

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
CURSO DE AGRONOMIA**

**FORMAÇÃO DE PREÇOS DE COMMODITIES AGRÍCOLAS NO BRASIL: O
CASO PARTICULAR DA CADEIA DO ARROZ**

ISABELLA REGIS CARDOSO

BARRA DO GARÇAS

2021

ISABELLA REGIS CARDOSO

**FORMAÇÃO DE PREÇOS DE COMMODITIES AGRÍCOLAS NO BRASIL: O
CASO PARTICULAR DA CADEIA DO ARROZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia do Instituto de Engenharia e Ciências da Terra da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Margarida Garcia de Figueiredo.

BARRA DO GARÇAS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

C268f Cardoso, Isabhela Regis.
FORMAÇÃO DE PREÇOS DE COMMODITIES AGRÍCOLAS
NO BRASIL: O CASO PARTICULAR DA CADEIA DO ARROZ /
Isabhela Regis
Cardoso. -- 2021
42 f. ; 30 cm.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Margarida Garcia de Figueiredo.
TCC (graduação em Agronomia) - Universidade Federal de
Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Barra do
Garças, 2021.
Inclui bibliografia.

1. formação de preços. 2. arroz. 3. análise de mercado. 4.
econometria. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MATO GROSSO

ATA DE REUNIÃO

1 TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

**TÍTULO DO TRABALHO: FORMAÇÃO DE PREÇOS DE
COMMODITIES AGRÍCOLAS NO BRASIL: O CASO PARTICULAR DA
CADEIA DO ARROZ**

ACADÊMICA: Isabhella Regis Cardoso

ORIENTADOR: Profa. Dra. Margarida Garcia de Figueiredo

2 APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:

Profa. Dra. Margarida Garcia de Figueiredo Orientadora
Prof. Dr. Euro Roberto Detomini Membro
Prof. Dr. Laercio Wanderley dos Santos Membro

DATA DA DEFESA: 20/08/2021



Documento assinado eletronicamente por **MARGARIDA GARCIA DE FIGUEIREDO, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 25/08/2021, às 15:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **LAERCIO WANDERLEY DOS SANTOS, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 25/08/2021, às 16:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **EURO ROBERTO DETOMINI, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 25/08/2021, às 16:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3845889** eo código CRC **CF69D29F**.

OFEREÇO

À minha família,

Por todo apoio, confiança e dedicação que tiveram a mim.

Dedico

À minha mãe Áurea Regis Sá Teles, a minha avó Odelita da Silva Regis e ao meu avó Martinho Sá Teles da Silva, por serem o meu alicerce, minha inspiração, por sempre se fazerem presente em minha vida, me apoiando e me incentivando.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, por ter me dado saúde e forças para percorrer todo esse caminho até aqui.

À minha mãe, Áurea Regis Sá Teles, que sempre se manteve presente em minha vida, mesmo estando longe. Que fez e faz seu papel de mãe tão perfeitamente que distância nenhuma consegue mudar o amor e dedicação que tem pelos seus filhos.

Aos meus avós, Odelita da Silva Regis e Martinho Sá Teles da Silva, por todo o cuidado que tiveram por mim e meus irmãos, vocês são fundamentais em nossas vidas. Não é possível agradecer em palavras por tanto apoio, incentivo e atenção.

Aos meus irmãos, Alexandre e Pedro; minha sobrinha Laíssa Emanuely, meus primos João Gabriel e Stephannie, por tanto carinho e companheirismo.

Aos meus tios, Sidinei, Célia, João, Juscimar e Eva, que sempre estiveram ao meu lado e nunca me negaram ajuda.

Ao meu namorado Gabriel Dela Justina por todo o amor, amparo e motivação.

A todos os professores que fizeram parte da minha graduação, sem vocês nada seria possível, em especial, a minha orientadora Prof.^o Margarida, pela excelente orientação e todo o suporte no desenvolvimento deste e de vários outros trabalhos que tive o prazer de fazer parte.

Aos meus amigos de caminhada, Franciele Rodrigues, Luana Dagustinho, Matheus Queiroz, Douglas Oliveira, K. Muryllo, Tita Gomes, Christielly Borges, Aline Ramos, André Proenço, Bernardo Varjão, Bianca Soares, Caio Ganancin, Eduardo Matias, Gabriela Bovo, Jeane, Paulo Henrique, Kassandra, Maianny e a todos que de alguma forma fizeram parte da minha vida.

Todo o meu agradecimento e admiração por cada um de vocês.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Contextualização	9
1.2	Objetivos	10
1.3	Justificativa	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	O arroz e sua história	12
2.2	Balanço do mercado nacional e internacional do arroz.....	13
2.3	Comercialização e formação de preços	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	Econometria de Séries Temporais	21
3.2	Teste de Raiz Unitária.....	23
3.3	Teste de Cointegração de Johansen.....	24
3.4	Modelo de Auto Regressões Vetoriais (VAR)	24
3.5	Modelo de Auto Regressões Vetoriais com Correção de Erros (VEC)	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	Testes de Raiz Unitária.....	26
4.2	Resultados para o grupo 1.....	28
4.2.1	Testes de Cointegração de Johansen.....	28
4.2.2	Modelos de Auto Regressões Vetoriais com Correção de Erro – VEC	28
4.3	RESULTADOS PARA O GRUPO 2	33
4.3.1	Testes de Cointegração de Johansen.....	33
4.3.2	Modelos de Auto regressões Vetoriais com Correção de Erro - VEC.....	33
5	CONCLUSÃO	36
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Comparativo de produção, área plantada, área colhida e produtividade média de arroz em casca nos estados brasileiros da safra de 2020/2021.....	17
Tabela 2 – Comparativo de produção, área plantada, área colhida e produtividade média de arroz em casca nos maiores produtores do Brasil no ano de 2020.....	17
Tabela 3 – Resultado dos testes de Raiz Unitária - Dickey-Fuller Aumentado (ADF).....	27
Tabela 4 – Resultados do teste de Cointegração de Johansen.....	28
Tabela 5 – Estimativas dos parâmetros da Matriz de Relações Contemporâneas.....	29
Tabela 6 – Resultados da análise de Decomposição da Variância.....	30
Tabela 7 – Resultados do teste de Cointegração de Johansen.....	33
Tabela 8 – Estimativas dos parâmetros da Matriz de Relações Contemporâneas.....	34
Tabela 9 – Resultados da análise de Decomposição da Variância.....	34
Tabela 10 – Efeito de um choque não antecipado nos demais preços do arroz em casca, sobre o preço do arroz em casca na B3.....	40
Tabela 11 – Efeito de um choque não antecipado nos demais preços do arroz em casca, sobre o preço do arroz em casca no Rio Grande do Sul.....	40
Tabela 12 – Efeito de um choque não antecipado nos demais preços do arroz em casca, sobre o preço do arroz em casca em Santa Catarina.....	41
Tabela 13 – Efeito de um choque não antecipado nos preços do arroz em casca no RS e em SC, sobre o preço do arroz em casca no MT.....	41

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Participação mundial dos principais países produtores de arroz (base beneficiado) da safra de 2020/2021.....	13
Figura 2 – Participação mundial dos principais países consumidores de arroz (base beneficiado) da safra de 2020/2021.....	14
Figura 3 – Participação mundial dos maiores importadores de arroz (base beneficiado) da safra de 2020/2021.....	15
Figura 4 – Participação mundial dos maiores exportadores de arroz (base beneficiado) na safra 2020/2021.....	16
Figura 1 – Efeito de um choque não antecipado nos demais preços do arroz em casca, sobre o preço do arroz em casca na B3.....	31
Figura 2 – Efeito de um choque não antecipado nos demais preços do arroz em casca, sobre o preço do arroz em casca no Rio Grande do Sul.....	32
Figura 3 – Efeito de um choque não antecipado nos demais preços do arroz em casca, sobre o preço do arroz em casca em Santa Catarina.....	32
Figura 4 – Efeito de um choque não antecipado nos preços do arroz em casca no RS e em SC, sobre o preço do arroz em casca no MT.....	35

