Santa Maria, 20 de Dezembro de 2016

PREVISIBILIDADE DE PREÇOS DO MILHO PARA A REGIÃO SUL DO BRASIL

Luis Pedro Saccol Fros

Monografia apresentada ao curso de Graduação de Ciências
Econômicas, da Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM,RS), como requisito para obtenção do grau de bacharel
em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Antonio Denardin

**Santa Maria, RS, Brasil
2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Monografia de Graduação**

**PREVISIBILIDADE DE PREÇOS DO MILHO PARA A REGIÃO
SUL DO BRASIL**

elaborado por
Luis Pedro Saccol Fros

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Econômicas

COMISSÃO EXAMINADORA:

Anderson Antonio Denardin, Dr.
(Presidente/Orientador)

Clailton Ataídes de Freitas, Dr.
Avaliador (UFSM)

Roberto da Luz Júnior, Dr.
Avaliador (UFSM)

Santa Maria, 20 de Dezembro de 2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por estar ao meu lado, me guiando em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, que nunca mediram esforços para que possa concluir a segunda faculdade. Sempre incentivando e orientando nos momentos mais decisivos e difíceis.

À minha namorada, Mariê, pelo companheirismo em todos os momentos de estudo e incentivo para finalizar mais esta etapa.

Aos meus irmãos que sempre foram fonte de inspiração para a conclusão de mais um curso.

Ao meu orientador, Anderson Denardin, por todo o ensinamento e oportunidade de aprendizado.

À Universidade Federal de Santa Maria por proporcionar a oportunidade de estudar em uma instituição gratuita e de qualidade.

RESUMO

O agronegócio brasileiro desempenhou um papel fundamental na geração de divisas para o Brasil e no desenvolvimento da região Sul, acompanhando uma grande evolução do mercado do cereal, tanto no âmbito doméstico quanto internacional dos últimos anos. A inserção em um ambiente globalizado impeliu os agentes econômicos de se adaptarem ao ambiente de grande concorrência, fomentando a identificação e exploração das vantagens competitivas.

Devido a grande importância que a cultura do milho traz para a economia, tem-se como objetivo, no presente estudo, a análise do mercado de *commodity*. Isso se fez através de modelos econométricos de séries temporais, com desenvolvimento de modelos de previsão do preço pago ao produtor de milho da região Sul do Brasil.

Em termos metodológicos, utilizando séries temporais de preços praticados na região Sul do Brasil, principalmente do Estado do Paraná, foram ajustados modelos ARIMA e SARIMA. Ambos modelos seguem as modelagens propostas Box & Jenkins (1970), com resultados plenamente satisfatórios e que proporcionam aos agentes de mercado, uma gama de instrumentos auxiliares na redução das incertezas e minimização de eventuais riscos.

Palavras-chave: Mercado de milho. Modelo ARIMA e SARIMA. Previsão de preços

ABSTRACT

The Brazilian agribusiness played a key role in the resources generation for Brazil and in the development of the South region, following the big evolution the cereal business in the domestic and international scope in the last years . The insertion in the globalized ambiance spurred economic agents to adapt the great environment competition, encouraging the identification and exploration of competitive advantages.

As consequence of the great importance that the corn crop represent to the economy, this study has the objective of analyzing this commodity market through econometric time series models, and develop pricing forecast models about the corn price paid to producer in the Brazilian southern region.

In methodologic ways, using a time series of practiced prices in the South of Brazil, especially from the state of Paraná, that were adjusted to ARIMA and SARIMA models. Both models follow the modeling proposals Box & Jenkins (1970), with fully satisfactory results that provide a range of auxiliary tools to market players, and reducing uncertainty and minimizing possible risks.

Key-words: Corn Market, ARIMA and SARIMA Models. Price forecast.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -- Área cultivada e produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul entre os anos de 2011 e 2015.	23
Tabela 2 - Teste de estacionariedade da série de preços pagos ao produtor de milho do Sul do Brasil.	34
Tabela 3 – Resumo do Modelo SARIMA (p, d, q)X(P, D, Q) = SARIMA (1, 0, 1)X(2, 1, 1) ₁₂	37
Tabela 4 - Previsão do modelo SARIMA (1,0,1)x(2,1,1) ₁₂ em reais/sacas de 60 kg.	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Curva da teoria da oferta e da demanda.	15
Figura 2 - Mapa mundial dos países produtores de milho e a sua produção.	18
Figura 3 - Função de Autocorrelação para o preço do milho.	35
Figura 4 - Função de Autocorrelação Parcial para o preço do milho.	36
Figura 5 – Autocorrelação Residual para o Preço do Milho Ajustado. SARIMA(1,0,1)x(2,1,1) ₁₂	39
Figura 6 – Autocorrelação Parcial Residual para o Preço do Milho ajustado SARIMA(1,0,1)x(2,1,1) ₁₂	39
Figura 7 – Probabilidade Normal Residual. SARIMA(1,0,1)x(2,1,1) ₁₂	40
Figura 8 – Periodograma para os resíduos.....	41
Figura 9 - Preço do milho do modelo SARIMA(1,0,1)x(2,1,1) ₁₂	42
Figura 10 - Previsão do milho do modelo ARIMA(1,0,1)x(2,1,1) ₁₂	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Preço pago ao produtor de milho no Sul do Brasil (deflacionado pelo IGP-DI, base março de 2016) em Reais/Saca de 60 kg. 33

Sumário

1	Introdução.....	11
2	Referencial Teórico	15
2.1	Teoria Econômica para a Formação de Preços	15
2.2	A dimensão da atividade de exploração de Milho no Mundo	17
2.3	Produção do Milho no Brasil	20
2.4	Preço do Milho e Comercialização	21
2.5	Produção no Rio Grande do Sul	23
3	Metodologia	25
3.1	Dados Utilizados	25
3.2	Descrição do Modelo Econométrico	25
3.3	Modelos de Séries Temporais	26
3.3.1	Identificação	29
3.3.2	Estimação.....	30
3.3.3	Verificação.....	30
3.3.4	Previsão	31
4	Análise dos resultados.....	33
4.1	Análise da série de preços pagos ao produtor de milho do Sul do Brasil – Teste de Estacionariedade, FAC e FACP	33
4.2	Estimativa do Modelo.....	37
4.3	Verificação do Modelo	38
4.5	Previsões do Modelo	41
5	Conclusão	44
6	Referencial Bibliográfico	46
	Apêndice	48

1 Introdução

Nos últimos 40 anos, o agronegócio brasileiro desempenhou um papel fundamental na geração de divisas para o Brasil e no desenvolvimento da região. O mercado de milho passou por uma grande evolução tanto no âmbito doméstico quanto no âmbito internacional. Como característica dos mercados de *commodities*, a demanda foi a grande alavanca deste mercado. O crescimento populacional, aliado ao incremento da renda, propiciou crescimento de 179% no consumo mundial de milho nessas últimas 4 décadas.

Com o crescimento na participação, da competitividade e complexidade das atividades agrícolas nos últimos anos, a informação transformou-se em um fator essencial para a tomada de decisão na produção e na comercialização (MAPA, 2007a). O aumento da tecnologia de produção teve um papel fundamental para auxiliar no incremento da produtividade, e assim suportar o crescimento da demanda imposta pelo mercado. A produtividade média por hectare cresceu a passos mais largos do que a área cultivada. Nos últimos 40 anos, a área plantada com milho no mundo registrou crescimento de 51%.

No Brasil, o movimento foi semelhante. A área cultivada com milho no país cresceu 52%, enquanto a demanda teve um grande aumento de 283,3%. Para suprir essa diferença, o ganho de produtividade teve papel fundamental para reduzir a pressão sobre a área. Tomamos como exemplo a safra 1972/73, onde a produtividade média alcançada de milho em nível de Brasil era de apenas 1.424 kg/hectare. Já para o ano agrícola 2011/12, a produtividade média foi de 4.577 kg/hectare.

O Brasil passou a ter importância no mercado mundial de milho nos anos 2000, após o início da desvalorização do Real iniciada em 1999. A inserção do milho no mercado global é muito mais recente do que da soja, a qual já figurava no mercado internacional desde a década de 70. Antes deste período, o Brasil era praticamente autossuficiente em milho, importando o produto em anos de déficit de produção, mas raramente obtinha grandes

excedentes exportáveis. Com o incremento da segunda safra de milho, o cenário produtivo foi alterado. A safra de inverno, ano após ano, tem o registro de aumento da área cultivada e principalmente de aumentos da produtividade, com isso o Brasil passou a ter excedentes de produção e, conseqüentemente, a aumentar o seu volume de exportação. Com isso, o país passou a figurar entre os três maiores exportadores mundiais da cultura.

Para trabalhar com o processo de formação de preços de qualquer *commodity*, é imprescindível fazer uma breve análise da retrospectiva referente a adoção das políticas agrícolas. A década de 70 ficou marcada por grandes investimentos governamentais na agricultura, já que um dos grandes objetivos do governo era promover a modernização agrícola do país e impulsionar a produtividade. Destaca-se nesse período o papel desempenhado pela Embrapa, que permitiu a expansão agrícola no Centro-Oeste brasileiro.

Na década de 80, o Brasil atravessou momentos políticos difíceis, principalmente após o mundo ter vivenciado o segundo choque do petróleo em 1979, o que fez diminuir drasticamente os financiamentos internacionais. Nesse momento, o endividamento externo brasileiro era crescente e havia aumento das taxas de juros internacionais, com a situação fiscal deteriorada o déficit público ocasionava pressões inflacionárias no país. Graças aos ganhos da década anterior, a agricultura brasileira consegue manter um desempenho satisfatório.

Segundo Chiodi (2006), até final dos anos 80, a maneira como se formava o preço do milho no Brasil era através de uma economia fechada e com grandes intervenções do governo. Destaca-se a Política de garantia de Preços Mínimos (PGPM) entre as políticas agrícolas intervencionistas que objetivavam garantir a renda aos produtores e uma correta oferta de produtos. Essa política esteve presente em várias regiões do país, porém foi no Paraná onde a mesma teve uma maior influência.

Nos anos 90, o Brasil alcança o controle inflacionário, que é a sua principal conquista econômica até esse momento. Com a implantação do Plano Real o país consegue sua estabilidade monetária e torna a agricultura brasileira ainda mais competitiva no mercado internacional. Com a abertura

econômica a partir deste período, a estruturação de formação de preços de produtos agrícolas mudou bastante, o que ocorreu principalmente com a cultura do milho. A partir desse momento, as cotações internacionais passam a influenciar diretamente nos preços domésticos dessa cultura. A valorização da moeda manteve-se fortemente entre os anos 1994 e 1998, o que favorecia as importações de produtos agrícolas como milho e trigo por exemplo. Isso exigia ganhos de produtividade no mercado doméstico para enfrentar o aumento da competitividade. Como a maioria dos insumos agrícolas é importada, essa valorização permitiu a aquisição desses produtos do mercado externo e conseqüentemente um aumento expressivo da produtividade.

No início dos anos 2000, a China se destaca como a segunda maior economia do mundo e o Brasil passa a ser conhecido como *Investment Grade*, pois a sua macroeconomia era considerada estável e segura. Com a desvalorização da moeda, o país passa a exportar cada vez mais grãos e carnes e, desde então, consta na lista dos maiores exportadores mundiais de *commodities*. Com os países emergentes evoluçionando suas economias, o consumo de alimentos e os preços da *commodities* aumentam cada vez mais, o que impulsiona as vendas externas brasileiras.

As mudanças que ocorreram no passado, de alguma maneira contribuíram para o desenvolvimento do país. Muitas vezes, essas evoluções ocorreram por incentivos e em outros momentos por necessidade. O País é um dos únicos no mundo que ainda possui grandes extensões de terras agricultáveis, o que torna o futuro agrícola muito promissor.

Diante desse cenário, o desafio da presente pesquisa é procurar entender como ocorre a dinâmica de formação do preço do milho, uma das principais *commodities* do agronegócio brasileiro e tentar estabelecer, a partir de um modelo ajustado que procura reproduzir o padrão de comportamento dos preços, as previsões para o comportamento futuro do preço de *commodity*.

Fundamentado na lei de oferta e procura para determinação de preços de mercado, procura-se constatar a partir da evolução da série temporal dos preços, a formação da variação real do preço da *commodity* milho e a

perspectiva para valores de preços futuros.

O presente estudo visa oferecer subsídios para auxiliar nas comercializações e planejamentos do agronegócio, mais precisamente relacionado ao mercado de milho. Para esse fim, a metodologia utilizada será a de análise de séries temporais baseada na abordagem de Box & Jenkins (1970), que destaca-se pela eficiência na identificação de modelos que simulam o padrão de comportamento de preços, bem como, para previsão de valores futuros.

Para cumprir os propósitos da pesquisa, além do capítulo 1, que trouxe essa introdução, o presente trabalho é organizado em cinco capítulos. O segundo capítulo trata do referencial teórico que fundamenta a pesquisa e faz um breve histórico de *commodity*. O terceiro capítulo apresenta a metodologia aplicada. O quarto capítulo, por sua vez, traz os preços dos últimos anos, a perspectiva para os próximos e uma relação entre a área plantada e a produtividade no Rio Grande do Sul. No quinto capítulo serão elucidadas as principais conclusões obtidas, bem como um parecer sobre a perspectiva do mercado.

2 Referencial Teórico

2.1 Teoria Econômica para a Formação de Preços

Para o estudo de caso em questão, a formação do preço do milho, que representa uma das principais *commodities* agrícolas brasileira, o principal argumento teórico a ser considerado para a análise são os instrumentos básicos de formação do preço a partir da lei da oferta e da procura.

Adam Smith (1776) destaca que havia uma força chamada de “mão invisível” a qual garantiria o equilíbrio espontâneo da economia, por meio de relações de livre mercado, desde que funcionasse a lei de oferta e da procura.

A Figura 1 demonstra, a partir das funções de demanda e oferta de mercado, como o ajuste funciona. Onde as duas curvas se encontram (P^* preço de equilíbrio e Q^* quantidade de equilíbrio) tem-se o ponto de equilíbrio para o mercado em particular, ou seja, a oferta e a demanda se encontram e são estabelecidas as condições ideais que satisfazem tanto produtores como consumidores. Ou seja, para este exemplo essas seriam as quantidades e preços ideais para a comercialização de um determinado bem.

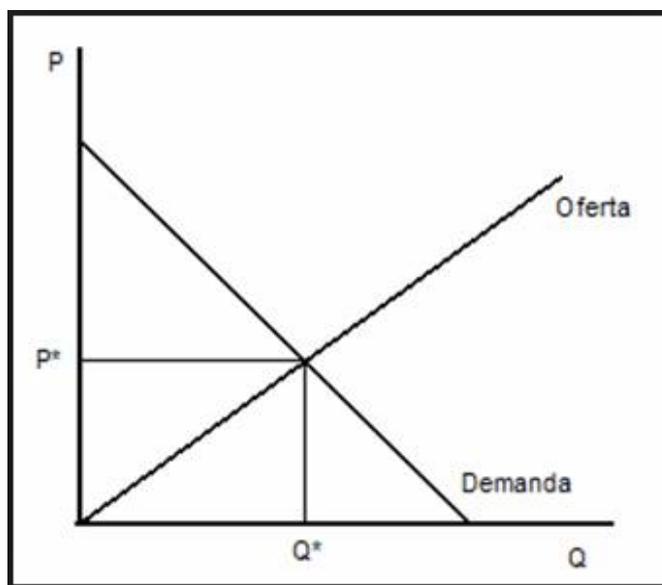


Figura 1 – Curva da teoria da oferta e da demanda.