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1 – Descrição das variáveis consideradas no estudo, por grupo.....	21
Quadro 2 – Legenda das variáveis.....	26

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi analisar o processo de formação de preços na cadeia produtiva do arroz, contemplando tanto os preços praticados no mercado interno brasileiro quanto no mercado internacional. Foram considerados os preços praticados em algumas bolsas de comercialização, sendo elas a Bolsa de Chicago (CBOT) e a Bolsa de Mercadorias e Futuros (B3), bem como os preços nos principais estados produtores de arroz do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso) e nos países Argentina e Uruguai. Como instrumento metodológico utilizou-se ferramentas de econometria de séries temporais, entre elas: Teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), para a verificação de estacionariedade das séries; Testes de Cointegração de Johansen, para a verificação da existência de relação de cointegração entre as séries e o Modelo de Auto Regressões Vetoriais com Correção de Erro -VEC. Os resultados mostram uma influência significativa entre os preços analisados, tanto no curto prazo quanto no longo. Uma das principais conclusões é que o Rio Grande do Sul, possivelmente por ser o maior produtor de arroz do Brasil, é o principal responsável pelas alterações de preços que ocorrem nos demais estados produtores brasileiros e, pode eventualmente influenciar também os preços de alguns países vizinhos.

Palavras chaves: formação de preços, arroz, análise de mercado, econometria.

ABSTRACT

The objective of this paper was to analyze the price formation process in the rice production chain, considering both the prices practiced in the Brazilian domestic market and in the international market. The prices practiced on some trading exchanges were considered, namely the Chicago Mercantile Exchange and the Commodities and Futures Exchange (B3), in the main rice producing states in Brazil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina and Mato Grosso) and in the other countries covered, Argentina and Uruguay. As a methodological instrument, time series econometric tools were used, including: Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test, to verify the stationarity of the series; Johansen Tests, to verify the existence of a cointegration relationship between the series and the Vector Autorregressive Model with Error Correction - VEC. The results show a significant influence between the analyzed markets, both in the short term and in the long term. One of the main conclusions is that Rio Grande do Sul, possibly because it is the largest rice producer in Brazil, is the main responsible for the price changes that occur in other Brazilian producer states and may also change the prices of some neighboring countries.

Key words: price formation, rice, market analysis, trade exchanges.

3 INTRODUÇÃO

3.1 Contextualização

Ao longo dos últimos anos, a cadeia produtiva de grãos no Brasil vem crescendo por meio da expansão da fronteira agrícola, a qual teve como resultado a abertura de novas áreas de produção. Associado à utilização de técnicas modernas e novas tecnologias, o produtor começou a alcançar qualidade e maiores quantidades na produção, gerando melhores retornos. Como consequência dessa inovação, o país começou a se tornar mais competitivo no mercado internacional (SILVA, 2018).

O Arroz por ser um dos grãos mais consumidos em todo o mundo, exibe uma grande importância mundial que, conseqüentemente, é produzido em todos os cinco continentes. De acordo com Khush (2005), “[...] mais de 90% do arroz do mundo é cultivado e consumido na Ásia, onde 60% da população da terra vive. O arroz é responsável por 35-75% das calorias consumidas por mais de 3 bilhões de asiáticos [...]”.

Esta cultura foi introduzida no Brasil pela frota de Pedro Álvares Cabral, entretanto, o seu cultivo em terras nacionais só foi realmente relatado após 1530, na capitania de São Vicente. Começou a se expandir mais tarde por outras regiões do litoral, em pequenas lavouras de subsistência, sobretudo na região Nordeste (PEREIRA, 2002). Atualmente o Brasil é um grande produtor de arroz, sendo a região sul a que apresenta maior produtividade, destacando-se o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, em seguida tem-se o estado de Mato Grosso, como o terceiro maior produtor.

Devido à importância econômica das commodities para um grande conjunto de países e, particularmente para o Brasil, a análise do processo de formação de preços destes produtos torna-se importante para auxiliar a formação de políticas que visam melhorar o funcionamento destes mercados. Segundo Adami e Miranda (2011), este conhecimento entre os mercados torna-se fundamental para que os agentes consigam desenvolver contratos de comercialização e políticas públicas para o setor.

Gomes (2002) investigou o processo de formação de preços de quatro commodities: soja, café, ouro e alumínio, usando como ferramenta principal alguns modelos de econometria de séries temporais. Este estudo teve como objetivo trazer contribuições para o estudo da formação de preços de commodities no Brasil. Os

resultados empíricos do estudo demonstraram que a formação de preços das commodities analisadas ocorrem predominantemente no exterior, apesar do mercado brasileiro não ser completamente passivo neste processo.

Embora o trabalho de Gomes (2002) traga contribuições importantes e bastante relevantes sobre o assunto, de 2002 até 2017 ocorreram mudanças na conjuntura econômica e, conseqüentemente, no processo de formação de preços, tornando interessante a realização de estudos que procurem investigar os atuais determinantes dos preços das commodities agrícolas no Brasil, levando em consideração tanto as variáveis que afetam a oferta e a demanda destes produtos, quanto aspectos relacionados às atividades especulativas.

Perante isto, procura-se compreender como ocorre o processo de formação de preço na cadeia do arroz, assim como sua dinâmica entre os principais estados brasileiros produtores e, alguns países que comercializam com o Brasil, além da *Chicago Board of Trade* (CBOT), que é a principal bolsa internacional de comercialização do arroz. De acordo com isto, procura-se entender de que forma estes mercados se relacionam, ou seja, existe um mercado dominante? O mercado nacional sofre influência do mercado internacional?

Diante do exposto, espera-se que o Rio Grande do Sul, como sendo o maior produtor de arroz do Brasil, seja o estado determinante que influencia os preços dos demais estados produtores brasileiros. Além disso, presume-se que o Brasil não sofra tanta influência do mercado internacional, por não ter uma grande participação no mesmo, pois apesar de ser um grande produtor de arroz, é também um grande consumidor e, portanto, não exporta quantidade significativa de arroz, além de importar uma pequena parte daquilo que consome. Vale ressaltar que o Brasil importa arroz de seus vizinhos, sendo eles: Argentina, Uruguai e Paraguai.

3.2 Objetivos

O objetivo geral deste estudo foi analisar o processo de formação de preços na cadeia produtiva do arroz, contemplando tanto os preços praticados no mercado interno brasileiro, entre os diferentes estados produtores de arroz (em especial, Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Santa Catarina), quanto os preços praticados no mercado internacional.

Objetivos específicos:

- Coletar e analisar todas as séries de preço que serão utilizadas para as análises;
- Utilizar modelos econométricos de séries temporais para identificar os componentes presentes em cada série.
- Analisar as relações de preço do arroz entre os principais estados produtores, os países vizinhos (Argentina e Uruguai) e a CBOT, de modo a identificar os principais determinantes das variações dos preços.

3.3 Justificativa

A cadeia orizícola possui forte papel cultural, social e econômico tanto no cenário nacional quanto mundial. É tratado como um dos alimentos mais importantes na nutrição humana, principalmente no continente asiático e nos países de baixa renda, porém, é muito usado em toda a parte do mundo. No Brasil, o arroz representa um alimento tradicional nas refeições dos brasileiros, além de ser um alimento essencial para a segurança alimentar e nutricional. Por se tratar de uma fonte de alimento importante em todo o cenário mundial, visando a nutrição e necessidade, torna-se instigante o estudo e a compreensão dos determinantes que influenciam a variação de preço e sua formação para essa cultura.