Esta teoria explica a interação entre os preços e as quantidades dos bens transacionados em uma economia de mercado e as respectivas variações.

Para o mercado de um bem, a curva de demanda mostra a quantidade que os possíveis compradores estariam dispostos a comprar para cada preço unitário do bem. A teoria da demanda descreve os consumidores individuais como entes racionais que escolhem a melhor quantidade possível de um determinado bem, em função de fatores como os rendimentos, preços, preferências, etc. Uma expressão para isso é a maximização da utilidade restringida (sendo a renda o que restringe a demanda). Neste contexto, a utilidade refere-se às preferências relativas dos consumidores individuais. A utilidade e a renda são, então, usadas para modelar os efeitos de mudanças de preço nas decisões de quantidades demandadas.

A lei da demanda estabelece como regra geral, uma relação inversa entre o preço e a quantidade demandada em um determinado mercado. Em outras palavras, quanto mais alto for o preço de um produto, menor será a disposição por parte dos consumidores em adquiri-lo (considerando tudo o mais inalterado), sendo a recíproca, também, verdadeira. O primeiro efeito que é percebido quando acontece um aumento no preço de um bem é que o poder de compra geral diminui (o que chamamos de efeito renda) e os consumidores mudam para bens mais baratos (chamado de efeito substituição). Outros fatores também podem afetar a demanda, tais como, a renda e o preço dos outros bens, sendo eles substitutos ou complementares.

A curva de oferta do bem, por sua vez, estabelece uma relação entre o preço de um bem e a quantidade que os produtores colocam à venda para cada preço desse bem. A oferta é, normalmente, representada através de um gráfico relacionando o preço com a quantidade ofertada. Temos como base que os produtores maximizam o lucro, o que significa que tentam produzir a quantidade que lhes irá dar o maior lucro possível. A oferta é tipicamente representada como uma relação diretamente proporcional entre preço e a quantidade (considerado tudo o mais inalterado). Em outras palavras, quanto maior for o preço pelo qual uma mercadoria pode ser vendida, mais os

produtores estarão dispostos a fornecê-la. Quanto maior for o preço de comercialização, maior o incentivo para a produção de um determinado bem.

O modelo de oferta e demanda prevê que, para curvas de oferta e demanda dadas, o preço e quantidade irão se estabilizar no valor em que a quantidade ofertada é igual à quantidade demandada. Esse ponto é dado pela intersecção das duas curvas, o que determina o equilíbrio do mercado.

A oferta e demanda são usadas para explicar o comportamento dos mercados de concorrência perfeita, mas sua utilidade como modelo de referência é extensível a qualquer outra forma de organização de mercado. A oferta e a demanda, também, podem ser generalizadas para explicar a economia como um todo.

Na análise de oferta e demanda, o preço de um bem equilibra as quantidades produzidas e consumidas. Preço e quantidade são habitualmente descritos como sendo as características mais diretamente observáveis de um bem produzido no mercado. Oferta, demanda e equilíbrio de mercado são construções teóricas que relacionam preço e quantidade. O exercício habitual da microeconomia e macroeconomia é traçar os efeitos dos fatores que, de acordo com a teoria, alteram a oferta e a demanda, e através delas, o preço e a quantidade. A teoria econômica pode especificar sob que circunstâncias os preços podem funcionar como um mecanismo de comunicação eficiente para regular a quantidade. Em uma aplicação no mundo real se pode tentar medir o quanto as variáveis que alteram a oferta e a demanda afetam o preço e a quantidade.

2.2 A dimensão da atividade de exploração de Milho no Mundo

Na figura 2, podemos observar um mapa mundial, onde estão sinalizadas as produtividades totais dos países. Dados obtidos da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura FAO (sigla do inglês) em análise realizada no ano de 2014.

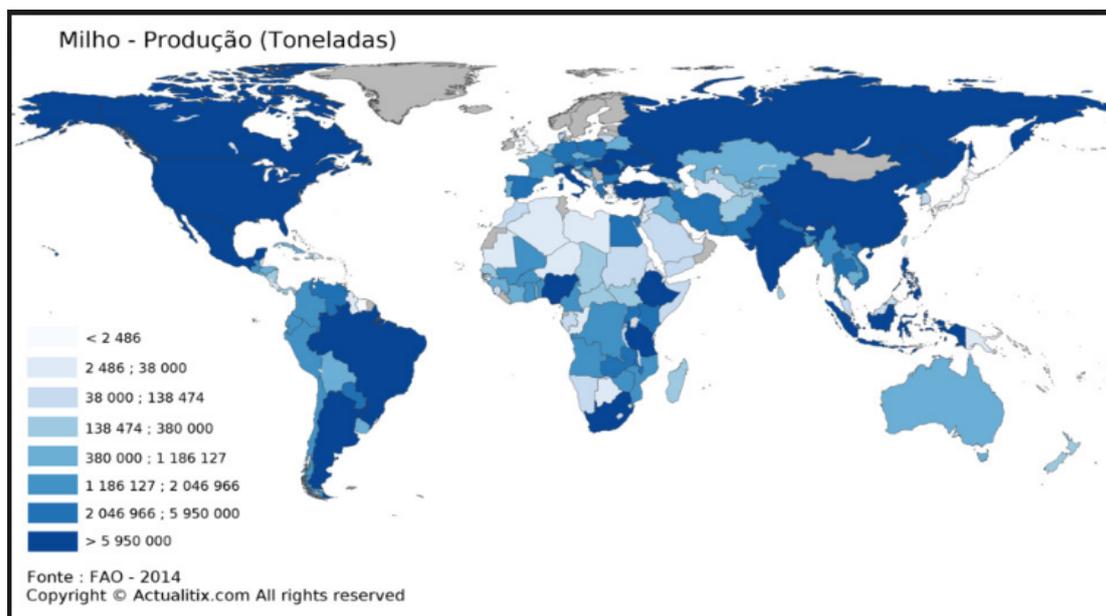


Figura 2 - Mapa mundial dos países produtores de milho e a sua produção.

Cabe ressaltar que a cultura do milho é produzida em praticamente todos os países do mundo. Até esse momento a quantidade produzida era de 160 milhões de hectares, o que representava aproximadamente 800 milhões de toneladas ao ano. Os Estados Unidos são o maior produtor deste cereal e o Chile é o país que alcança as maiores produtividades em suas áreas irrigadas, chegando até 20 toneladas por hectare.

A Ásia mostra-se como o continente que tem a maior área cultivada de milho. Somente na China temos ao redor de 30 milhões de hectares. No entanto, a maior produção mundial provém dos Estados Unidos, devido aos seus altíssimos níveis de produtividade média. Os países produtores ficam com a grande maioria do milho, historicamente somente 10% do produto é importado/exportado. Assim como maior produtor, os Estados Unidos também são o maior exportador mundial, seguido pela Argentina e Brasil.

Existe uma grande diversidade entre as lavouras de milho. Enquanto os países subdesenvolvidos cultivam em lavouras com menos de 1.000 plantas por hectare e produtividades inferiores a 1.000 kg/hectare, no outro extremo temos áreas com uma população de plantas superior a 100.000 mil plantas/hectare e produtividades maiores a 15.000 mil kg/hectare.

Como mencionado anteriormente, os Estados Unidos são o maior produtor mundial, cultivando mais de 35 milhões de hectares e com produtividades médias ao redor de 10 mil kg/ha. A maioria da área é cultivada com sementes transgênicas. Além das altas produtividades do país, o que mais os ajuda é a organização política dos produtores norte americanos, que deve servir como exemplo para o Brasil.

Na Europa, o maior destaque são as cultivares super precoces, com ciclos entre 80 a 110 dias, enquanto que, no Brasil, a média é de 110 a 140 dias, isso se deve ao Hemisfério Norte possuir altas latitudes. Um terço do produto é utilizado para silagem. Neste continente existem duas realidades bem distintas, na Europa Ocidental quase todos os produtores possuem pequenas e médias extensões de terra, menos de 5% destes possui mais de 50 hectares e o grande problema é a inexistência de mais áreas para serem cultivadas. Já no Leste Europeu a situação é bem distinta, existem grandes áreas disponíveis para expandir a cultura, porém, o grande problema dessa região é a falta de estrutura e de disponibilidade de crédito agrícola.

O continente asiático, por sua vez, por abrigar grande parte da população mundial, não possui mais áreas disponíveis para o crescimento agrícola. Neste sentido, os produtores são pequenos. Na China, por exemplo, a média é de 0,5 hectares de área por produtor. Além disso, essas áreas são semeadas e colhidas à mão e as espigas secas ao vento/sol sem qualquer lugar para armazenagem. Ao redor de 80% da área é cultivada com materiais híbridos, ademais, somente nas Filipinas existe produção de transgênicos.

Assim como na Ásia, na África os produtores também são pequenos e possuem baixíssima tecnologia para a produção agrícola. O milho cultivado é basicamente o branco, para alimentação humana; somente na África do Sul são cultivados os milhos transgênicos. Nas aforas da África do Sul, existem terras disponíveis muito similares às do cerrado brasileiro. Ocorre que, a precariedade da infraestrutura e qualificação técnica não ajudam para o aumento do cultivo na região.

A América Central e o México são as regiões que deram origem ao milho, onde essa cultura é manejada a milhares de anos. A grande maioria do milho plantado é milho branco para consumo humano, com origens dos

milhos crioulos cultivados pelo indígenas da região e utilizados para a produção de tortillas, arepas e outros produtos.

Na América do Sul existem duas claras separações entre os tipos e finalidade do milho cultivado. Nos três maiores produtores, Argentina, Brasil e Paraguai, é o milho amarelo que se utiliza, principalmente para ração animal, e também para a exportação. Já nos países Andinos, Venezuela, Colômbia, Peru, etc. o milho cultivado é o branco, usado basicamente para a alimentação humana. Como no Chile toda área cultivada deve ser irrigada devido ao baixo índice pluviométrico, as produtividades médias são muito altas, chegando até 20 mil kg/ha.

2.3 Produção do Milho no Brasil

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, ficando atrás somente dos Estados Unidos e China. No país temos dois aspectos muito importantes a considerar. O primeiro é o grande investimento em tecnologia por parte do setor agrícola. O maquinário usado é um dos melhores do mundo, o que propicia cada vez mais ganhos em produtividade. Nos últimos 25 anos, a área cultivada não aumentou significativamente como fez a produção e tudo isso se deve ao uso da tecnologia. Uma das tecnologias que mais auxiliam no incremento da produtividade é a irrigação, principalmente a por aspersão.

Para que possamos aumentar a produtividade sem aumentar a quantidade da área semeada, a alternativa mais eficaz é a intensificação da produção agrícola. Destaca-se, especialmente, a possibilidade de elevação da intensidade de uso do solo que, sob irrigação tem possibilitado um número maior de safras por ano, principalmente em países do hemisfério sul, minimizando assim o problema da alimentação mundial. Visando ser o setor agrícola o maior usuário de água e como esta é o componente essencial e estratégico ao desenvolvimento da agricultura, o controle, a administração adequada e confiável possibilitarão o manejo justo e equilibrado, preservando a sua qualidade e quantidade (Paz et. al. 2000). Apesar da agricultura ser

responsável por 69% do consumo da água mundial, a irrigação representa a maneira mais eficiente de aumento da produção de alimentos. Estima-se que, a nível mundial, no ano de 2020 os índices de consumo de água para a produção agrícola sejam mais elevados na América do Sul, África e Austrália.

O segundo aspecto que auxilia no incremento da área cultivada pelo milho no Brasil, é o aumento da área como cultivo de safrinha, que seria cultivar o milho nas épocas entre safras. Deve-se ter em mente, no entanto, que a produtividade revela-se menor, pois as condições climáticas não são as ideais para a cultura, mas, ano a ano, com o uso das diversas tecnologias e melhoramentos genéticos, essa média de produção está avançando significativamente.

O país vem mantendo uma taxa de crescimento da produtividade em torno de 5% ao ano, bem superior à da soja, que não chega a 2% ao ano. Nos últimos 12 anos, o Brasil saiu de uma produção de milho de 35 milhões de toneladas para uma produção de mais de 82 milhões de toneladas, ou seja, um aumento superior a 200%. Esse aumento deve-se ao incremento da tecnologia, pois a área cultivada aumentou 30%. O cereal passou de uma cultura utilizada para fazer rotação de culturas nas áreas, para um dos carros chefe da agricultura brasileira, hoje o país exporta mais de 22 milhões de toneladas.

Segundo a Embrapa Milho e Soja (2013), no Brasil o milho é cultivado em distintos sistemas de produção, principalmente no Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país. O Estado com maior produção de milho é o Paraná com mais de 13 milhões de toneladas.

2.4 Preço do Milho e Comercialização

A Bolsa de Chicago é a principal referência para os preços internacionais de milho. Isso deve-se ao fato de que nessa Bolsa existe uma grande concentração de ofertantes e demandantes dos principais lugares do mundo. Com isso os preços internos possuem uma íntima relação com a

cotação do mercado futuro. Além disso, é a bolsa mais antiga do mundo, fundada em 1848.

Entende-se por 'mercado futuro' o mercado em que são efetuadas compras e vendas com contratos uniformes, sendo estes agrícolas ou financeiros e sua liquidação é realizada em uma data já estabelecida neste contrato. Quando se negocia no mercado futuro, vende-se ou compra-se por um valor a vista, porém com o vencimento para uma data futura. Dessa maneira surge o preço futuro, que é o valor atual mais as expectativas dos agentes em relação aos fatores que afetam o preço futuro, como: câmbio, clima, sazonalidade, custo, oferta e demanda, preço dos bens substitutos, exportações, poder aquisitivo, atitudes dos compradores internacionais e também os juros.

O objetivo de operar em mercado futuro nada mais é do que fixar o seu produto a um preço futuro, livrando-se assim das oscilações do mercado e protegendo o seu negócio contra riscos sistêmicos. Este tipo de recurso financeiro é identificado como operação de *hedge*.

O milho no mercado interno brasileiro é negociado em sacas e o seu preço de referência é em R\$/saca. Na Bolsa de Chicago (CBOT) a unidade utilizada é *cents* de dólar/*bushel*. Dado isso, é preciso realizar a conversão para obter o preço no Brasil.

Para a formação de preços do mercado interno existem basicamente duas influências, sendo estas, a cotação da CBOT e o fato de que os Estados Unidos são os maiores produtores deste cereal e por possuir um mercado com alta liquidez financeira. Como o Brasil é um grande consumidor de milho, pesa também o preço na Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F). Para fechar as variáveis que influenciam na cotação do milho, tem-se o valor influenciado pela força da oferta e da demanda no mercado interno, pelo frete marítimo e diferencial de porto, custos portuários e custo com o frete rodoviário.

O preço mínimo, criado em 1966 pelo Decreto-Lei número 79, visa dar a proteção da rentabilidade ao produtor rural no período em que houver excedente agrícola. Normalmente é definido no início da semeadura e serve como forma para que o agricultor possa alinhar os seus recursos de maneira

mais adequada (OZAKI e BATALHA, 2009). Este cálculo é realizado pelo Conab em parceria com o MAPA e fiscalizado pelo Conselho Monetário Nacional (CMN).

2.5 Produção no Rio Grande do Sul

Com o melhoramento genético e uso mais intensivo das tecnologias, sabe-se que o incremento da produtividade está aumentando consideravelmente nos últimos anos. No Estado do Rio Grande do Sul, onde o período para cultivar milho é menor do que no Centro-Oeste, devido as baixas temperaturas do inverno, esse aumento está sendo destacado ano após ano.

Na tabela 1 são demonstrados os dados de área cultivada e produtividade do milho no Rio Grande do Sul no período de 2011 a 2013.

Tabela 1 -- Área cultivada e produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul entre os anos de 2011 e 2015.

Ano	Área cultivada(mil/ha)	Produtividade média (kg/ha)	Produtividade (kg)
2011	1.099,20	5.255,00	5.776.296,00
2012	1.113,50	3.002,00	3.342.727,00
2013	1.033,30	5.210,00	5.383.493,00
2014	1.031,20	5.544,00	5.716.972,80
2015	941,00	5.940,00	5.589.540,00

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB)

Dos dados obtidos acima podemos observar algumas questões muito importantes com relação à cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul. A primeira delas, e mais importante, é a produtividade média, que evidencia o constante crescimento da mesma nos últimos anos e um dos aspectos que mais influenciam é o avanço da tecnologia na agricultura. Com produtos de maior qualidade e eficiência os níveis de produção estão aumentando cada

vez mais. No ano de 2012 o Estado passou por um período de estiagem prolongado, o que acarretou em uma diminuição drástica da produtividade. Isso demonstra a grande importância da irrigação na cultura do milho, pois as perdas por falta de água nesse ano foram ao redor de 40% devido ao estresse hídrico causado as plantas.

Outra questão a considerar é a área cultivada que, entre os anos de 2011 e 2014, não teve uma grande oscilação. Entretanto, no ano de 2015 devido a queda no preço do milho e ao aumento do preço da soja, a área cultivada diminui em 9,56% com relação à safra anterior.

3 Metodologia

Estão, aqui, representados os procedimentos metodológicos para a construção e análise dos modelos de previsão do preço pago ao produtor de milho no Sul do Brasil.

3.1 Dados Utilizados

Os dados utilizados referem-se a uma série de preços médios mensais de milho em grão pagos ao produtor, em Reais por cada saca de 60Kg (R\$/sc) na média no Sul do Brasil. Os dados foram obtidos de uma fonte secundária, retirados do site do IPEA DATA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), abrangendo o período para a análise, de janeiro de 1990 até março de 2016. Os dados foram deflacionados pelo IGP-DI e considerados a preços correntes de março de 2016. Para construir os modelos econométricos e verificar a previsão dos preços de milho o software utilizado foi o *Statgraphics*.

3.2 Descrição do Modelo Econométrico

Por ser o mercado de milho muito competitivo, mostra-se necessária a elaboração de um mecanismo para a previsão de preços, de grande valia para o planejamento e comercialização da *commodity*. Tendo em vista a importância da previsão de preços para o mercado de milho, este trabalho busca estimar e averiguar a qualidade dos modelos.

Para análise e correlação dos valores foi utilizado o modelo econométrico autoregressivo integrado com médias móveis e sazonalidade, conhecido como SARIMA(p,d,q)(P, D, Q).

Os modelos que exploram a autocorrelação entre os valores da série em instantes sucessivos são conhecidos como ARIMA. Já os modelos que

contemplam as séries que apresentam autocorrelação sazonal são conhecidos como SARIMA.

O modelo ARIMA (p,d,q) incorpora dois outros modelos, um autoregressivo e outro de médias móveis, sendo que, após a aplicação de “d” diferenças, torna-se um processo ARMA estacionário.

O modelo SARIMA possui componentes não sazonais, com parâmetros (p,d,q), bem como, componentes sazonais, com parâmetros (P,D,Q) e é especificado algebricamente da seguinte forma:

$$(1) \quad \phi(B)\Phi(B^S)(1-B^S)^D(1-B)^d X_t = \theta(B)\Theta(B^S)a_t$$

$$(2) \quad \phi(B)\Phi(B^S)\Delta_S^D\Delta^d X_t = \theta(B)\Theta(B^S)a_t$$

$$\Delta_S^D = (1-B^S)^D \quad e \quad \Delta^d = (1-B)^d$$

Onde

: $\phi(B)$: Polinômio autoregressivo de grau “p”; $\Phi(B^S)$: Polinômio autoregressivo sazonal; $(1-B)^d$: Operador de diferenças não sazonais; $(1-B^S)^D$: Operador de diferenças sazonais; $\theta(B)$: Polinômio de médias móveis de grau “q”; $\Theta(B^S)$: Polinômio de médias móveis sazonal; e, a_t : Ruído branco com distribuição normal.

Na equação 1, a primeira parte se refere ao modelo autoregressivo, após a igualdade, verifica-se a parte de médias móveis, enquanto as variáveis com expoente em “S” referem-se à sazonalidade de cada modelo.

3.3 Modelos de Séries Temporais

De acordo com Gujarati (2000, p. 732), uma série temporal é dita estacionária “se sua média e variância forem constantes ao longo do tempo e o valor da covariância entre dois períodos de tempo depender apenas da defasagem entre os dois períodos”. Um processo estocástico X_t é dito estacionário se ele se desenvolve no tempo de modo que a escolha de uma

origem dos tempos não seja relevante às características (média e variância), de X_{t+k} , para todo k , são as mesmas de X_t .

Caso a série temporal não tenha um comportamento estacionário, diz-se que ela descreve um processo não-estacionário, tendo como exemplo mais comum o modelo de passeio aleatório, o qual pode se apresentar com ou sem deslocamento conforme destacado a seguir.

Passeio aleatório sem deslocamento ocorre quando o processo estocástico não-estacionário não apresenta constante ou intercepto.

$$(3) \quad Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$Y_1 = Y_0 + \varepsilon_1$$

$$Y_2 = Y_1 + \varepsilon_2 = Y_0 + \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$

$$(4) \quad Y_t = Y_0 + \sum \varepsilon_t$$

Na equação 3, percebe-se que o valor de Y no tempo “ t ” é resultado da soma de seu valor no tempo “ $t-1$ ” mais um choque aleatório (ε_t), o que confere ao processo a sua aleatoriedade, visto que não é possível auferir uma previsão confiável a uma variável que depende dos erros defasados no tempo.

O passeio aleatório com deslocamento se diferencia do passeio sem deslocamento pelo fato de apresentar uma constante na sua composição. Sendo δ o parâmetro de deslocamento, a representação algébrica do processo não-estacionário com deslocamento se dá por:

$$Y_t = \delta + Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$Y_1 = \delta + Y_0 + \varepsilon_1$$

$$Y_2 = \delta + \delta + Y_1 + \varepsilon_2 = \delta + \delta + \delta + Y_0 + \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$

$$Y_t = t \cdot \delta + Y_{t-1} + \sum \varepsilon_t$$

Dessa forma, no passeio aleatório com deslocamento, a variável Y no tempo “ t ” depende do seu valor no tempo “ $t-1$ ”, assim como de seus erros aleatórios e de uma constante “ δ ”.

Com o intuito de determinar se o modelo é estacionário, será utilizado o teste Dickey-Fuller, a maior parte das séries econômicas de tempo possuem a característica básica de serem não-estacionárias.

Um modelo de serie temporal observado pode ser descrito genericamente por:

$$X_t = f(t) + \varepsilon_t$$

Onde: $f(t)$ é uma função do tempo completamente determinada (parte sistemática ou determinística) e ε_t apresenta uma sequência aleatória, independente de $f(t)$. Supõe-se que a variável aleatória ε_t seja um “ruído branco”, ou seja, apresenta média zero, variância constante, e não apresenta correlação serial, conforme descrito abaixo:

$$E(\varepsilon_t) = 0$$

$$E(\varepsilon_t^2) = \sigma^2$$

$$E(\varepsilon_t \varepsilon_j) = 0 \quad \text{para } t \neq j$$

De acordo com Gujarati (2000), para determinar o comportamento de uma série em uma análise de série temporal, inicia-se pela busca do modelo que melhor represente este comportamento. Deve ser feita a verificação se a série pode ser explicada melhor por um processo puramente autoregressivo – AR (p) (ordem de defasagem p); ou por um processo puramente de médias móveis – MA (q) (ordem de defasagem q); podendo-se, ainda, unir AR e MA, formando um processo autoregressivo de médias móveis – ARMA (p,q), ou um processo autoregressivo integrado de médias móveis ARIMA (p,d,q); onde “p” se refere ao número de termos autoregressivos, “d” é o número de diferenças para tornar a série estacionária e “q” é o número de termos de média móveis; ou o denominado ARIMA Sazonal. Este último passa a ser composto pelos componentes do modelo ARIMA, pelos componentes sazonais autoregressivos SAR(P) e média móvel SMA (Q), sendo representado como SARIMA (p,d,q)x(P,D,Q)s em que “P” refere-se a ordem autoregressiva sazonal, “D” é a ordem de diferenciação sazonal, “Q” é o número de termos da média móvel sazonal e “S” é a periodicidade sazonal.

Nos modelos de séries temporais, as séries devem ser estacionárias. Uma série, para ser estacionária, deve possuir média zero, variância constante e a covariância não variar com o tempo. Uma série X_t não-estacionária pode tornar-se estacionária após tomado um número finito de

diferenças (d) série. Essa série é chamada “série não estacionária homogênea”, e pode ser representada por:

$$W_t = \Delta^d X_t$$

Se W_t é uma série estacionária obtida a partir da diferença de X_t , então X_t é considerada uma integral de W_t , ou seja, pode-se dizer que X_t segue um modelo Auto Regressivo Integrado de Médias Móveis ou modelo ARIMA (p,d,q). Segundo Denardin (2009) o processo ARIMA (p,d,q) pode ser expresso por:

$$\Phi(B) \Delta^d X_t = \Theta(B) \varepsilon_t$$

Onde “p” e “q” representam, respectivamente, as ordens de $\Phi(B)$, $\Theta(B)$, e “d” o número de diferenças da série. Além disso, as séries temporais frequentemente demonstram comportamentos periódicos. Uma série temporal apresenta um padrão periódico quando se repete em todo o período S (com $S > 1$). O comportamento mais comum de periodicidade é o que exibe comportamento sazonal, ou seja, que se repete com defasagens (lags) sazonais múltiplas de período S. Quando isso ocorre há a necessidade de se considerar uma sazonalidade estocástica, ou seja, ajustar a série temporal original um modelo ARIMA sazonal ou, equivalentemente, um modelo SARIMA (p,d,q) x (P,D,Q)_s.

A identificação é a fase mais crítica da modelagem e a estratégia para construção de modelos é utilizar o Método de Box & Jenkins, que é baseado em ciclos iterativos e no qual a escolha da estrutura do modelo analítico é baseada nos próprios dados de séries temporais (MORETTIN, 2006).

Os estágios do ciclo iterativo para a determinação do modelo ideal seguem as seguintes fases: identificação, estimação, verificação e previsão.

3.3.1 Identificação

A identificação é uma das etapas mais difíceis e cruciais em um trabalho científico. Consiste na etapa de identificar a classe geral de modelos,

ou seja, descobrir os valores apropriados de $(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$, além de estimativas preliminares dos parâmetros a serem usados no estágio de estimação. As principais ferramentas para determinar o modelo apropriado para descrever a série temporal são a função de autocorrelação (FAC), e a função de autocorrelação parcial (FACP) e os correlogramas resultantes, que são as representações gráficas das FACs e FACP contra o tamanho da defasagem, os quais permitem visualizar os termos significativos para a descrição da série temporal. A partir da FAC e FACP estimadas, tenta-se identificar um padrão que se comporte teoricamente com algum modelo a ser especificado.

3.3.2 Estimação

Definido o modelo mais apropriado para descrever a série temporal, o passo seguinte é estimar os parâmetros dos termos autoregressivos e de médias móveis, que é a junção dos modelos AR e MA. Esses parâmetros são incluídos no modelo, em geral, por máxima verossimilhança. Estes estimadores devem ser: (i) consistentes, ou seja, são estimadores não-viesados dos verdadeiros parâmetros da função; (ii) assintoticamente normais, visto que conforme o tamanho da amostra aumenta indefinidamente, os estimadores convergem para os verdadeiros valores da população e indefinidamente, os estimadores convergem para os verdadeiros valores da população e (iii) eficientes, ou seja, dentre todos os estimadores estatísticos, os estimadores de máxima verossimilhança apresentam variância mínima.

3.3.3 Verificação

Após o modelo ter sido estimado, é necessário fazer uma escolha entre os modelos que foram ajustados. Neste trabalho serão usados os critérios RMSE (Raiz do Erro Quadrático Médio – Root Mean Square Error), MAE (Erro Absoluto Médio – Mean Absolute Error), MAPE (Erro Percentual Absoluto – Mean Absolute Percentage Error), ME (Erro Médio – Mean Error), MPE (Erro Percentual Médio – Mean Percentage Error) e o TIC (Critério de

desigualdade de Theil – Theil inequality criterion) para avaliar as previsões realizadas pelos modelos estimados no período de janeiro de 1990 até março de 2016.

Os critérios RMSE e MAPE são medidas que servem para avaliar os desvios entre os valores previstos e os reais, mensurando o grau de semelhança entre os dados reais e o modelo proposto. Já a TIC avalia se as previsões dadas por meio dos modelos são satisfatórias, utilizando-se da estatística U-Theil, que é um índice que compara quanto os resultados são melhores que uma previsão ingênua ou trivial.

Segundo Amorim Júnior et al. (2004), a previsão ingênua afirma que a melhor estimativa de um valor para amanhã é o valor de hoje. Através deste coeficiente pode-se analisar a qualidade de uma previsão da seguinte maneira:

- Quando $U > 1$, o erro do modelo é maior que o erro ingênuo, ou seja, as previsões do modelo não são melhores que uma previsão ingênua;
- Quando $U < 1$, o erro do modelo é menor que o erro ingênuo, ou seja, o modelo é aceitável, pois as previsões do modelo são melhores que uma previsão ingênua.

Desta maneira, devem ser selecionados os modelos que apresentem os menores valores para os critérios supracitados.

O próximo passo é fazer a análise dos resíduos estimados e a partir dos modelos escolhidos ver se constituem um processo de ruído branco. Se for um processo de ruído branco, o modelo estará bem ajustado e o processo encerra. Caso contrário, os resíduos podem apresentar autocorrelação e a dinâmica da série não pode ser explicada pelos coeficientes do modelo. Assim, deve-se excluir do processo de escolha o modelo que apresente autocorrelação residual e o ciclo deve ser repetido, voltando-se a fase de identificação como descrito em um dos itens anteriores. Assim, a metodologia de Box & Jenkins é considerada um processo iterativo.