Diante do exposto, há disponível na literatura, para o mercado brasileiro de arroz em casca, poucas análises, o que dificulta a compreensão da dinâmica das variações de preços entre os mercados nacionais e internacionais e, também, sua influência entre os mesmos. Esses estudos podem facilitar a compreensão das variações dos preços entre os mercados e promover uma melhor percepção para que os agentes possam realizar previsões futuras ou imediatas de oscilações, desenvolver contratos de comercialização e expandir formulações de políticas públicas.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 O arroz e sua história

O arroz é uma planta monocotiledônea pertencente à família Poaceae e ordem Glumifloreae. Seu desenvolvimento de semente a semente tem uma duração que varia de 80 a 280 dias, dependendo de sua variedade (MARCONDES; GARCIA, 2009). Aproximadamente 20 espécies do gênero *Oryza* são reconhecidas, mas o arroz mais cultivado em todo o mundo é o *O. sativa* (JULIANO, 1993). Estas espécies possuem adaptabilidade em ambientes aquáticos, por serem plantas hidrófitas, entretanto, existem algumas espécies que são capazes de completar seu ciclo em ambientes úmidos ou com inundações passageiras (SILVA, et al., 1999).

Os primeiros registros dessa cultura são provenientes do continente asiático, sendo a Índia referida como centro de origem da espécie. (EMBRAPA, 2000). Seu uso é muito antigo na Índia, onde foi citado em todas as escrituras hindus. A partir disto, essa cultura possivelmente expandiu-se à China e à Pérsia, mais tarde, estendeu-se, para o sul e o leste, chegando até a Indonésia em torno de 1500 a.C. (EMBRAPA, 2000). Há relatos que o Brasil foi o primeiro país a cultivar o arroz no continente americano. Cerca de 1587, lavouras de arroz já ocupavam terras na Bahia e, também, em 1745, no Maranhão. Conseqüentemente, em 1766, a Coroa Portuguesa permitiu a entrada da primeira descascadora de arroz no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro (EMBRAPA, 2000).

Esta cultura é provavelmente a mais diversificada, desde que se desenvolve em praticamente todos os continentes do mundo. O arroz cresce a mais de 300 metros de altitude no Nepal e no Butão, e a 3 metros abaixo do nível do mar em Kerala, na Índia. Devido à adoção da tecnologia da Revolução Verde, grandes avanços ocorreram na produção desse grão nas últimas quatro décadas (KHUSH, 2005).

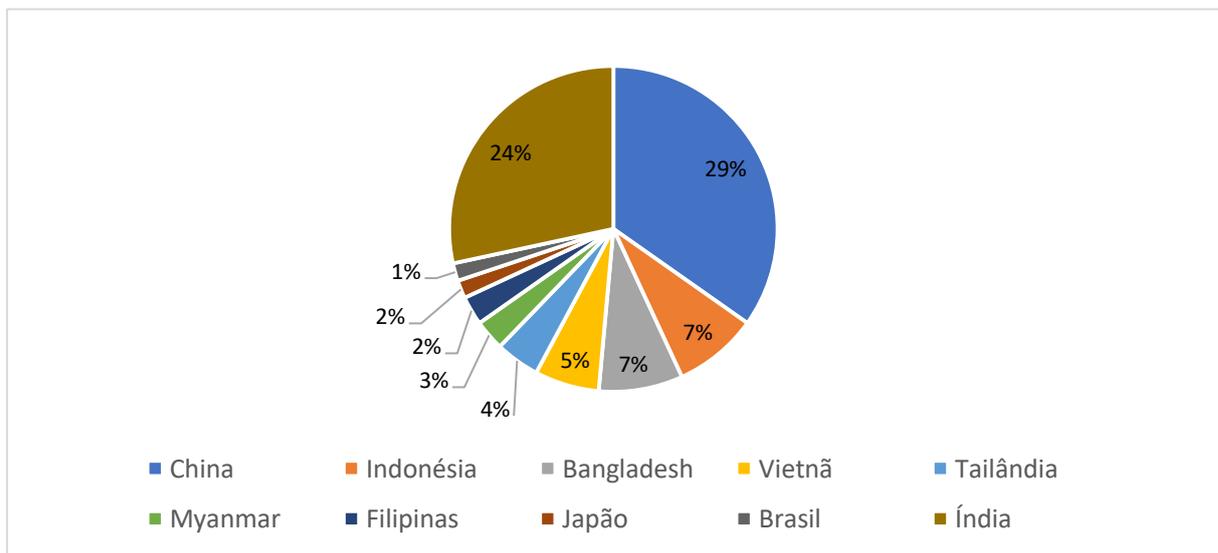
Por se tratar de um dos alimentos com elevado grau nutricional, fornece cerca de 20% da energia e 15% da proteína per capita necessária ao ser humano, e por ser uma cultura bastante versátil, que se adapta facilmente em diferentes tipos de solo e clima, é considerada uma espécie que apresenta elevado potencial para combater a fome no mundo (BRONDANI, et al., 2006).

4.2 Balanço do mercado nacional e internacional do arroz

O continente asiático é o principal produtor de arroz, com mais de 80% da produção mundial (USDA, 2020). A Figura 1 destaca a participação mundial dos principais países produtores de arroz (base beneficiado) da safra de 2020/2021. A produção mundial de arroz (base beneficiado) da safra de 2019/2020 foi de 504 milhões de toneladas, onde a China o maior produtor mundial possui 29% de participação da produção total. Em seguida, tem-se a Índia com 24%. O Brasil produz apenas 1% da produção mundial.

Atualmente o Brasil é o maior produtor e consumidor de arroz fora do continente asiático. Segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos sua produção anual alcança em torno de 7,4 milhões de toneladas de arroz (base beneficiado) para suprir o consumo de 7,3 milhões de toneladas na safra de 2020/2021, manifestando um déficit no quesito produção/consumo (USDA, 2020).

Figura 1 – Participação mundial dos principais países produtores de arroz (base beneficiado) da safra de 2020/2021.



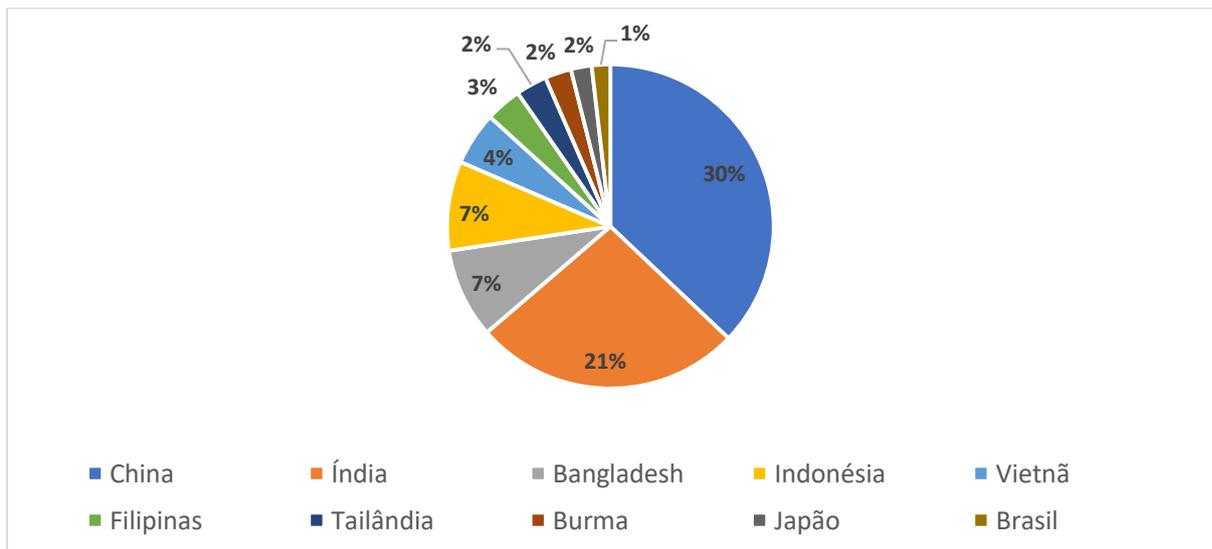
Fonte: USDA (2020)

Pelas estatísticas (USDA, 2020), o consumo mundial de arroz no ano de 2020 foi de 502 milhões de toneladas (base beneficiado). Observa-se na Figura 2 que, assim como na produção, os países da Ásia obtêm as maiores porcentagens, sendo os maiores consumidores China e Índia. Esses dois países exercem grande influência

no comportamento do mercado mundial, em virtude de serem os maiores produtores e possuem alto nível populacional. Em relação ao Brasil, seu consumo foi pouco mais de 7 milhões, onde esse valor está apenas em 1% do consumo mundial.