3.3.4 Previsão

Após ter sido feita toda a análise dos modelos, a última etapa consiste na verificação e na potencialidade da previsão do mesmo. Uma vez identificado, estimado e verificado o modelo ARIMA ou SARIMA gerados por uma série temporal X_t , o passo seguinte consiste em efetuar previsões de valores futuros X_{t+h} , $h \geq 0$ para a referida série, supondo que temos observações $\dots, X_{t-3}, X_{t-2}, X_{t-1}, X_t$ até o instante t , que apresentam a “origem” das previsões.

A previsão de uma série de tempo com “origem” t e “horizonte” h é denotada pela esperança matemática condicional de X_{t+h} , denotado por:

$$X_t(h) = E(X_{t+h} / I_t)$$

Onde: $I_t = \{\dots, X_{t-3}, X_{t-2}, X_{t-1}, X_t\}$ representa o conjunto de valores da série observada. O previsor ótimo é aquele que minimiza o erro quadrático médio de previsão.

4 Análise dos resultados

4.1 Análise da série de preços pagos ao produtor de milho do Sul do Brasil – Teste de Estacionariedade, FAC e FACP

A série temporal de preços pagos ao produtor de milho na região Sul do Brasil, constituída por 315 observações mensais, referentes ao período de janeiro de 1990 até março de 2016, é demonstrada no Gráfico 1, sendo possível observar que a série demonstra possuir variações sazonais e conseqüentemente uma instabilidade nos preços (IPEA-DATA 2016).

Os dados foram ajustados conforme o IGP-DI para poder trazer as informações ao cenário atual de preços.

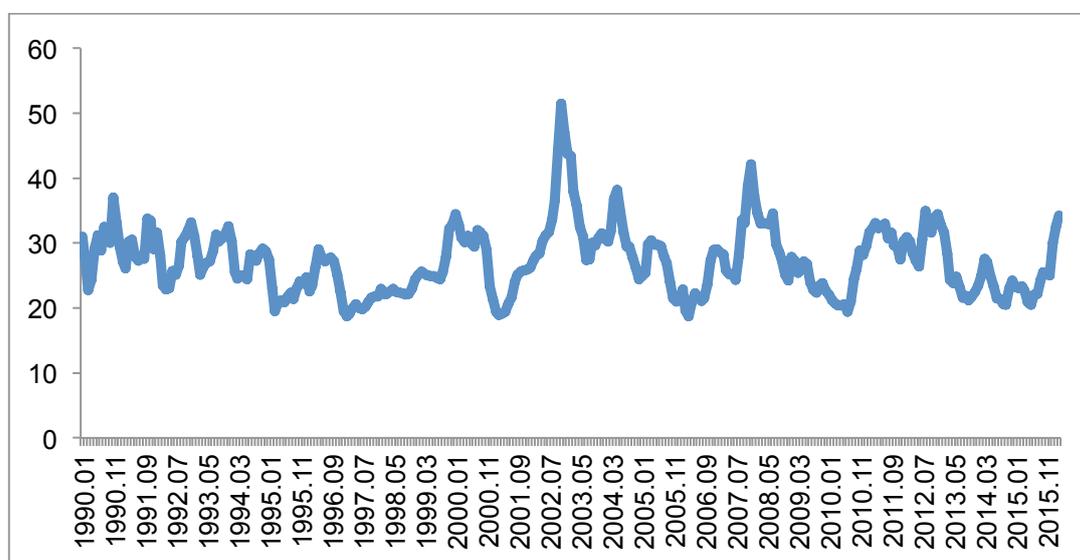


Gráfico 1 - Preço pago ao produtor de milho no Sul do Brasil (deflacionado pelo IGP-DI, base março de 2016) em Reais/Saca de 60 kg.

Como podemos observar, a evolução dos preços do milho, o Gráfico 1, sugere um comportamento não-estacionário para a série, o que recomenda a realização do teste de raiz unitária para a comprovação de tal hipótese.

A estacionariedade da variável deve ser previamente verificada, para que a série relacionada no modelo esteja corretamente especificada. Diante disso, se é não estacionária, é necessário fazer a diferenciação da série de

tempo X_t , para torná-la estacionária, cumprindo as exigências para a utilização da metodologia de Box & Jenkins.

Na tabela 2 é demonstrado o resultado do teste de Dickey-Fuller para a estacionariedade.

Tabela 2 - Teste de estacionariedade da série de preços pagos ao produtor de milho do Sul do Brasil.

Null Hypothesis: PRECO01 has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=15)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.015031	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.451078	
5% level	-2.870561	
10% level	-2.571647	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(PRECO01)
 Method: Least Squares
 Sample (adjusted): 1990M03 2016M03
 Included observations: 313 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PRECO01(-1)	-0.110661	0.022066	-5.015031	0.0000
D(PRECO01(-1))	0.335672	0.053311	6.296506	0.0000
C	3.021405	0.608020	4.969251	0.0000
R-squared	0.148228	Mean dependent var		0.023975
Adjusted R-squared	0.142733	S.D. dependent var		2.103415
S.E. of regression	1.947525	Akaike info criterion		4.180534
Sum squared resid	1175.784	Schwarz criterion		4.216440
Log likelihood	-651.2535	Hannan-Quinn criter.		4.194883
F-statistic	26.97364	Durbin-Watson stat		1.960927
Prob(F-statistic)	0.000000			

Como é possível perceber, em conformidade com o teste Dickey-Fuller a hipótese nula de presença de raiz unitária para o preço do milho foi rejeitada, o que sugere que a série de preços do milho mostra-se estacionária em nível de 1%, 5% e 10% de significância.

Com finalidade de estimar os componentes autoregressivos e de médias móveis relevantes para a construção do modelo econométrico, foram realizados os cálculos da Função de autocorrelação (FAC) e Função de autocorrelação parcial (FACP) da série de preços pagos ao produtor do Sul do Brasil.

A função de autocorrelação (FAC) é representada pela razão entre a covariância amostral e a variância da amostra, sendo sua representação gráfica conhecida como correlograma amostral. O comportamento da FAC é apresentado na Figura 3.

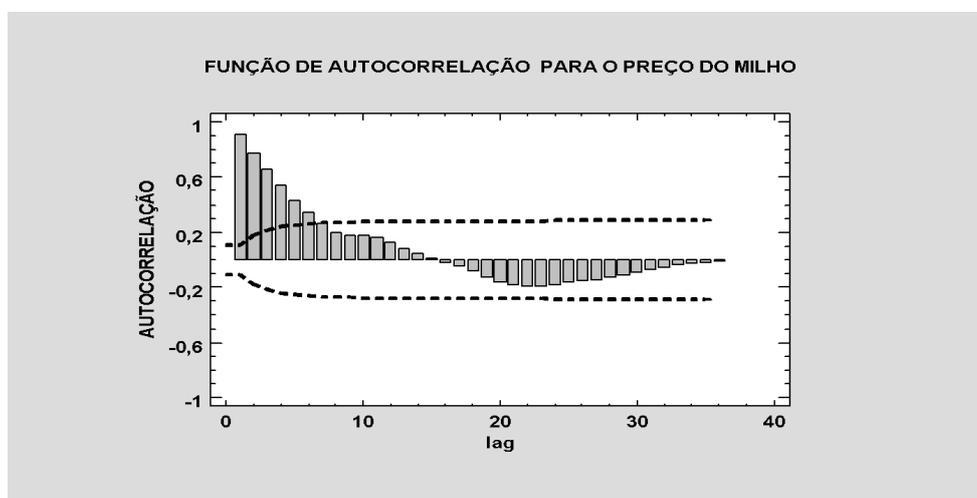


Figura 3 - Função de Autocorrelação para o preço do milho.

Este gráfico demonstra a estimativa da autocorrelação entre os valores do preço do milho em 36 lags com nível de confiança de 95%. O lag k do coeficiente de autocorrelação mede a correlação entre os valores do preço do milho no tempo t e no tempo $t-k$. Se os limites de probabilidade de um lag, em particular, não possuem os coeficientes de estimação tem um significado na correlação da estatística no lag de 95%, limite de confiança. Neste caso temos que 6 dos 36 coeficientes de auto correlação são estatisticamente

significativos ao nível de confiança de 95%, o que significa que a série temporal pode não ser completamente aleatória (ruído branco), hipótese já refutada pelo teste de estacionariedade. Além disso, o destaque nos primeiros lags sugere a presença de componentes de médias móveis (MA) no modelo.

A função de autocorrelação parcial (FACP) visa medir o grau de relacionamento que existe entre os campos do par X_t e X_{t-k} , mantidos constantes o efeito dos demais X 's intermediários do modelo autoregressivo. O comportamento da FACP é apresentado na Figura 4.

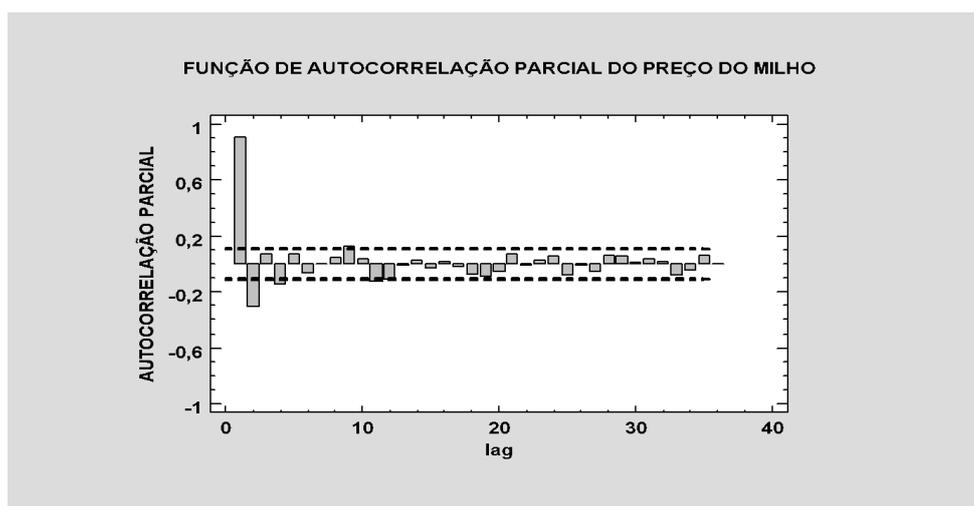


Figura 4 - Função de Autocorrelação Parcial para o preço do milho.

Este gráfico demonstra a estimativa parcial da autocorrelação entre os valores do preço do milho em 36 lags com nível de significância de 95%. O lag k dos coeficientes parciais de autocorrelação mede a correlação entre os valores do preço do milho no tempo t e no tempo $t+k$. Pode ser usado para avaliar a finalidade do modelo autoregressivo necessário para ajustar os dados em suas componentes autoregressivas e sazonais autoregressivas. Se a probabilidade dos limites em um lag em particular não contém o coeficiente de estimação, tem um significado estatístico naquele lag no nível de confiança de 95%, ou seja, pode indicar os lags autorregressivos do modelo. Neste caso, 5 dos 36 coeficientes de auto correlação parciais são estatisticamente significativos ao nível de confiança de 95%, indicando autoregressividade normal e sazonal.

Com base no comportamento das funções FAC e FACP é possível tratar-se de um modelo SARIMA (p,d,q)X(P, D, Q)_s com componentes auto regressivos de grau “p” e sazonais de grau “P”, bem como, de componentes de médias móveis de grau “q” e sazonais “Q”, porém, na sequência o processo de estimação permitirá identificar o modelo mais apropriado para descrever a dinâmica de comportamento do preço do milho.

4.2 Estimativa do Modelo

A estimativa do modelo, considerando a metodologia Box & Jenkins para modelos univariado está representado na Tabela 3. Dentre os possíveis candidatos, foi considerado o modelo que apresentou o melhor grau de ajustamento. Como pode-se perceber no *input* da tabela, os termos que possuírem P-valor inferior a 0,05 são considerados estatisticamente e significativamente diferentes de zero a um nível de confiança de 95%. Assim, para este estudo, todos os parâmetros analisados do modelo SARIMA (p, d, q)X(P, D, Q)_s são estatisticamente significativos.

Tabela 3 – Resumo do Modelo SARIMA (p, d, q)X(P, D, Q) = SARIMA (1, 0, 1)X(2, 1, 1)₁₂

Parâmetros	Estimativa	Desvio Padrão	Estatística-t	P-valor
AR(1)	0,867778	0,0313338	27,6947	0,000000**
MA(1)	-0,44803	0,055959	-8,0064	0,000000**
SAR(1)	-0,146447	0,061421	-2,38432	0,017763**
SAR(2)	-0,149182	0,0617839	-2,41458	0,016381**
SMA(1)	0,886965	0,0290828	30,4979	0,000000**

** : P-valor menor que 0,05

Em conformidade com as informações da Tabela 3, o modelo estimado trata-se de um SARIMA $(1, 0, 1)X(2, 1, 1)_{12}$, ou seja, temos componentes autorregressivos e de médias móveis em instantes sucessivos AR(1) e MA(1) e componentes autorregressivos e de médias móveis sazonais de 12 meses SAR(1), SAR(2) e SMA(1).

4.3 Verificação do Modelo

Uma vez identificado o modelo e verificada sua adequação para descrição da série de preços pagos ao produtor rural de milho do Sul do Brasil, o passo seguinte consiste em verificar a consistência estatística desses resultados. Como ficou evidenciado na seção anterior, os coeficientes estimados para o modelo SARIMA $(1, 0, 1)X(2, 1, 1)_{12}$ mostraram-se todos, estatisticamente significativos, o que sugere um bom grau de ajustamento para o modelo proposto.

Adicionalmente, para reforçar o teste de consistência do modelo, foi realizado o cálculo das FAC e FACP residuais, com vistas a conferir a natureza estacionária dos resíduos do modelo estimado.

Pode-se observar, na Figura 5, que na FAC residual do modelo proposto todos os coeficientes se encontram no intervalo de 95% de confiança. Neste caso, nenhum dos 24 coeficientes de autocorrelação parcial é estatisticamente significativo no nível de confiança de 95%. Assim, é possível observar que, de acordo com o correlograma, nenhuma defasagem é estatisticamente significativa, a partir da autocorrelação dos resíduos, o que confirma a não existência de autocorrelação residual.