Diferente da realidade atual, a produção de arroz no Brasil era capaz de suprir sua demanda interna até a década de 1980. Porém, as mudanças na exigência do consumo, no aumento pela procura do arroz-fino, junto com a abertura comercial e a integração econômica do país com o exterior, principalmente pela sua inclusão no Mercado Comum do Sul (Mercosul), inseriu o país na lista de importador líquido do cereal (CAPITANI; MIRANDA; FILHO, 2011).

Figura 2 – Participação mundial dos principais países consumidores de arroz (base beneficiado) da safra de 2020/2021.



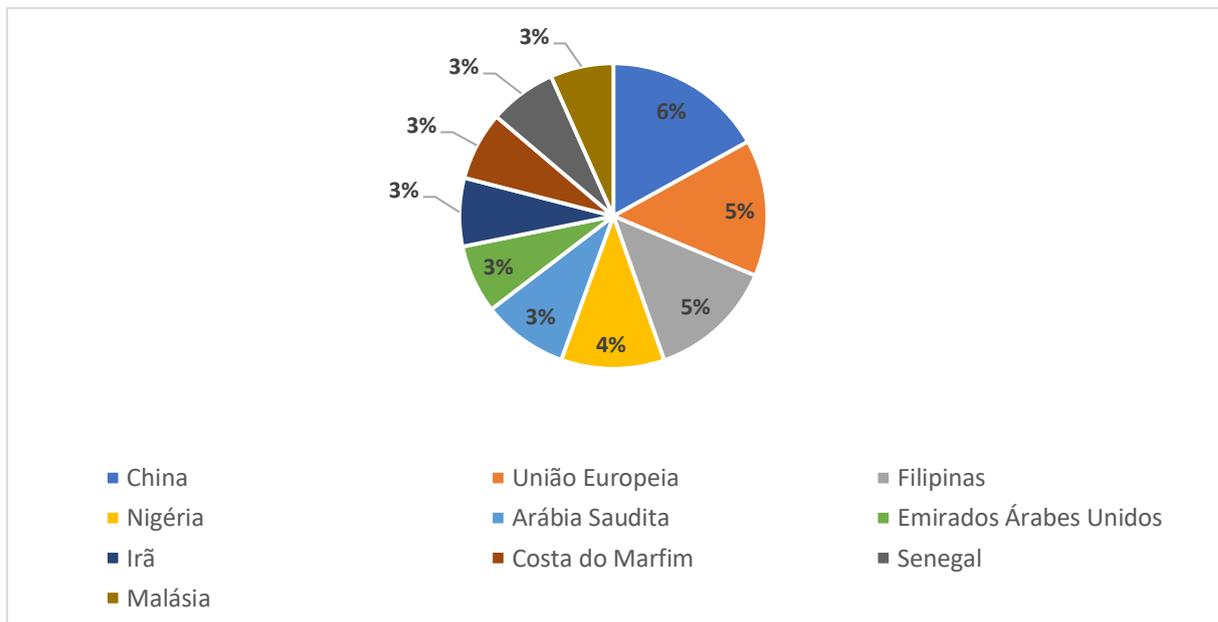
Fonte: USDA, 2020.

Com relação à importação, não é possível notar participações com porcentagens elevadas, porque são os grandes produtores quem utilizam o produto em grandes quantidades. A importação de arroz na safra de 2019/2020 foi de 43 milhões de toneladas (base beneficiado). Na Figura 3, é possível notar que a China também ocupa o primeiro lugar de importações de arroz, pois mesmo que seja o maior produtor, ainda sim necessita da importação, visto que é um grande consumidor.

O Brasil entra na lista com 2% de participação por não ser, no momento, um país autossuficiente. Antes exportador líquido, passou a importar pequenas quantidades na década de 80, porém, na década de 90, esse quesito aumentou. Nos anos seguintes essas importações não regrediram, pois tiveram momentos de queda

e expansão. Alguns estudos mostram que muitos desses comportamentos acontece, em parte, por problemas climáticos ou pela influência das mudanças nas condições macroeconômicas internacionais (POERSCHKE; MORAES, 2014). Portanto, algumas indústrias das regiões Sul e Nordeste do Brasil possuem uma estratégia para regular as margens de oferta e aproveitar os preços dos países exportadores vizinhos (MIRANDA, et al., 2009).

Figura 3 – Participação mundial dos maiores importadores de arroz (base beneficiado) da safra de 2020/2021.



Fonte: USDA, 2020.

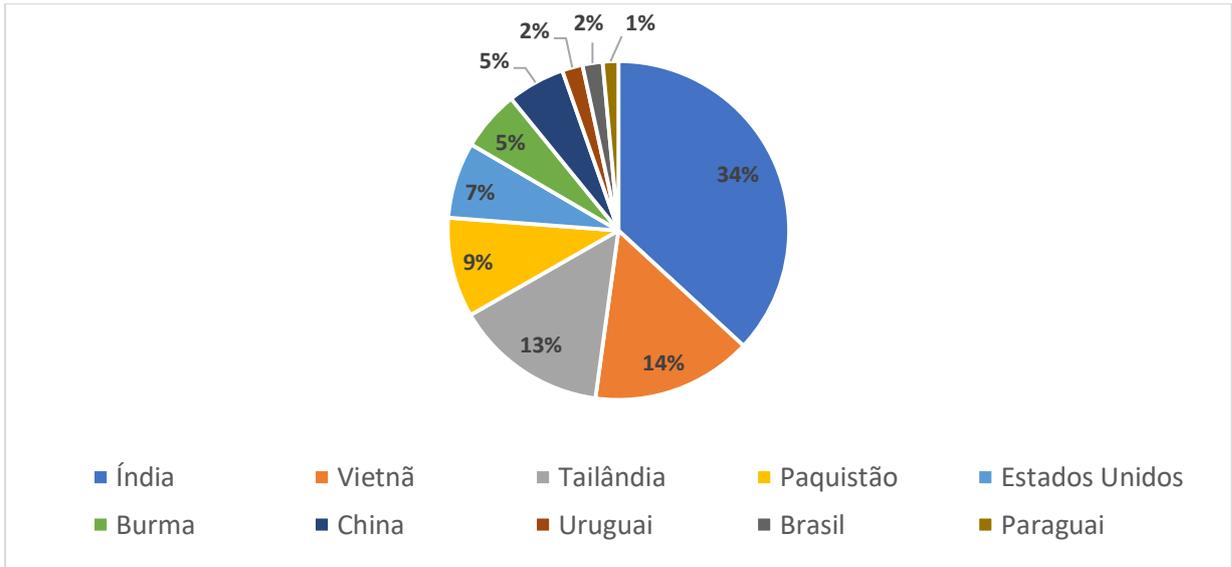
O comércio de arroz mundial é formado de acordo com as preferências de qualidade e tipo de grão, levando em consideração as definições escolhidas pelos países importadores (AZAMBUJA; MAGALHÃES; VERNETTI, 2002). É importante acompanhar o comportamento do consumidor e os fatores que influenciam na compra do produto para que assim os segmentos de produção, industrialização e distribuição de produtos continuem na atividade (BARATA, 2005).

Grande parte da produção do Brasil é utilizada para consumo interno, porém uma pequena porção é designada para o mercado externo. Levando em consideração este contexto, destacam-se os produtores de arroz irrigado do Rio Grande do Sul, um arroz em nível competitivo e de qualidade que atendem os requisitos do mercado exterior (MARQUES; SILVEIRA; SILVEIRA, 2014).