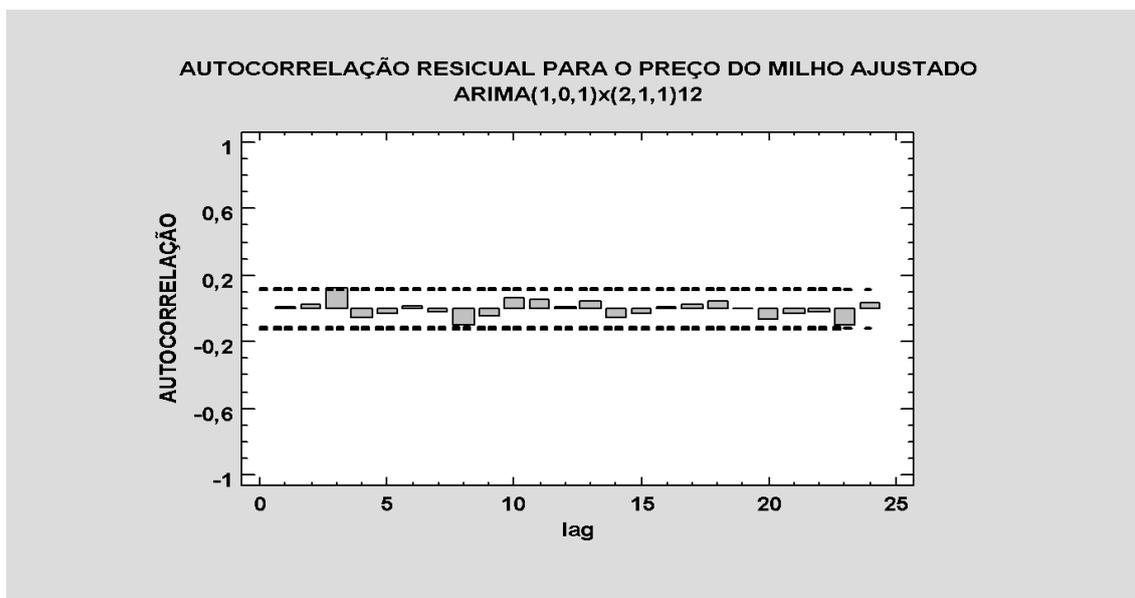


Figura 5 – Autocorrelação Residual para o Preço do Milho Ajustado. SARIMA(1,0,1)x(2,1,1)₁₂

A Figura 6 ilustra o correlograma da função de autocorrelação parcial dos resíduos. Como todos os coeficientes encontram-se no intervalo de 95% de confiança, confirma-se a ausência de autocorrelação residual, ou seja, os resíduos demonstram-se bem comportados descrevendo um processo de ruído branco.

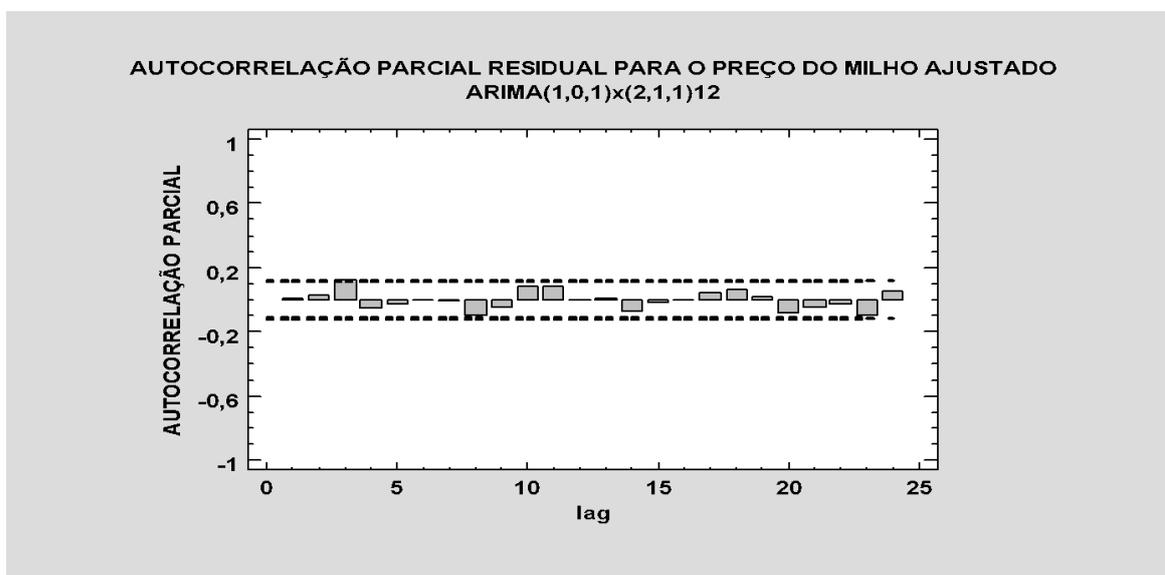


Figura 6 – Autocorrelação Parcial Residual para o Preço do Milho ajustado SARIMA(1,0,1)x(2,1,1)₁₂

Procedeu-se, também, o teste da hipótese de normalidade do conjunto de dados para avaliar a estabilidade do processo. Observa-se na Figura 7, que os resíduos provenientes do modelo SARIMA $(1,0,1) \times (2,1,1)_{12}$ seguem uma distribuição normal a um nível de significância de 5%.

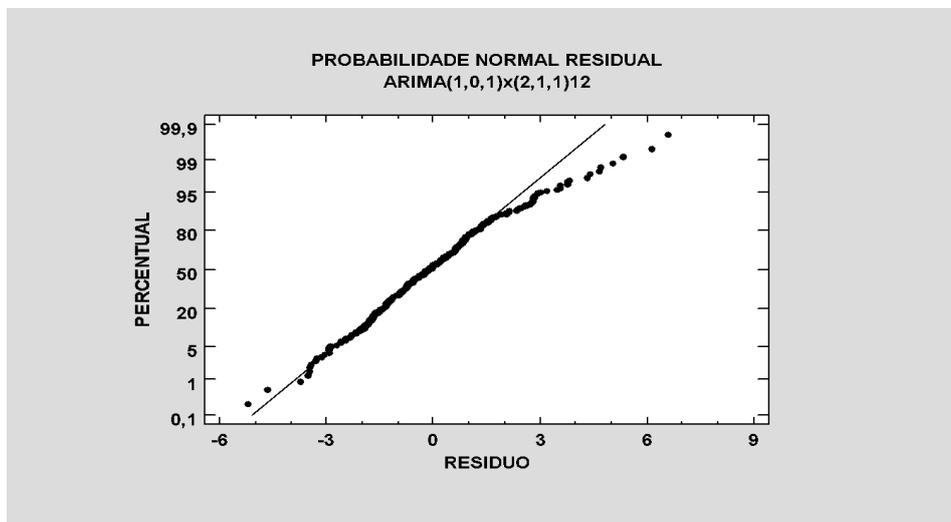


Figura 7 – Probabilidade Normal Residual. SARIMA(1,0,1)x(2,1,1)₁₂

A probabilidade normal residual nos indica um modelo muito bem ajustado até um percentual de 90%, onde a frequência está muito próxima a ordenada dos resíduos. A partir dessa percentagem tem-se uma probabilidade normal residual distante da média estimada, o que pode diminuir o grau de precisão de ajustamento do modelo.

Por fim, o periodograma é construído para verificar o comportamento do ruído branco. Para o modelo estimado, é verificado se o ajuste da linha dos resíduos se aproxima da linha de tendência central. A Figura 8 ilustra o periodograma dos valores ajustados da série temporal do preço do milho.

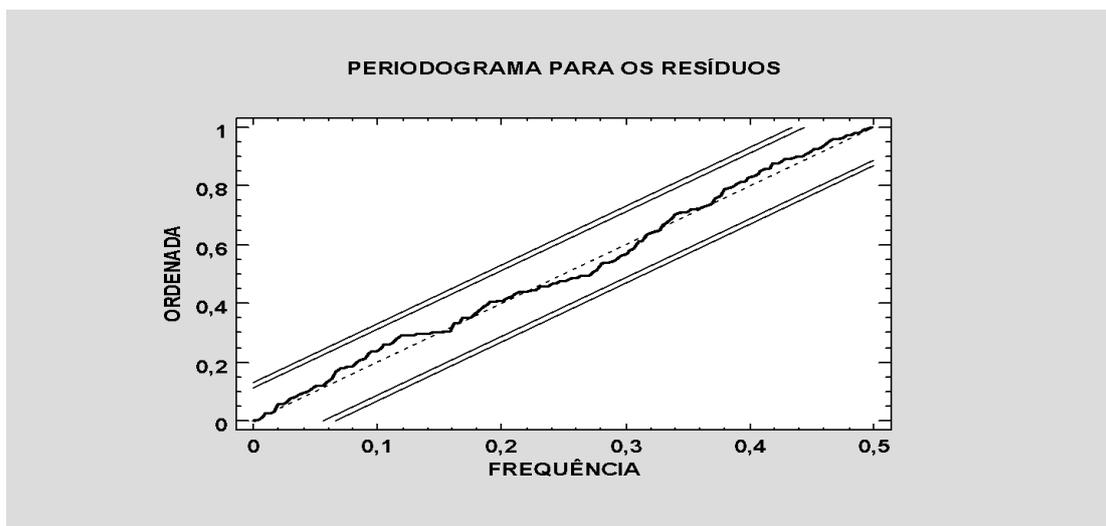


Figura 8 – Periodograma para os resíduos.

A inspeção da figura 8, probabilidade normal residual, nos mostra a hipótese de um modelo muito bem ajustado, onde a frequência está muito próxima a ordenada dos resíduos.

De um modo geral, os testes de verificação da consistência do modelo aplicados sobre os resíduos gerados, a saber, FAC e FACP residual, Probabilidade Normal e do Periodograma Residual reforçam a ideia de um excelente grau de ajustamento.

4.5 Previsões do Modelo

Uma vez cumpridas às etapas sugeridas pela metodologia de Box & Jenkins (1978), ou seja, depois de estabelecida a fase de identificação, estimação e verificação, e constatada a consistência no grau de ajustamento modelo estimado, então, é possível passar para a etapa final sugerida pelo processo iterativo, que é a fase de previsão de valores futuros para a série de preço do milho.

Na Figura 9, pode-se observar a evolução dos preços efetivos e estimados com base no modelo SARIMA(1,0,1)x(2,1,1)₁₂, bem como as previsões para 12 passos a frente do preço do milho do Sul do Brasil.

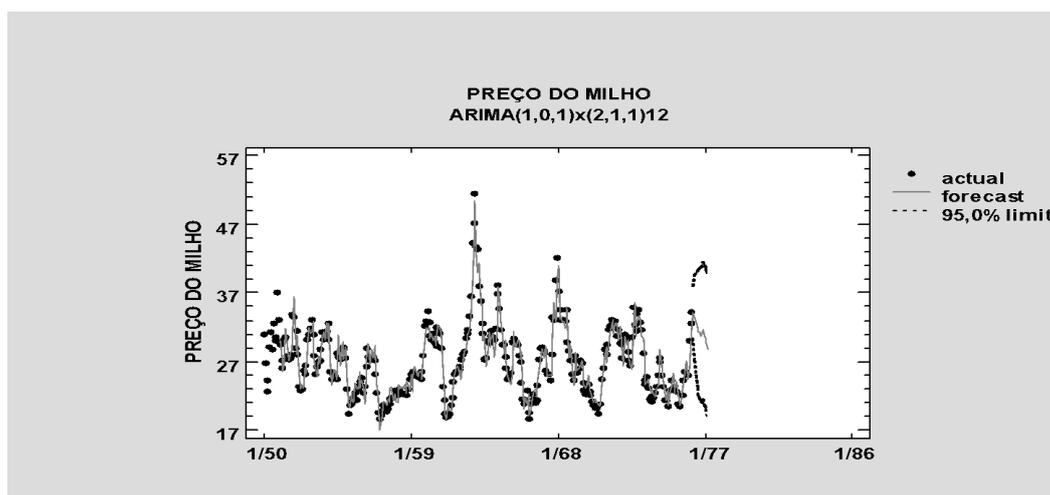


Figura 9 - Preço do milho do modelo SARIMA(1,0,1)x(2,1,1)₁₂

A série de tempo analisada para o preço do milho estende-se do período de janeiro de 1990 até março de 2016, com base na qual obteve-se o modelo SARIMA (1,0,1)x(2,1,1)₁₂. Com base nesse modelo faz-se uma previsão de curto prazo para o preço do milho no horizonte de doze meses, ou seja, entre abril de 2016 a março de 2017.

Os resultados para a previsão podem ser verificados na Tabela 4.

Tabela 4 - Previsão do modelo SARIMA (1,0,1)x(2,1,1)₁₂ em reais/sacas de 60 kg.

		<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
<i>Período</i>	<i>Previsão</i>	<i>Limite</i>	<i>Limite</i>
2016.Abril	34,1882	30,4226	37,9538
2016.Maio	33,432	27,2086	39,6553
2016.Junho	32,6145	25,0503	40,1787
2016.Julho	31,7068	23,2724	40,1412
2016.Agosto	31,2289	22,1943	40,2634
2016.Setembro	31,2526	21,7912	40,7139
2016.Outubro	30,8463	21,0758	40,6167
2016.Novembro	31,628	21,6311	41,625
2016.Dezembro	30,8412	20,6771	41,0053
2017.Janeiro	30,4341	20,1458	40,7224

2017.Fevereiro	29,7705	19,3898	40,1513
2017.Março	28,7976	18,3478	39,2475

Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 10 mostra a previsão do preço do milho (previsão de dados). Para períodos de tempo além da série, mostra 95,0% de confiança para os limites de previsão. Esses limites mostram que os valores reais em um período futuro determinado tem probabilidade de 95,0% de confiança de estar dentro do intervalo previsto, considerando que o modelo ajustado é apropriado para os dados.

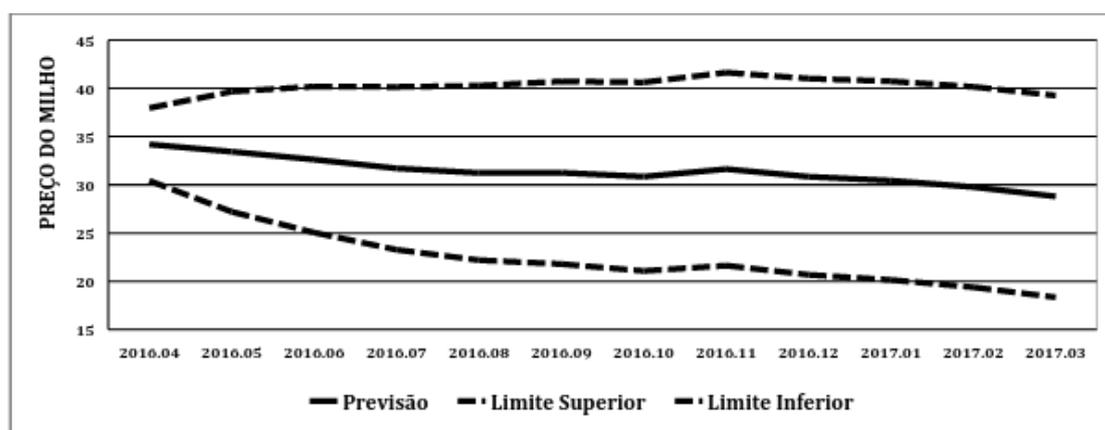


Figura 10 - Previsão do milho do modelo $ARIMA(1,0,1) \times (2,1,1)_{12}$

Para o horizonte de previsão considerado (abril de 2016 a março de 2017), observa-se um aumento sensível nos preços do milho no período de entressafra, seguidos de uma queda acentuada durante a safra. Tal se dá pois a oferta, impulsionada pela produção, aumenta a quantidade e, por conseguinte, diminui os preços de mercado. Este padrão de comportamento se confirma em outros momentos ao longo da série de preços, em virtude do comportamento sazonal por ela descrito.

5 Conclusão

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de derivar um modelo que descreve a dinâmica de comportamento da série temporal do preço pago ao produtor de Milho para a região Sul do Brasil, com o propósito fundamental de fazer previsões de curto prazo para o referido preço.

É importante destacar a importância econômica do mercado do milho brasileiro, no cenário nacional e internacional, bem como, a necessidade de entendê-lo para melhorar o planejamento do setor. Isto fundamenta a vocação econômica do país voltada ao agronegócio, em especial, para a produção do referido produto e, justifica a escolha do preço pago ao produtor, para a construção do modelo univariado de séries temporais.

A análise para a determinação do modelo foi realizada com o preço pago ao produtor, segundo dados do IPEA-DATA, para o período de janeiro de 1990 a março de 2016. Os dados foram deflacionados para o período mais recente, ou seja, março de 2016. O horizonte de previsão escolhido foi os doze meses que seguem a amostra, ou seja, abril de 2016 a março de 2017.

A pesquisa foi realizada considerando a metodologia desenvolvida por Box & Jenkins, baseadas na estimação de modelos SARIMA, a qual tem sido amplamente utilizada para o tipo de análise proposta pela pesquisa. O uso de técnicas econométricas especiais aplicadas à análise de séries de tempo, tem permitido modelar o comportamento dinâmico das séries ao longo do tempo, bem como, permite realizar previsões para o comportamento futuro de uma série.

O modelo de série temporal estimado na pesquisa foi um SARIMA $(1,0,1) \times (2,1,1)_{12}$. Os testes de verificação demonstraram ser o melhor modelo ajustado à série de preços do milho. Tal modelo, além de descrever com eficiência a dinâmica de comportamento da série de preços, possibilitou a realização das melhores previsões de curto prazo para a referida série.

De um modo geral, verificou-se um ajuste fino entre os preços reais e os preços previstos pelo modelo, dado que os resíduos representados pela diferença entre os valores reais e estimados são muito próximos de zero em

toda a extensão da série. Os preços estimados são significativamente próximos aos preços de mercado.

Com base neste instrumento que permite o melhor entendimento da dinâmica de comportamento da série de preços da cultura do milho, bem como, na previsão de seu comportamento futuro é possível criar iniciativas que possibilitem o aumento da produção. Além disso, torna-se possível o incremento da produtividade, ampliação de mercados consumidores, avaliação de políticas agrícolas eficientes, dentre outras ações que possam reduzir riscos e ampliar a eficiência do setor.

6 Referencial Bibliográfico

Duarte, J. O. ; Garcia, J. C.; Miranda, R. A.;
http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/mercado.htm -
Acessado em 8 abril de 2016.

Peixoto, C. M.; <http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/165/o-milho-no-brasil-sua-importancia-e-evolucao> - Acessado em 9 abril de 2016.

<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho> - Acessado em 10 de abril 2016.

Paz, V.P.S.; Teodoro, R.E.F.; Mendonça, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

<http://www.agrolink.com.br/cotacoes/Historico.aspx?e=9839&p=1772&l=13142> - Acessado em 25 de março de 2016.

Werner, L.; Ribeiro, J. L. D.;
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2003000100005 - acessado em 10 de abril de 2016.

Jacobs, W.;
<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/254/1/WilliamJacobs.pdf> -
acessado em 10 de abril de 2016.

CHIODI, L. (2006). *Integração espacial no mercado brasileiro de milho*. Piraci- caba: Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Programa de Pós- Graduação em Economia Aplicada.

DENARDIN, A. A. Econometria de Séries Temporais. Notas de Aula. Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Departamento de Econômica, 2009.

GUJARATI, D. N. Econometria Básica. São Paulo: Person Education do Brasil, 2000.

Apêndice

Tabela I - Estimativa da Autocorrelação para Preço do Milho

			<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Auto correlação</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Limite Prob.</i>	<i>Limite Prob.</i>
1	0,910862	0,0563436	-0,110432	0,110432
2	0,777622	0,0918822	-0,180086	0,180086
3	0,657601	0,110823	-0,217209	0,217209
4	0,535694	0,122586	-0,240265	0,240265
5	0,430734	0,129805	-0,254414	0,254414
6	0,339961	0,134266	-0,263157	0,263157
7	0,259543	0,136971	-0,268459	0,268459
8	0,201277	0,138524	-0,271502	0,271502
9	0,177814	0,139449	-0,273316	0,273316
10	0,17662	0,140167	-0,274723	0,274723
11	0,161526	0,140872	-0,276104	0,276104
12	0,12302	0,141459	-0,277254	0,277254
13	0,0796484	0,141798	-0,277919	0,277919
14	0,0427623	0,14194	-0,278197	0,278197
15	0,0084907	0,141981	-0,278277	0,278277
16	-0,0197441	0,141982	-0,278281	0,278281
17	-0,0463149	0,141991	-0,278298	0,278298
18	-0,0817583	0,142039	-0,278392	0,278392
19	-0,122441	0,142188	-0,278684	0,278684
20	-0,158498	0,142523	-0,27934	0,27934
21	-0,1756	0,143081	-0,280434	0,280434
22	-0,184757	0,143764	-0,281772	0,281772
23	-0,189038	0,144515	-0,283245	0,283245
24	-0,176332	0,145298	-0,28478	0,28478

Tabela II - Função de Auto correlação parcial para o preço do milho.

	<i>Parcial</i>		<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
<i>Lag</i>	<i>Auto correlação</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Limite Prob.</i>	<i>Limite Prob.</i>
1	0,910862	0,0563436	-0,110432	0,110432
2	-0,30557	0,0563436	-0,110432	0,110432
3	0,0724624	0,0563436	-0,110432	0,110432
4	-0,144898	0,0563436	-0,110432	0,110432
5	0,0683958	0,0563436	-0,110432	0,110432
6	-0,061006	0,0563436	-0,110432	0,110432
7	0,00236996	0,0563436	-0,110432	0,110432
8	0,0425212	0,0563436	-0,110432	0,110432
9	0,125091	0,0563436	-0,110432	0,110432
10	0,033152	0,0563436	-0,110432	0,110432
11	-0,129317	0,0563436	-0,110432	0,110432
12	-0,107559	0,0563436	-0,110432	0,110432
13	-0,00862306	0,0563436	-0,110432	0,110432
14	0,0234981	0,0563436	-0,110432	0,110432
15	-0,0282252	0,0563436	-0,110432	0,110432
16	0,0149283	0,0563436	-0,110432	0,110432
17	-0,0222311	0,0563436	-0,110432	0,110432
18	-0,072821	0,0563436	-0,110432	0,110432
19	-0,0912606	0,0563436	-0,110432	0,110432
20	-0,0543488	0,0563436	-0,110432	0,110432
21	0,0738703	0,0563436	-0,110432	0,110432
22	-0,00880829	0,0563436	-0,110432	0,110432
23	0,0285535	0,0563436	-0,110432	0,110432
24	0,0554498	0,0563436	-0,110432	0,110432

Tabela III - Resumo da previsão

	<i>Estimativa</i>	<i>Validação</i>
<i>Estatística</i>	<i>Período</i>	<i>Período</i>
RMSE	1,80944	1,85736
MAE	1,37721	1,48148
MAPE	4,97222	5,6112
ME	-0,0280654	0,332313
MPE	-0,493785	0,534744

Modelo de previsão escolhido: ARIMA(1,0,1)x(2,1,1)¹²

Número de previsões geradas: 12

Número de períodos retidos para validação: 12

Tabela IV - Previsão para a tabela para PREÇO DO MILHO

<i>Período</i>	<i>Dados</i>	<i>Previsão</i>	<i>Resíduo</i>	
Janeiro/50	30,9846			
Fevereiro/50	26,7558			
Março/50	22,7521			
Abril/50	24,3159			
Maió/50	29,1347			
Junho/50	31,2461			
Julho/50	28,8263			
Agosto/50	32,5146			
Setembro/50	30,5469			
Outubro/50	29,9868			
Novembro/50	37,0418			
Dezembro/50	33,1295			
Janeiro/51	29,4887	30,0708	-0,582142	
Fevereiro/51	27,0904	27,2392	-0,148818	
Março/51	26,0655	25,6155	0,450039	

Abril/51	30,2342	26,4767	3,75754	
Maiio/51	30,5428	31,8585	-1,31568	
Junho/51	27,832	29,1992	-1,36724	
Julho/51	27,2938	27,0875	0,206276	
Agosto/51	28,0216	28,0286	-0,00701036	
Setembro/51	27,5889	28,3577	-0,768824	
Outubro/51	33,7764	28,4522	5,32419	
Novembro/51	33,4431	36,4924	-3,04934	
Dezembro/51	29,0572	30,7309	-1,67372	
Janeiro/52	31,5719	28,01	3,56191	
Fevereiro/52	28,0604	30,9913	-2,93086	
Março/52	23,4648	25,2675	-1,80269	
Abril/52	22,8349	23,006	-0,171064	
Maiio/52	23,0968	23,6306	-0,533777	
Junho/52	25,6717	23,2059	2,46582	
Julho/52	25,1087	27,0441	-1,93541	
Agosto/52	26,5071	25,1804	1,32669	
Setembro/52	30,2193	27,7932	2,42609	
Outubro/52	30,8985	31,9941	-1,09565	
Novembro/52	31,9373	31,1523	0,784993	
Dezembro/52	33,1477	31,4726	1,67514	
Janeiro/53	30,9661	32,9789	-2,01276	
Fevereiro/53	27,9738	27,6961	0,277653	
Março/53	25,1048	26,3308	-1,22601	
Abril/53	26,2758	24,876	1,3998	
Maiio/53	27,0301	27,9575	-0,92743	
Junho/53	27,2045	26,7561	0,448351	
Julho/53	28,7325	27,2086	1,52394	
Agosto/53	31,2662	30,3429	0,92331	
Setembro/53	30,19	31,3657	-1,17569	
Outubro/53	30,7545	30,1615	0,593004	

Novembro/53	31,4561	32,6994	-1,2433	
Dezembro/53	32,5548	29,7266	2,82821	
Janeiro/54	30,3137	32,6089	-2,29518	
Fevereiro/54	25,5134	26,9936	-1,4802	
Março/54	24,539	23,546	0,99299	
Abril/54	24,9754	25,947	-0,971599	
Mai/54	24,804	25,7469	-0,94285	
Junho/54	24,4156	24,4549	-0,039315	
Julho/54	28,2919	24,4753	3,8166	
Agosto/54	27,7257	30,8759	-3,1502	
Setembro/54	27,2594	26,4028	0,856646	
Outubro/54	28,4607	29,3236	-0,862943	
Novembro/54	29,1132	29,8503	-0,737119	
Dezembro/54	28,7145	27,3975	1,31702	
Janeiro/55	27,4762	29,1232	-1,64699	
Fevereiro/55	23,0484	24,75	-1,70164	
Março/55	19,479	20,8593	-1,38032	
Abril/55	20,7573	20,2507	0,506586	
Mai/55	21,2098	22,6124	-1,40258	
Junho/55	20,9029	21,4838	-0,580931	
Julho/55	21,8035	20,9817	0,821758	
Agosto/55	22,411	23,9625	-1,55149	
Setembro/55	21,4168	23,044	-1,62725	
Outubro/55	23,0666	23,0677	-0,00112074	
Novembro/55	24,0873	25,5333	-1,44599	
Dezembro/55	23,7174	23,1209	0,596528	
Janeiro/56	24,6837	24,2926	0,391075	
Fevereiro/56	22,5499	23,2471	-0,697217	
Março/56	23,4451	20,8282	2,6169	
Abril/56	26,3235	25,5661	0,75742	
Mai/56	29,0327	27,5762	1,45654	

Junho/56	27,7871	29,6022	-1,81508	
Julho/56	27,2068	26,6747	0,532081	
Agosto/56	27,567	28,8127	-1,24571	
Setembro/56	27,7651	27,5519	0,213225	
Outubro/56	27,1706	29,3289	-2,15835	
Novembro/56	25,1469	28,0677	-2,92084	
Dezembro/56	22,4248	23,7365	-1,31169	
Janeiro/57	19,5224	22,0905	-2,56806	
Fevereiro/57	18,7267	17,102	1,62471	
Março/57	19,1611	18,6029	0,558231	
Abril/57	20,0438	20,8074	-0,763598	
Maiio/57	20,6154	21,2002	-0,584772	
Junho/57	20,0172	21,2966	-1,27939	
Julho/57	19,8436	20,7372	-0,893579	
Agosto/57	20,2367	21,555	-1,31826	
Setembro/57	20,8728	21,0284	-0,155649	
Outubro/57	21,5687	23,2036	-1,63491	
Novembro/57	21,7259	23,4194	-1,69353	
Dezembro/57	21,7936	21,4403	0,3533	
Janeiro/58	22,9167	22,2933	0,623449	
Fevereiro/58	22,1962	21,1478	1,04839	
Março/58	22,1962	20,9861	1,2101	
Abril/58	22,5538	23,7335	-1,17969	
Maiio/58	22,9759	23,0753	-0,0993934	
Junho/58	22,5	23,4421	-0,942121	
Julho/58	22,3382	23,053	-0,714832	
Agosto/58	22,2945	23,6736	-1,37911	
Setembro/58	22,0902	22,5008	-0,410569	
Outubro/58	22,1808	24,1072	-1,92642	
Novembro/58	22,9689	23,7081	-0,739175	
Dezembro/58	24,4111	22,8884	1,52271	

Janeiro/59	25,1206	25,2023	-0,0816929	
Fevereiro/59	25,5743	22,7199	2,85439	
Março/59	25,2961	25,0572	0,238946	
Abril/59	24,9718	26,3167	-1,3449	
Mai/59	24,9275	25,4446	-0,517135	
Junho/59	24,8803	24,8428	0,0374762	
Julho/59	24,6121	25,4718	-0,859667	
Agosto/59	24,3853	25,5459	-1,16057	
Setembro/59	25,4732	24,4593	1,01394	
Outubro/59	27,915	27,4511	0,463892	
Novembro/59	32,1782	29,2548	2,92339	
Dezembro/59	32,8862	32,0816	0,804623	
Janeiro/60	34,4432	31,7248	2,71844	
Fevereiro/60	32,7851	32,0901	0,694991	
Março/60	30,8447	30,4903	0,354383	
Abril/60	30,1717	31,1018	-0,930058	
Mai/60	31,1419	30,0106	1,13133	
Junho/60	29,9566	30,7868	-0,830178	
Julho/60	29,3976	29,3116	0,0859826	
Agosto/60	32,0135	29,9463	2,06718	
Setembro/60	31,6634	32,4359	-0,772469	
Outubro/60	31,0663	31,7827	-0,716403	
Novembro/60	28,9009	31,0884	-2,18752	
Dezembro/60	23,3905	26,8864	-3,49589	
Janeiro/61	21,3243	21,6277	-0,303415	
Fevereiro/61	19,4103	19,4783	-0,0679651	
Março/61	18,9317	18,696	0,235651	
Abril/61	19,118	20,6077	-1,48974	
Mai/61	19,441	20,0211	-0,580053	
Junho/61	20,6972	19,7736	0,923618	
Julho/61	21,712	21,9432	-0,231154	