As exportações brasileiras têm sido pouco significativas como mostra na Figura

4, porém, ela surge como possibilidade para o escoamento da produção de arroz, onde ajudaria a equilibrar os preços do arroz em casca. Entretanto, existe um desafio considerável relacionado à necessidade de ampliar o perfil da lista de países de destino (MIRANDA, et al., 2009).

Figura 4 – Participação mundial dos maiores exportadores de arroz (base beneficiado) na safra 2020/2021.



Fonte: USDA, 2020.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostram a relação entre produção (t), área plantada (ha), área colhida (ha) e produtividade média (kg/ha), nos estados brasileiros, do arroz em casca (Tabela 1). Observa-se que a região Sul apresenta a maior produção, seguido pela região Norte, Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste. Em questão da produtividade média, a região sudeste garante o segundo lugar.

Tabela 1 – Comparativo de produção, área plantada, área colhida e produtividade média de arroz em casca nos estados brasileiros da safra de 2020/2021.

Estado	Produção (t)	Área Plantada (ha)	Área Colhida (ha)	Produtividade Média (Kg/ha)
Norte	989.669	234.416	233.712	4.234
Nordeste	333.440	161.745	161.587	2.063
Sudeste	58.911	13.086	12.844	4.586
Sul	9.135.817	1.121.485	1.119.701	8.159
Centro-Oeste	528.347	147.326	147.326	3.586

Fonte: IBGE, 2020.

Dentre os principais estados produtores de arroz do Brasil, tem-se: Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso. O estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz do Brasil, já o estado de Santa Catarina possui uma significativa participação, superior à de Mato Grosso, entretanto, por se tratar da proximidade e características do processo de produção, é considerado a união entre Rio Grande do Sul e Santa Catarina como a principal região produtora do país. O Mato Grosso surgiu como opção para complementar o abastecimento da produção das regiões Sul e Sudeste, competindo com Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ADAMI; MIRANDA, 2011).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o Rio Grande do Sul produziu um total de 7.768.085 de toneladas de arroz em casca, tendo uma produtividade média de 8.180 kg/ha. Já Santa Catarina, segundo maior produtor, produziu 1.216.132 de toneladas de arroz em casca, tendo uma produtividade média próxima ao do Rio grande do Sul de 8.163 kg/ha. O terceiro maior produtor de arroz é o estado do Mato Grosso, com 379.782 toneladas, com uma produtividade média de 3.256 kg/ha (Tabela 2).

Tabela 2 – Comparativo de produção, área plantada, área colhida e produtividade média de arroz em casca nos maiores produtores do Brasil no ano de 2020.

Principais produtores	Produção (t)	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Produtividade média (Kg/ha)
Rio Grande do Sul	7.768.085	951.397	949.613	8,18026396
Santa Catarina	1.216.132	148.988	148.988	8,162617124
Mato Grosso	379.782	116.625	116.625	3,256437299

Fonte: IBGE, 2020.

4.3 Comercialização e formação de preços

Em consequência de uma economia globalizada, onde existe uma competição que vem se mostrando bastante acirrada, logo, as novas tecnologias, os conceitos de administração e a gestão das cadeias produtivas têm assumido um papel predominante. Esse quadro se dá pela decorrência de um mercado consumidor que se torna cada vez mais exigente, que possui produtos de alta qualidade, variedade e baixo custo. Por isso, as empresas precisam sempre se reconfigurar dos canais de comercialização para que não percam a essência competitiva vista aos seus concorrentes (BRANDÃO; CONTREIRA; CAIRES, 2016).

A partir da expectativa de aumento da oferta futura, manifesta-se a obrigação de desenvolver estratégias de comercialização para que se tenha uma melhor distribuição da oferta entre as safras. Estas estratégias devem ser determinadas de acordo com os principais produtores, que servem de referência para a formação de contratos, visto que são produtores dominantes na formação e transmissão de preços (ADAMI; MIRANDA, 2011).

O mercado de arroz em casca vem passando por mudanças no decorrer dos últimos anos, especialmente na participação de seus principais produtores. O uso de algumas ferramentas econométricas, como os modelos de séries temporais para se estudar a cointegração, a integração entre os mercados produtores, e a causalidade, para explicar o sentido da influência dos preços entre os principais mercados produtores, pode levar a compreender a existência de um mercado dominante na formação de preços, onde, no futuro, pode ser vantajoso na formação de contratos de comercialização (ADAMI; MIRANDA, 2011).

No Brasil existem dois sistemas básicos de cultivo: o de sequeiro (terras altas) e o irrigado. O arroz sequeiro é o que mais ocorre nos estados brasileiros, porém, o irrigado é o principal em volume produzido. Com o avanço da tecnologia em relação à produção de sementes, foi permitido uma redução na diferença da produtividade entre esses dois sistemas. O arroz irrigado ainda tem a melhor produtividade e uma relativa superioridade na qualidade (MIRANDA, et al., 2009). O sistema irrigado está presente em quase todas as regiões, mas se destaca, exclusivamente, na Região Sul do país, que é responsável por 60% da produção total deste cereal (MAGALHÃES; GOMES; SANTOS, 2004).

Na Região Sul, mais precisamente no Rio Grande do Sul, a maior parte das áreas que são destinadas ao cereal é localizada em várzeas, ou seja, não se adaptam facilmente a outras culturas, por isso o produtor não tem outras opções de lavoura para a área destinada ao arroz. (OLIVEIRA; STÜLP, 2011). Com poucas alternativas agrícolas, esta região é basicamente formada por produção de arroz e pecuária, por isso, se torna pouco elástica às oscilações de preços, quando esses estão em baixa. Já na região Centro-Oeste, especialmente no Mato Grosso, esta cultura compete espaço com o milho, a soja e o algodão. Conseqüentemente, quando há alterações em suas cotações de preços futuros, isso influenciará no uso da terra cultivada da safra subsequente e, como resultado, no volume colhido (MIRANDA, et al., 2009).

No território brasileiro não há muitos contratos privados de comercialização para o arroz em casca. Em geral, o produto é depositado em cooperativas para esperar uma época adequada para a negociação. As vendas antecipadas por meio de contratos a termo são incomuns. Logo, o que de fato acontece é a venda à vista no período de colheita ou o depósito em cooperativas para vendas futuras sem a fixação de preços (ADAMI; MIRANDA, 2011).

Devido à importância dessa cultura, o governo, a partir da década de 1960, vem adotando medidas de apoio à comercialização para garantir renda ao produtor e abastecimento à população (ADAMI; BARROS; BACCHI, 2008). Logo, a comercialização do arroz fica submetida a políticas desenvolvidas pelo governo, onde sua principal ferramenta é a Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), em que o governo estabelece um preço mínimo para as safras (ADAMI; MIRANDA, 2011).

Desde então houve mudanças na estrutura da PGPM e na atuação do governo, no qual o intuito foi incentivar a armazenagem privada e o relacionamento dos agentes da cadeia. Uma vez que, o papel deste programa não é influenciar os preços de mercado, mas garantir um nível de preços ao produtor. Entretanto, mesmo com a atuação do governo no mercado do arroz em casca, os preços ainda vêm sofrendo uma considerável variação a cargo das oscilações em sua oferta (ADAMI; MIRANDA, 2011).

5 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho fez uso das ferramentas de econometria de séries temporais para analisar a dinâmica de variação de preços no mercado brasileiro de arroz, bem como a influência do mercado internacional sobre os preços praticados aqui no Brasil. Para tanto foram utilizadas diversas séries de preços mensais do arroz, a saber: preço do arroz em casca na Bolsa de Chicago - CBOT (Cents/cwt); preço do arroz em casca na Argentina (US\$/t); preço do arroz em casca no Uruguai (US\$/t); preço do arroz em casca na Bolsa de Valores do Brasil - B3 (R\$/sc 50 kg); preço do arroz em casca no Rio Grande do Sul (R\$/sc 50 kg); preço do arroz em casca em Santa Catarina (R\$/sc 50 kg); e preço do arroz em casca no Mato Grosso (R\$/sc 50 kg). Os preços nos estados brasileiros foram disponibilizados pela Agência Estado; o preço na B3 foi levantado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada CEPEA/ESALQ/USP; o preço na CBOT foi disponibilizado pela própria CBOT; os preços na Argentina e no Uruguai são da consultoria Safras & Mercado. As quatro séries de preços no mercado interno, cotadas em R\$/saca, foram deflacionadas pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna – IGP – DI da Fundação Getúlio Vargas – FGV. A base comum para deflacionamento dos preços foi abril de 2021. Todas as séries de preços vão de janeiro de 2008 a abril de 2021 (totalizando 160 observações em cada uma).

Com relação aos procedimentos econométricos, o primeiro passo foi realizar o teste de raiz unitária, conhecido na literatura como teste de Dikey - Fuller Aumentado – ADF (DICKEY; FULLER, 1979), para verificar a estacionariedade das séries. Feito isso, o próximo passo foi dividir as séries em dois grupos e realizar o teste de Cointegração de Johansen (JOHANSEN, 1988) dentro de cada grupo para verificar a existência de relação de equilíbrio de longo prazo entre as séries. Optou-se por trabalhar com as séries divididas em dois grupos para evitar que a perda de graus de liberdade ao rodar os modelos com muitas variáveis de uma só vez pudesse comprometer os resultados da pesquisa. Após a realização dos testes de Cointegração, o próximo passo foi rodar os modelos de Auto Regressões Vetoriais com Correção de Erro – VEC (ENDERS, 1995) dentro de cada grupo. Uma característica importante dos modelos de Auto Regressões Vetoriais é que eles consomem uma grande quantidade de graus de liberdade, em função das relações contemporâneas e das defasagens a serem consideradas em cada equação. Por esta

razão, para que se possa rodar o modelo com um número elevado de variáveis torna-se necessário utilizar um número muito alto de observações, o que nem sempre está disponível. Particularmente no caso deste estudo, tem-se um total de sete variáveis a serem analisadas e um total de cento e sessenta observações (considerado um número pequeno de observações para sete variáveis). Para evitar problemas de falta de graus de liberdade ao rodar os modelos, optou-se por trabalhar com as variáveis divididas nos dois grupos, conforme exposto no Quadro 1:

Quadro 1 – Descrição das variáveis consideradas no estudo, por grupo.

Grupo 1	
Variáveis	Significado
CBOT	Preço do arroz em casca na Bolsa de Chicago (Cents/cwt)
ARG	Preço do arroz em casca na Argentina (US\$/t)
URU	Preço do arroz em casca no Uruguai (US\$/t)
B3	Preço do arroz em casca na B3 – CEPEA/ESALQ/USP (R\$/sc 50 kg)
RS	Preço do arroz em casca no Rio Grande do Sul (R\$/sc 50 kg)
SC	Preço do arroz em casca em Santa Catarina (R\$/sc 50 kg)
Grupo 2	
Variáveis	Significado
ARG	Preço do arroz em casca na Argentina (US\$/t)
URU	Preço do arroz em casca no Uruguai (US\$/t)
B3	Preço do arroz em casca na B3 – CEPEA/ESALQ/USP (R\$/sc 50 kg)
RS	Preço do arroz em casca no Rio Grande do Sul (R\$/sc 50 kg)
SC	Preço do arroz em casca em Santa Catarina (R\$/sc 50 kg)
MT	Preço do arroz em casca no Mato Grosso (R\$/sc 50 kg)

5.1 Econometria de Séries Temporais

Série temporal pode ser entendida como um conjunto de dados numéricos que são obtidos ao longo do tempo. Alguns exemplos seriam os preços das commodities

agrícolas coletados mensalmente ao longo dos anos, as quantidades de commodities agrícolas produzidas por safra, as exportações mensais de produtos, etc.

De acordo com Santana (2003), a importância dos preços e das quantidades dos produtos nas economias de mercado, e a evidente tendência para a liberalização dos mercados, apontam para a necessidade de metodologias práticas para a análise de preços agrícolas. Existem diversos métodos para se analisar a evolução e a dinâmica comportamental de séries temporais de preços agrícolas, sendo um dos pontos iniciais de interesse na análise o fenômeno da sazonalidade, que causa problemas de várias ordens para os tomadores de decisão. Além da sazonalidade, existem outras características inerentes a séries temporais de preços e de outras variáveis, que são analisadas por meio dos modelos teóricos de econometria de séries temporais.

Segundo Enders (1995), de modo geral, quando se trabalha com séries temporais econômicas, não é possível conhecer de forma precisa o processo gerador da série, o qual pode ser do tipo Auto Regressivo – AR (p):

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + a_2 y_{t-2} + \dots + a_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

(Baseado em valores passados da própria variável).

Ou pode ser do tipo Médias Móveis – MA (q):

$$y_t = \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \beta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

(Puramente aleatório)

Ou uma combinação dos dois processos - Modelos ARMA (p,q):

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \beta_i \varepsilon_{t-i} \quad (3)$$

A maioria dos estudos empíricos alicerçados nesse tipo de dado assume que a série temporal seja estacionária. Enders (1995) afirma que, de modo geral, diz-se que uma série é estacionária quando sua média e sua variância são constantes ao longo do tempo, e quando o valor da covariância entre duas observações (dois períodos de tempo) depende apenas da distância ou da defasagem entre estes períodos, e não do próprio tempo em que a covariância é calculada.

$$\{y_t\} \sim \begin{cases} E(y_t) \perp t & 1^\circ \text{ Momento} \\ \text{Var}(y_t) \perp t & 2^\circ \text{ Momento} \\ \text{Cov}(y_t, y_{t+s}) \perp t & 2^\circ \text{ Momento Cruzado} \end{cases} \quad (4)$$

Embora a maioria dos estudos empíricos alicerçados em séries temporais assumem que a série seja estacionária, a grande maioria das séries temporais econômicas são não estacionárias, por isso, deve-se avaliar o processo gerador de cada série antes de incluí-las nos modelos de análise (SANTANA, 2003).

5.2 Teste de Raiz Unitária

As três equações propostas para o teste são:

$$\Delta y_t = a_0 + a_2 t + \gamma_1 y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_{y_t} \quad (5)$$

$$\Delta y_t = a_0 + \gamma_1 y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_{y_t} \quad (6)$$

$$\Delta y_t = \gamma_1 y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_{y_t} \quad (7)$$

Para verificar a presença ou não de raiz unitária nos modelos, deve-se testar se $\gamma_1 = 0$. Se γ_1 for igual a zero é por que a série não é estacionária (possui uma raiz unitária). Vale ressaltar que a verificação dos valores críticos para este teste não é feita na tabela de distribuição t, pois sob a hipótese nula, a distribuição da estatística calculada do teste não segue o padrão convencional da distribuição t. Dickey e Fuller (1979), então, recalcularam o valor da estatística t e desenvolveram outras tabelas para consultar os valores críticos do teste. O valor dessa estatística se altera, conforme se define a equação de regressão e segundo o tamanho da amostra. Desta forma, os autores propuseram a utilização das distribuições τ_τ, τ_μ e τ para testar se $\gamma = 0$ nos modelos apresentados nas equações 1, 2 e 3, respectivamente. As três referidas distribuições são assimétricas com calda negativa, então, ao consultar os valores críticos dos testes nas tabelas, toda vez que o valor calculado for menor do

que o tabelado (crítico), deve-se rejeitar H_0 , concluindo, neste caso, pela ausência de raiz unitária na série.

5.3 Teste de Cointegração de Johansen

O teste de Cointegração de Johansen (1988) permite estimar e testar para a presença de múltiplos vetores de cointegração. Pode-se dizer que o teste de Johansen seja uma generalização multivariada do teste de raiz unitária proposto por Dickey-Fuller:

$$\Delta x_t = \pi x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Onde:

x_t e ε_t são vetores ($nx1$)

A_1 é uma matriz de parâmetros (nxn)

π é definido como $(A_1 - I)$, sendo uma matriz de correlações entre as variáveis.