Agosto/61	24,0379	22,8463	1,19155	
Setembro/61	25,1407	24,9687	0,171951	
Outubro/61	25,5784	26,3332	-0,754762	
Novembro/61	25,7565	26,2743	-0,517809	
Dezembro/61	25,9208	25,3019	0,618908	
Janeiro/62	26,1915	25,8765	0,314958	
Fevereiro/62	27,4087	24,3786	3,03013	
Março/62	28,0223	27,1988	0,823536	
Abril/62	28,3966	28,6507	-0,25411	
Mai/62	30,3223	28,5403	1,78198	
Junho/62	31,1839	30,2657	0,918248	
Julho/62	31,6962	30,9536	0,742607	
Agosto/62	33,6751	31,7425	1,93261	
Setembro/62	36,5659	33,7492	2,81668	
Outubro/62	44,2722	37,662	6,61018	
Novembro/62	51,4214	46,3593	5,06212	
Dezembro/62	47,0862	50,3392	-3,25301	
Janeiro/63	43,6844	42,9122	0,772181	
Fevereiro/63	43,4227	39,866	3,55671	
Março/63	37,8852	41,3088	-3,42355	
Abril/63	35,839	35,2229	0,616086	
Mai/63	32,5315	35,4773	-2,94581	
Junho/63	31,0542	29,9723	1,08195	
Julho/63	27,3324	30,8632	-3,53082	
Agosto/63	27,4506	26,3495	1,10113	
Setembro/63	30,0205	27,8836	2,13692	
Outubro/63	29,6	31,2559	-1,65593	
Novembro/63	30,8264	29,2063	1,62008	
Dezembro/63	31,5418	30,1913	1,35053	
Janeiro/64	30,5962	31,1376	-0,541448	
Fevereiro/64	30,2226	27,6757	2,54694	

Março/64	31,8245	29,4647	2,35975	
Abril/64	36,8261	32,4071	4,41904	
Maiio/64	38,1587	37,9361	0,222587	
Junho/64	34,7136	36,392	-1,67845	
Julho/64	31,6301	32,9484	-1,31831	
Agosto/64	29,4381	31,2277	-1,78956	
Setembro/64	29,4694	28,3212	1,14823	
Outubro/64	27,7777	30,263	-2,48525	
Novembro/64	26,1539	27,0955	-0,941552	
Dezembro/64	24,4208	25,0477	-0,62694	
Janeiro/65	24,8734	24,1511	0,722303	
Fevereiro/65	25,4146	23,6816	1,733	
Março/65	29,8034	25,1353	4,66807	
Abril/65	30,4298	31,5582	-1,12838	
Maiio/65	29,7551	30,0843	-0,329241	
Junho/65	29,7125	29,1585	0,55404	
Julho/65	29,4908	29,8446	-0,353843	
Agosto/65	27,8712	30,1531	-2,28185	
Setembro/65	26,8991	27,284	-0,384885	
Outubro/65	24,0132	28,6612	-4,64797	
Novembro/65	21,5139	24,2531	-2,73923	
Dezembro/65	20,9545	20,1991	0,755383	
Janeiro/66	21,4557	21,6857	-0,229954	
Fevereiro/66	22,8131	20,7733	2,03977	
Março/66	19,6237	22,5109	-2,88723	
Abril/66	18,6791	19,1963	-0,517221	
Maiio/66	20,8942	19,7729	1,12128	
Junho/66	22,3048	22,012	0,292808	
Julho/66	21,6718	22,7978	-1,12596	
Agosto/66	21,0996	22,9636	-1,86398	
Setembro/66	21,4421	21,9527	-0,510586	

Outubro/66	23,5606	23,7497	-0,189077	
Novembro/66	27,2824	25,9753	1,30707	
Dezembro/66	28,9802	27,3398	1,64038	
Janeiro/67	29,0679	29,0508	0,0170736	
Fevereiro/67	28,5441	27,6317	0,912414	
Março/67	28,3005	27,5953	0,705216	
Abril/67	25,7593	29,2505	-3,49115	
Maiio/67	25,1863	24,9151	0,271243	
Junho/67	25,2112	25,0626	0,148645	
Julho/67	24,3741	25,0182	-0,644123	
Agosto/67	28,0329	25,2116	2,82134	
Setembro/67	33,5229	30,0355	3,48739	
Outubro/67	33,101	35,5788	-2,47776	
Novembro/67	38,8118	32,6696	6,14219	
Dezembro/67	42,092	39,2368	2,85515	
Janeiro/68	37,2789	41,0245	-3,7456	
Fevereiro/68	34,5976	33,249	1,34863	
Março/68	33,0284	33,8092	-0,78081	
Abril/68	33,1049	32,8295	0,275403	
Maiio/68	33,0208	32,9027	0,118113	
Junho/68	32,8516	31,9009	0,950692	
Julho/68	34,5195	32,1235	2,39595	
Agosto/68	29,7856	34,9899	-5,20429	
Setembro/68	28,5547	27,5472	1,00752	
Outubro/68	27,2304	29,5521	-2,32172	
Novembro/68	25,1242	26,8188	-1,69458	
Dezembro/68	24,261	23,5762	0,684776	
Janeiro/69	27,8574	24,6672	3,19025	
Fevereiro/69	27,2437	28,4309	-1,18718	
Março/69	25,3893	25,796	-0,406686	
Abril/69	25,8277	25,9518	-0,124089	

Maio/69	27,142	26,4984	0,643553	
Junho/69	26,7706	27,1471	-0,376451	
Julho/69	23,9367	26,0293	-2,09258	
Agosto/69	22,758	23,6766	-0,918577	
Setembro/69	22,3936	23,2649	-0,871278	
Outubro/69	23,4067	23,5215	-0,114828	
Novembro/69	23,7928	24,9538	-1,16102	
Dezembro/69	22,6563	23,0598	-0,403539	
Janeiro/70	22,1126	22,7685	-0,655924	
Fevereiro/70	21,2041	21,7894	-0,585271	
Março/70	20,7201	20,981	-0,260945	
Abril/70	20,3645	21,5418	-1,17728	
Maio/70	20,3514	21,0705	-0,719091	
Junho/70	20,633	20,6517	-0,0187141	
Julho/70	19,3712	20,8605	-1,4893	
Agosto/70	20,9487	20,5114	0,437288	
Setembro/70	24,4831	23,1345	1,34858	
Outubro/70	26,0429	26,2818	-0,238927	
Novembro/70	28,8484	28,0398	0,808584	
Dezembro/70	28,1339	29,1789	-1,04503	
Janeiro/71	29,5049	26,8744	2,63047	
Fevereiro/71	31,7123	29,6091	2,10322	
Março/71	32,2525	31,3491	0,903418	
Abril/71	33,0822	32,2281	0,854088	
Maio/71	32,3014	33,111	-0,809554	
Junho/71	32,6697	31,1246	1,54511	
Julho/71	32,9781	32,5172	0,460909	
Agosto/71	30,715	32,5301	-1,81508	
Setembro/71	31,6525	30,2484	1,40413	
Outubro/71	29,6284	32,2218	-2,59336	
Novembro/71	29,4888	29,4739	0,0148669	

Dezembro/71	27,4997	29,2092	-1,70951	
Janeiro/72	30,3103	26,5336	3,7767	
Fevereiro/72	30,9389	30,7503	0,188573	
Março/72	30,205	29,59	0,615019	
Abril/72	28,4438	30,2781	-1,83428	
Mai/72	27,2431	28,0051	-0,761983	
Junho/72	26,432	26,6825	-0,25051	
Julho/72	30,5488	25,8536	4,69518	
Agosto/72	34,92	32,1151	2,80491	
Setembro/72	32,3528	35,6793	-3,32653	
Outubro/72	31,5751	30,7512	0,823889	
Novembro/72	33,9929	32,5136	1,47934	
Dezembro/72	34,4619	33,593	0,8689	
Janeiro/73	32,7925	33,4785	-0,686048	
Fevereiro/73	31,6143	30,7224	0,891875	
Março/73	28,3254	30,4117	-2,08634	
Abril/73	24,3502	27,2753	-2,92509	
Mai/73	23,7927	23,8	-0,00728173	
Junho/73	24,7922	23,9816	0,810633	
Julho/73	23,2685	24,5155	-1,24697	
Agosto/73	21,5617	23,07	-1,50829	
Setembro/73	21,9196	22,5475	-0,627877	
Outubro/73	21,1619	23,0284	-1,86649	
Novembro/73	21,7233	22,4372	-0,71389	
Dezembro/73	22,4986	21,8665	0,632074	
Janeiro/74	23,3989	23,2764	0,122476	
Fevereiro/74	25,0442	23,4354	1,60885	
Março/74	27,548	25,4073	2,14066	
Abril/74	27,0717	28,8457	-1,77404	
Mai/74	24,9309	26,6676	-1,73669	
Junho/74	23,333	24,3631	-1,03008	

Julho/74	21,4735	22,7373	-1,2638	
Agosto/74	21,3604	21,3604	-0,0000257819	
Setembro/74	20,5837	23,1714	-2,58767	
Outubro/74	20,5279	20,7476	-0,219743	
Novembro/74	22,9048	22,5032	0,401625	
Dezembro/74	24,2586	23,1641	1,09454	
Janeiro/75	23,2566	25,4431	-2,1865	
Fevereiro/75	23,0534	22,4544	0,598984	
Março/75	23,3379	23,1975	0,140403	
Abril/75	22,6687	24,074	-1,40533	V
Mai/75	20,9304	22,8898	-1,95937	V
Junho/75	20,5118	20,7437	-0,231871	V
Julho/75	22,0458	21,403	0,642836	V
Agosto/75	22,1653	23,499	-1,33368	V
Setembro/75	24,3126	22,977	1,33559	V
Outubro/75	25,5023	25,7112	-0,208945	V
Novembro/75	25,3319	27,0877	-1,7558	V
Dezembro/75	24,9783	24,5364	0,441861	V
Janeiro/76	29,9957	25,6806	4,31507	V
Fevereiro/76	32,5723	31,2099	1,36243	V
Março/76	34,26	31,475	2,78497	V

Modelo: ARIMA(1,0,1)x(2,1,1)¹²

V = retido para validação

Tabela V - Previsão para o preço do milho com níveis de significância de 95%.

		<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
<i>Período</i>	<i>Previsão</i>	<i>Limite</i>	<i>Limite</i>
Abril/76	34,1882	30,4226	37,9538
Mai/76	33,432	27,2086	39,6553

Junho/76	32,6145	25,0503	40,1787
Julho/76	31,7068	23,2724	40,1412
Agosto/76	31,2289	22,1943	40,2634
Setembro/76	31,2526	21,7912	40,7139
Outubro/76	30,8463	21,0758	40,6167
Novembro/76	31,628	21,6311	41,625
Dezembro/76	30,8412	20,6771	41,0053
Janeiro/77	30,4341	20,1458	40,7224
Fevereiro/77	29,7705	19,3898	40,1513
Março/77	28,7976	18,3478	39,2475

Modelo de Comparação

Dados variáveis: PREÇO DO MILHO

Número de observações = 315

Índice inicial = 1/50

Intervalo de Amostragem = 1,0 mês(s)

Comprimento da sazonalidade = 12

Números de períodos retidos para validação: 12

Modelos

(A) Passeio aleatório

(B) Passeio aleatório com deriva = -0,0197459

(C) Média constante = 27,2028

(D) Tendência linear = 27,26 + -0,000376695 t

(E) Média móvel simples de 2 termos

(F) Suavização exponencial simples com alfa = 0,9999

(G) Exp. linear de Brown com alfa = 0,671

(H) Exp. linear de Holt com alfa = 0,9969 e beta = 0,0065

(I) ARIMA(1,0,1)x(2,1,1)₁₂

(J) ARIMA(1,0,1)x(0,1,2)₁₂

(K) ARIMA(1,0,1)x(1,1,1)₁₂

(L) ARIMA(2,0,1)x(2,1,1)₁₂

(M) ARIMA(1,0,1)x(0,1,1)₁₂

Significado das siglas:

RMSE = Raiz do erro quadrado médio

RUNS = Teste para excessivas corridas para cima e para baixo

RUNM = Teste para excessivas corridas em torno da media

AUTO = Teste de Box-Pierce para auto correlação excessiva

MEAN = Teste para diferença na média do 1º semestre para 2º semestre

VAR = Teste para diferença na variância do 1º semestre para 2º semestre

OK = não significativa ($p \geq 0,05$)

* = marginalmente significativa ($0,01 < p \leq 0,05$)

** = significativa ($0,001 < p \leq 0,01$)

*** = altamente significativa ($p \leq 0,001$)

Tabela VI - Estimativa Parcial de Auto correlação para os resíduos

	<i>Parcial</i>		<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
<i>Lag</i>	<i>Auto correlação</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Limite Prob.</i>	<i>Limite Prob.</i>
1	0,00728486	0,0574485	-0,112597	0,112597
2	0,0248701	0,0574485	-0,112597	0,112597
3	0,127242	0,0574485	-0,112597	0,112597
4	-0,0536032	0,0574485	-0,112597	0,112597
5	-0,0291704	0,0574485	-0,112597	0,112597
6	0,00391563	0,0574485	-0,112597	0,112597
7	-0,00547675	0,0574485	-0,112597	0,112597
8	-0,0962635	0,0574485	-0,112597	0,112597
9	-0,0458347	0,0574485	-0,112597	0,112597
10	0,0788778	0,0574485	-0,112597	0,112597

11	0,0799652	0,0574485	-0,112597	0,112597
12	0,00145786	0,0574485	-0,112597	0,112597
13	0,0131497	0,0574485	-0,112597	0,112597
14	-0,0691556	0,0574485	-0,112597	0,112597
15	-0,0212565	0,0574485	-0,112597	0,112597
16	-0,00351908	0,0574485	-0,112597	0,112597
17	0,0442166	0,0574485	-0,112597	0,112597
18	0,066346	0,0574485	-0,112597	0,112597
19	0,0137275	0,0574485	-0,112597	0,112597
20	-0,0778124	0,0574485	-0,112597	0,112597
21	-0,0465111	0,0574485	-0,112597	0,112597
22	-0,0260785	0,0574485	-0,112597	0,112597
23	-0,100188	0,0574485	-0,112597	0,112597
24	0,0501212	0,0574485	-0,112597	0,112597

Variável de dados: PREÇO DO MILHO

Modelo: ARIMA(1,0,1)x(2,1,1)₁₂

Tabela VII - Periodograma para os resíduos

				<i>Acumulada</i>	<i>Integrada</i>
<i>l</i>	<i>Frequência</i>	<i>Período</i>	<i>Ordenada</i>	<i>Soma</i>	<i>Periodograma</i>
0	0,0		8,3312E-32	8,3312E-32	8,52103E-35
1	0,00330033	303,0	4,29273	4,29273	0,00439054
2	0,00660066	151,5	10,4709	14,7636	0,0151
3	0,00990099	101,0	10,027	24,7906	0,0253555
4	0,0132013	75,75	0,582286	25,3729	0,0259511
5	0,0165017	60,6	7,93232	33,3053	0,0340641
6	0,019802	50,5	23,6697	56,975	0,0582732
7	0,0231023	43,2857	1,35921	58,3342	0,0596633
8	0,0264026	37,875	1,97264	60,3068	0,0616809
9	0,029703	33,6667	15,8484	76,1552	0,0778904