Se $rank\ de\ \pi = 0$, isto significa que todas as séries $\{x_{it}\}$ possuem uma raiz unitária, e que também não existem combinações lineares entre as séries que sejam estacionárias, ou seja, as variáveis não são cointegradas.

Se $rank\ de\ \pi = n$, isto significa que todas as variáveis são estacionárias em nível.

Ao aplicar o teste de Johansen, o rank da matriz $\pi(r)$ corresponde ao número de vetores cointegrantes entre as variáveis (se $0 < r < \pi$).

5.4 Modelo de Auto Regressões Vetoriais (VAR)

De modo geral, pode-se expressar um modelo auto regressivo de ordem p por um vetor com n variáveis endógenas, X_t , que estão conectadas entre si por meio de uma matriz A (ENDERS, 2010):

$$AX_t = B_0 + \sum_{i=1}^p B_i X_{t-i} + B\epsilon_t \quad (9)$$

Onde:

A é uma matriz (nxn) que define as relações contemporâneas entre as variáveis que constituem o vetor X_t ($nx1$);

B_0 é um vetor de constantes ($nx1$);

B_i são matrizes (nxn) – uma para cada defasagem;

B é uma matriz diagonal (nxn) de desvios padrão;

ϵ_t é um vetor ($nx1$) de erros aleatórios não correlacionados entre si.

Dois importantes aplicações do VAR são:

- Função Impulso-Resposta: permite obter o impacto de choques exógenos sobre a dinâmica das variáveis que compõem o modelo.
- Decomposição da Variância do Erro de Previsão: obter qual o percentual da variância de cada variável, ao longo do horizonte de previsão do modelo, que pode ser explicado por cada uma das demais variáveis.

5.5 Modelo de Auto Regressões Vetoriais com Correção de Erros (VEC)

O modelo VAR se apoia na premissa de que as variáveis consideradas na análise são todas estacionárias. Entretanto, quando as variáveis não forem estacionárias em nível, mas tornarem-se estacionárias em primeira diferença (chamadas neste caso de variáveis integradas de ordem 1 - I (1)), que é o caso da grande maioria das séries temporais econômicas, é possível fazer um teste de cointegração de Johansen, para identificar se existem vetores de cointegração entre elas, e incluir estes vetores no VAR, para corrigir os desvios de curto prazo e encontrar as relações de equilíbrio de longo prazo. Neste caso, roda-se o VAR com as variáveis em primeira diferença, incluindo os vetores de cointegração no modelo. Isto equivale a rodar o VEC – Modelo de Auto Regressões Vetoriais com Correção de Erros.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para entender as oscilações e influências na formação de preços no mercado de arroz, analisou-se algumas séries temporais de preços do arroz em casca nas principais bolsas de negociações, como a Bolsa de Chicago (*Chicago Board of Trade – CBOT*) e a Bolsa de Mercadorias e Futuros (B3), juntamente com os preços nos países Uruguai e Argentina e os preços nos principais estados produtores de arroz do Brasil (RS, SC e MT). No quadro 2 estão expostas as variáveis utilizadas e seus respectivos significados.

Quadro 2 - Legenda das variáveis

Siglas	Significado das Variáveis
CBOT	Preço do arroz em casca na Bolsa de Chicago (Cents/cwt)
ARG	Preço do arroz em casca na Argentina (US\$/t)
URU	Preço do arroz em casca no Uruguai (US\$/t)
B3	Preço do arroz em casca na B3 – CEPEA/ESALQ/USP (R\$/sc 50 kg)
RS	Preço do arroz em casca no Rio Grande do Sul (R\$/sc 50 kg)
SC	Preço do arroz em casca em Santa Catarina (R\$/sc 50 kg)
MT	Preço do arroz em casca no Mato Grosso (R\$/sc 50 kg)

6.1 Testes de Raiz Unitária

A partir dos valores expostos na Tabela 3, observa-se que de acordo com o teste de raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), todas as séries consideradas na análise são integradas de ordem 1, denominadas $I(1)$, pois não são estacionárias em nível, mas tornam-se estacionárias em primeira diferença, ou seja, é necessário diferenciar uma vez cada série para torná-las estacionárias. Conforme mencionado na metodologia, a estacionariedade das séries é uma condição necessária para incluí-las nos modelos econométricos.

Tabela 3 - Resultado dos testes de Raiz Unitária - Dickey-Fuller Aumentado (ADF).

Variável	γ Modelo 1*	γ Modelo 2**	γ Modelo 3***	γ Modelo 4***
	Constante e Tendência	Constante	Simplex	Simplex 1ª diferença
CBOT	-1,93	-1,81	-0,24	-5,15
ARG	-2,54	-2,43	-0,09	-4,33
URU	-2,62	-2,50	-0,11	-4,40
B3	-2,88	-2,88	0,06	-3,55
RS	-2,89	-2,91	0,06	-3,54
SC	-2,39	-2,49	0,11	-3,22
MT	-3,00	-2,94	-0,05	-3,18

Valores críticos a 1% de signif.: $\tau_{\tau}^* = -3,99$; $\tau_{\mu}^{**} = -3,46$; $\tau^{***} = -2,58$ (FULLER, 1976)

Valores críticos a 5% de signif.: $\tau_{\tau}^* = -3,43$; $\tau_{\mu}^{**} = -2,88$; $\tau^{***} = -1,95$ (FULLER, 1976)

Valores críticos a 10% de signif.: $\tau_{\tau}^* = -3,13$; $\tau_{\mu}^{**} = -2,57$; $\tau^{***} = -1,62$ (FULLER, 1976)

Uma vez que todas as séries consideradas no estudo são integradas de ordem 1, o próximo passo foi realizar teste de cointegração de Johansen, que tem por finalidade verificar se as séries são cointegradas, bem como quantos vetores de cointegração existem entre elas, no caso de serem cointegradas.

As análises foram realizadas separando as variáveis em dois grupos distintos. A justificativa para a separação em dois grupos é evitar incluir mais do que seis variáveis em um único modelo, devido ao grande número de graus de liberdade consumidos nos modelos de Auto Regressões Vetoriais. Desta forma, no primeiro grupo foram incluídas as seguintes variáveis: Preço do arroz em casca na Bolsa de Chicago, Preço do arroz em casca na Argentina, Preço do arroz em casca no Uruguai, Preço do arroz em casca na B3, Preço do arroz em casca no Rio Grande do Sul e Preço do arroz em casca em Santa Catarina. No segundo grupo foram consideradas as mesmas variáveis, porém, substituindo o Preço do arroz em casca na Bolsa de Chicago pelo Preço do arroz em casca no Mato Grosso.

6.2 Resultados para o grupo 1

6.2.1 Testes de Cointegração de Johansen

Foram consideradas no teste seis variáveis e, portanto, o número máximo de vetores de cointegração que pode existir entre elas são seis vetores. Observando-se os resultados apresentados na Tabela 4, conclui-se que existem três vetores de cointegração entre as variáveis analisadas, uma vez que a hipótese nula $h = 0$ é rejeitada em favor da hipótese alternativa $h > 0$, para um nível de significância de 1%; a hipótese nula $h \leq 1$ é rejeitada em favor da hipótese alternativa $h > 1$, para um nível de significância de 1%; a hipótese nula $h \leq 2$ é rejeitada em favor da hipótese alternativa $h > 2$, para um nível de significância de 1%. A hipótese nula $h \leq 3$, por sua vez, não é rejeitada para o nível de significância de 1%. Desta maneira o modelo de Auto Regressão deve considerar a existência desta relação de longo prazo (expressa pelos três vetores de cointegração), concluindo-se então que o modelo a ser estimado deve ser o VEC, para que sejam considerados tanto os aspectos de curto prazo quanto os de longo prazo.