10	0,0330033	30,3	1,90544	78,0607	0,0798393
11	0,0363036	27,5455	10,1467	88,2073	0,0902172
12	0,039604	25,25	4,945	93,1523	0,0952748
13	0,0429043	23,3077	3,29474	96,4471	0,0986446
14	0,0462046	21,6429	8,37649	104,824	0,107212
15	0,049505	20,2	11,169	115,993	0,118636
16	0,0528053	18,9375	1,55306	117,546	0,120224
17	0,0561056	17,8235	2,94136	120,487	0,123232
18	0,0594059	16,8333	6,30574	126,793	0,129682
19	0,0627063	15,9474	13,425	140,218	0,143413
20	0,0660066	15,15	22,6019	162,82	0,16653
21	0,0693069	14,4286	12,3316	175,151	0,179142
22	0,0726073	13,7727	3,50942	178,661	0,182732
23	0,0759076	13,1739	3,43451	182,095	0,186244
24	0,0792079	12,625	0,144828	182,24	0,186392
25	0,0825083	12,12	11,559	193,799	0,198215
26	0,0858086	11,6538	10,2829	204,082	0,208732
27	0,0891089	11,2222	4,98796	209,07	0,213834
28	0,0924092	10,8214	16,722	225,792	0,230937
29	0,0957096	10,4483	8,49377	234,286	0,239624
30	0,0990099	10,1	1,11456	235,4	0,240764
31	0,10231	9,77419	6,27756	241,678	0,247185
32	0,105611	9,46875	13,295	254,973	0,260782
33	0,108911	9,18182	2,39926	257,372	0,263236
34	0,112211	8,91176	1,45764	258,83	0,264727
35	0,115512	8,65714	14,5672	273,397	0,279626
36	0,118812	8,41667	12,4869	285,884	0,292398
37	0,122112	8,18919	0,319603	286,203	0,292725
38	0,125413	7,97368	0,0543647	286,258	0,29278
39	0,128713	7,76923	1,75804	288,016	0,294578
40	0,132013	7,575	0,769908	288,786	0,295366

41	0,135314	7,39024	1,63215	290,418	0,297035
42	0,138614	7,21429	1,03205	291,45	0,298091
43	0,141914	7,04651	1,15717	292,607	0,299274
44	0,145215	6,88636	1,10008	293,707	0,300399
45	0,148515	6,73333	0,901681	294,609	0,301322
46	0,151815	6,58696	2,54324	297,152	0,303923
47	0,155116	6,44681	2,05764	299,21	0,306027
48	0,158416	6,3125	0,484153	299,694	0,306523
49	0,161716	6,18367	24,2207	323,915	0,331295
50	0,165017	6,06	2,63253	326,547	0,333988
51	0,168317	5,94118	15,4928	342,04	0,349833
52	0,171617	5,82692	0,0320688	342,072	0,349866
53	0,174917	5,71698	1,14321	343,215	0,351035
54	0,178218	5,61111	13,933	357,148	0,365286
55	0,181518	5,50909	10,623	367,771	0,376151
56	0,184818	5,41071	10,6956	378,467	0,38709
57	0,188119	5,31579	8,89731	387,364	0,39619
58	0,191419	5,22414	10,3178	397,682	0,406743
59	0,194719	5,13559	0,138111	397,82	0,406884
60	0,19802	5,05	1,25171	399,072	0,408165
61	0,20132	4,96721	0,94038	400,012	0,409127
62	0,20462	4,8871	10,9451	410,957	0,420321
63	0,207921	4,80952	2,23095	413,188	0,422603
64	0,211221	4,73437	11,1433	424,332	0,434
65	0,214521	4,66154	7,95275	432,284	0,442134
66	0,217822	4,59091	0,114977	432,399	0,442252
67	0,221122	4,52239	0,00683653	432,406	0,442259
68	0,224422	4,45588	2,24733	434,653	0,444557
69	0,227723	4,3913	2,30122	436,955	0,446911
70	0,231023	4,32857	10,3714	447,326	0,457518
71	0,234323	4,26761	0,822649	448,149	0,45836

72	0,237624	4,20833	2,46403	450,613	0,46088
73	0,240924	4,15068	7,89624	458,509	0,468956
74	0,244224	4,09459	1,31078	459,82	0,470297
75	0,247525	4,04	5,52648	465,346	0,475949
76	0,250825	3,98684	2,36344	467,71	0,478367
77	0,254125	3,93506	5,04945	472,759	0,483531
78	0,257426	3,88462	1,26878	474,028	0,484829
79	0,260726	3,83544	0,200851	474,229	0,485034
80	0,264026	3,7875	8,14243	482,371	0,493362
81	0,267327	3,74074	1,87084	484,242	0,495276
82	0,270627	3,69512	1,88621	486,128	0,497205
83	0,273927	3,6506	12,8814	499,01	0,51038
84	0,277228	3,60714	2,60828	501,618	0,513047
85	0,280528	3,56471	20,9067	522,525	0,53443
86	0,283828	3,52326	4,21668	526,741	0,538743
87	0,287129	3,48276	0,751649	527,493	0,539512
88	0,290429	3,44318	7,4306	534,923	0,547112
89	0,293729	3,40449	7,42179	542,345	0,554703
90	0,29703	3,36667	7,84583	550,191	0,562727
91	0,30033	3,32967	6,49277	556,684	0,569368
92	0,30363	3,29348	9,57002	566,254	0,579156
93	0,306931	3,25806	6,07398	572,328	0,585369
94	0,310231	3,2234	24,8309	597,159	0,610765
95	0,313531	3,18947	3,5444	600,703	0,61439
96	0,316832	3,15625	19,7127	620,416	0,634552
97	0,320132	3,12371	3,46753	623,883	0,638099
98	0,323432	3,09184	7,57391	631,457	0,645845
99	0,326733	3,06061	4,61949	636,077	0,65057
100	0,330033	3,03	17,7163	653,793	0,66869
101	0,333333	3,0	7,83225	661,625	0,676701
102	0,336634	2,97059	13,5604	675,186	0,69057

103	0,339934	2,94175	11,3064	686,492	0,702134
104	0,343234	2,91346	4,01429	690,506	0,70624
105	0,346535	2,88571	5,78668	696,293	0,712158
106	0,349835	2,85849	0,13366	696,427	0,712295
107	0,353135	2,83178	7,75851	704,185	0,72023
108	0,356436	2,80556	2,39239	706,578	0,722677
109	0,359736	2,77982	3,16752	709,745	0,725917
110	0,363036	2,75455	5,10922	714,854	0,731143
111	0,366337	2,72973	4,64009	719,495	0,735888
112	0,369637	2,70536	0,675035	720,17	0,736579
113	0,372937	2,68142	20,1021	740,272	0,757139
114	0,376238	2,65789	10,1617	750,433	0,767532
115	0,379538	2,63478	19,8303	770,264	0,787814
116	0,382838	2,61207	5,10832	775,372	0,793039
117	0,386139	2,58974	3,34701	778,719	0,796462
118	0,389439	2,5678	7,53087	786,25	0,804165
119	0,392739	2,54622	10,8456	797,095	0,815258
120	0,39604	2,525	1,86535	798,961	0,817165
121	0,39934	2,50413	12,4382	811,399	0,829887
122	0,40264	2,48361	2,68273	814,082	0,832631
123	0,405941	2,46341	3,22745	817,309	0,835932
124	0,409241	2,44355	13,6057	830,915	0,849848
125	0,412541	2,424	7,77746	838,692	0,857802
126	0,415842	2,40476	3,57535	842,268	0,861459
127	0,419142	2,38583	15,5026	857,77	0,877315
128	0,422442	2,36719	0,238474	858,009	0,877559
129	0,425743	2,34884	6,3908	864,4	0,884095
130	0,429043	2,33077	5,69812	870,098	0,889923
131	0,432343	2,31298	1,08988	871,188	0,891038
132	0,435644	2,29545	6,60747	877,795	0,897796
133	0,438944	2,2782	3,2538	881,049	0,901124

134	0,442244	2,26119	0,397189	881,446	0,90153
135	0,445545	2,24444	5,73067	887,177	0,907391
136	0,448845	2,22794	6,88757	894,064	0,914436
137	0,452145	2,21168	13,6073	907,671	0,928353
138	0,455446	2,19565	0,793099	908,465	0,929164
139	0,458746	2,17986	4,68111	913,146	0,933952
140	0,462046	2,16429	12,6516	925,797	0,946892
141	0,465347	2,14894	7,98435	933,782	0,955058
142	0,468647	2,1338	2,77508	936,557	0,957896
143	0,471947	2,11888	1,45127	938,008	0,959381
144	0,475248	2,10417	5,49247	943,5	0,964998
145	0,478548	2,08966	7,39374	950,894	0,972561
146	0,481848	2,07534	0,562756	951,457	0,973136
147	0,485149	2,06122	8,02759	959,485	0,981347
148	0,488449	2,0473	0,636643	960,121	0,981998
149	0,491749	2,03356	9,32753	969,449	0,991538
150	0,49505	2,02	1,42773	970,876	0,992998
151	0,49835	2,00662	6,84581	977,722	1,0

Variável de dados: PREÇO DO MILHO

Modelo: ARIMA(1,0,1)x(2,1,1)¹²

A tabela abaixo compara os resultados ajustados de diferentes modelos aos dados. O modelo que foi usado para gerar as previsões de menor valor de *Akaike Information Criterion* (AIC) é o modelo I, ARIMA(1,0,1)x(2,1,1)¹².

Tabela VIII - Período Estimado

Mod.	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	2,02817	1,4964	5,35414	-0,0192496	-0,312035	1,48688	1,54082	1,6217
(B)	2,03158	1,49547	5,34918	0,000494122	-0,237059	1,49683	1,55568	1,64391

(C)	5,14957	4,01665	15,073	0,00164694	-3,2477	3,35704	3,41588	3,50411
(D)	5,15809	4,01466	15,0645	0,0016648	-3,247	3,36694	3,43069	3,52628
(E)	2,4975	1,845	6,67622	-0,0197478	-0,508433	1,90979	1,96863	2,05686
(F)	2,02823	1,49152	5,33668	-0,0191872	-0,311048	1,49353	1,55237	1,64061
(G)	2,25004	1,6563	5,9752	-0,00928673	0,0949655	1,70111	1,75995	1,84818
(H)	2,04801	1,51145	5,41733	-0,158671	-0,820584	1,51954	1,58329	1,67888
(I)	1,80944	1,37721	4,97222	-0,0280654	-0,493785	1,21904	1,24355	1,28032
(J)	1,81744	1,36802	4,9369	-0,0255594	-0,490621	1,22126	1,24088	1,27029
(K)	1,8197	1,36948	4,94083	-0,0261493	-0,493622	1,22375	1,24336	1,27277
(L)	1,81185	1,36956	4,95461	-0,031985	-0,49834	1,2283	1,25772	1,30184
(M)	1,83034	1,37692	4,95413	-0,0248838	-0,490289	1,2288	1,24351	1,26557

<i>Modelo</i>	<i>RMSE</i>	<i>RUNS</i>	<i>RUNM</i>	<i>AUTO</i>	<i>MEAN</i>	<i>VAR</i>
(A)	2,02817	***	**	***	OK	*
(B)	2,03158	***	**	***	OK	*
(C)	5,14957	***	***	***	**	***
(D)	5,15809	***	***	***	***	***
(E)	2,4975	***	***	***	OK	**
(F)	2,02823	***	**	***	OK	*
(G)	2,25004	***	*	***	OK	OK
(H)	2,04801	***	**	***	OK	*
(I)	1,80944	OK	OK	OK	OK	**
(J)	1,81744	OK	OK	OK	OK	**
(K)	1,8197	OK	OK	OK	OK	**
(L)	1,81185	OK	OK	OK	OK	**
(M)	1,83034	OK	OK	OK	OK	**

A tabela também resume os resultados de cinco testes rodados nos resíduos para determinar se cada modelo é adequado para os dados. Um OK significa que o modelo passou no teste. Um * significa que falhou no teste de confiança de nível 95%. Dois * significam que falhou no nível de confiança de

99%. Três * significam que o modelo falhou no nível de confiança de 99,9%. Note que o teste selecionado, modelo I, passa nos 4 testes.

Tabela VIX - Validação do Período

<i>Modelo</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>MAPE</i>	<i>ME</i>	<i>MPE</i>
(A)	2,22193	1,66844	6,12476	0,941754	2,8771
(B)	2,23039	1,67183	6,13076	0,9615	2,95667
(C)	4,61449	4,3116	17,3258	-1,76317	-9,6155
(D)	4,59311	4,28273	17,1822	-1,70382	-9,37709
(E)	2,88864	2,18664	7,92451	1,33665	4,04316
(F)	2,22203	1,66851	6,12497	0,941833	2,87733
(G)	2,05262	1,47093	5,76143	0,442293	1,31718
(H)	2,20739	1,65992	6,104	0,917544	2,787
(I)	1,85736	1,48148	5,6112	0,332313	0,534744
(J)	1,80633	1,43335	5,44839	0,378954	0,772878
(K)	1,79909	1,42342	5,4128	0,383264	0,800782
(L)	1,90151	1,45165	5,40758	0,455314	0,97607
(M)	1,84079	1,43752	5,44254	0,44462	1,05761

Tabela VX – Comparação dos resultados ajustados de diferentes modelos

			<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
<i>Lag</i>	<i>Auto correlação</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Limite Prob.</i>	<i>Limite Prob.</i>
1	0,00728486	0,0574485	-0,112597	0,112597
2	0,0249218	0,0574515	-0,112603	0,112603
3	0,127514	0,0574872	-0,112673	0,112673
4	-0,0506735	0,0584132	-0,114488	0,114488

5	-0,0231359	0,0585581	-0,114772	0,114772
6	0,0169601	0,0585883	-0,114831	0,114831
7	-0,0198608	0,0586045	-0,114863	0,114863
8	-0,0978997	0,0586267	-0,114906	0,114906
9	-0,0415754	0,0591638	-0,115959	0,115959
10	0,0665486	0,0592601	-0,116148	0,116148
11	0,0517554	0,0595063	-0,11663	0,11663
12	0,00700838	0,0596546	-0,116921	0,116921
13	0,0443018	0,0596574	-0,116927	0,116927
14	-0,0579992	0,0597658	-0,117139	0,117139
15	-0,0258859	0,0599513	-0,117503	0,117503
16	0,010392	0,0599882	-0,117575	0,117575
17	0,0295571	0,0599941	-0,117587	0,117587
18	0,0480562	0,0600422	-0,117681	0,117681
19	0,0019494	0,060169	-0,117929	0,117929
20	-0,0638405	0,0601692	-0,11793	0,11793
21	-0,0265021	0,0603923	-0,118367	0,118367
22	-0,0176264	0,0604307	-0,118442	0,118442
23	-0,10183	0,0604477	-0,118475	0,118475
24	0,039039	0,0610112	-0,11958	0,11958