Tabela 4 - Resultados do teste de Cointegração de Johansen.

Hipótese Nula	Hipótese Alternativa	$\lambda_{traço}$	Valor-p
$h = 0$	$h > 0$	285,43	0,00
$h \leq 1$	$h > 1$	156,85	0,00
$h \leq 2$	$h > 2$	64,43	0,00
$h \leq 3$	$h > 3$	18,94	0,21
$h \leq 4$	$h > 4$	6,69	0,36
$h \leq 5$	$h > 5$	0,02	0,94

Fonte: Resultados da pesquisa

6.2.2 Modelos de Auto Regressões Vetoriais com Correção de Erro – VEC

Os coeficientes estimados na matriz de relações contemporâneas correspondem ao efeito contemporâneo de um choque de 1% (aumento de 1%) no preço de uma variável sobre o preço de outra variável. Pelos resultados do teste t expostos na Tabela 5, o parâmetro estimado para o efeito contemporâneo de um

choque de preço no Rio Grande do Sul sobre os preços em Santa Catarina e na B3 foram estatisticamente significativos a 1%.

Os resultados mostrados na Tabela 5 equivalem a matriz de relações contemporâneas, onde mostra-se como uma variável pode afetar a outra, contemporaneamente. Nota-se que, o aumento de 1% no valor do arroz em casca no Rio Grande do Sul ocasiona um aumento contemporâneo de 1,03% no preço do arroz na B3. Verifica-se, também, que o aumento de 1% no valor do arroz no Rio Grande do Sul, gera um aumento contemporâneo de 0,44% no preço do arroz em Santa Catarina. De acordo com essas análises, é possível observar que, se ocorrer um aumento no preço do arroz no estado do Rio Grande do Sul, isso influenciará, de forma imediata, os outros dois preços analisados. Essa relação ocorre, possivelmente, pelo fato de o Rio Grande do Sul ser o maior produtor de arroz do Brasil.

Tabela 5 - Estimativas dos parâmetros da Matriz de Relações Contemporâneas.

Variável	Coefficiente	Desvio Padrão	Estatística t	Significância
RS sobre B3	1,03	0,009	-114,22	0,00
RS sobre SC	0,44	0,055	-7,92	0,00

Fonte: Resultados da pesquisa

Segundo Margarido (2000), a análise da decomposição da variância mostra a evolução do comportamento dinâmico apresentado pelas variáveis do sistema econômico, ao longo do tempo, isto é, permite separar a variância dos erros de previsão para cada variável em componentes que podem ser atribuídos por ela própria e pelas demais variáveis endógenas isoladamente, apresentando em termos percentuais qual o efeito que um choque não antecipado sobre determinada variável tem sobre ela própria e sobre as demais variáveis pertencentes ao sistema, ao longo dos próximos doze meses após o aumento. Em outras palavras, a análise de decomposição da variância permite verificar qual é a participação relativa de cada variável endógena na explicação da variância de determinada variável, ao longo do horizonte de previsão do modelo. Os resultados da análise de decomposição da variância, como uma média entre os doze meses do ano para cada variável, sobre as demais variáveis, estão apresentados na Tabela 6.

A partir dos resultados expostos na Tabela 6, observa-se que o Rio Grande do Sul foi o determinante mais frequente no efeito sobre as demais variáveis. Desta

forma, nota-se que as oscilações no valor dos preços do arroz em casca no Rio Grande do Sul explicam 88,16% das oscilações ocorridas nos preços do arroz em casca na B3 nos doze meses após o choque inicial. Além disso, as oscilações nos preços do arroz em casa no Rio Grande do Sul também explicam 25,15% das oscilações no preço do arroz em casca em Santa Catarina. Em relação a Santa Catarina, além do Rio Grande do Sul, esta também sofre influência das oscilações nos preços do arroz em casca da Argentina (15,99%) e do Uruguai (18,65%). É possível notar também que, o Rio Grande do Sul sofre pequenas oscilações em seus preços, a partir das oscilações que acontecem na CBOT (2,45%), na B3 (2,45%), no Uruguai (1,72%) e na Argentina (1,73%). A B3 também sofre algumas oscilações decorrentes das oscilações na CBOT (2,45%), na Argentina (2,33%) e no Uruguai (5,58%).

Tabela 6 - Resultados da análise de Decomposição da Variância.

	CBOT	ARG	URU	B3	RS	SC
CBOT	91,75%	1,47%	2,03%	1,91%	2,28%	0,00%
ARG	1,73%	94,59%	2,83%	0,00%	0,00%	0,00%
URU	1,72%	9,71%	88,42%	0,00%	0,00%	0,00%
B3	2,45%	2,33%	5,58%	0,10%	88,16%	0,00%
RS	2,45%	1,46%	4,17%	0,00%	90,81%	0,00%
SC	0,00%	15,99%	18,65%	0,99%	25,15%	38,87%

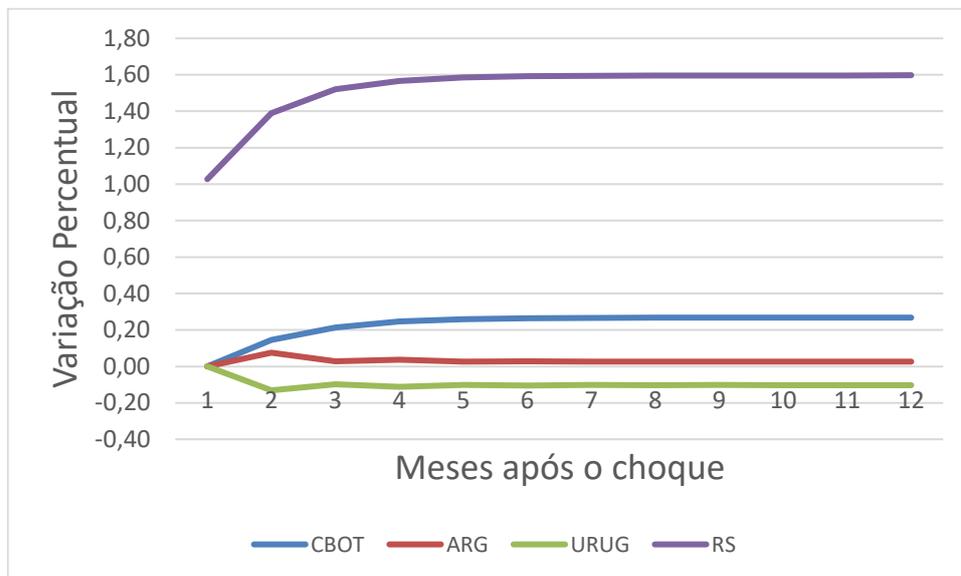
Fonte: Resultados da pesquisa

De acordo com os resultados apontados pela análise de Decomposição da Variância, procedeu-se a Análise da Função Impulso Resposta. A Figura 5 ilustra o comportamento das funções de Impulso-Resposta para um período de 12 meses, mostrando qual a resposta da variável preço na B3, frente a um aumento de 1% sobre os preços do arroz em casca na Bolsa de Chicago (CBOT), no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina.

Nota-se que, quando ocorre um aumento de 1% no preço do arroz em casca no Rio Grande do Sul, o preço do arroz em casca na B3 sofrerá um aumento de 1,03% no primeiro mês, onde esse efeito tende a aumentar até se estabilizar em 1,60% no oitavo mês. Isso se caracteriza como um efeito permanente, onde essa influência oscilou nos primeiros meses, mas se estabilizou em um patamar de alta de 1,60%.

Em relação a CBOT, esta tem pouca influência sobre a B3, onde o aumento não é contemporâneo, esse efeito vem depois de alguns meses, onde se estabiliza em torno de 0,27% no sétimo mês. Quanto a Argentina e Uruguai, estes não têm um efeito significativo sobre a B3, embora a Argentina tenha acusado um certo efeito nos primeiros meses, este se estabiliza próximo a zero.

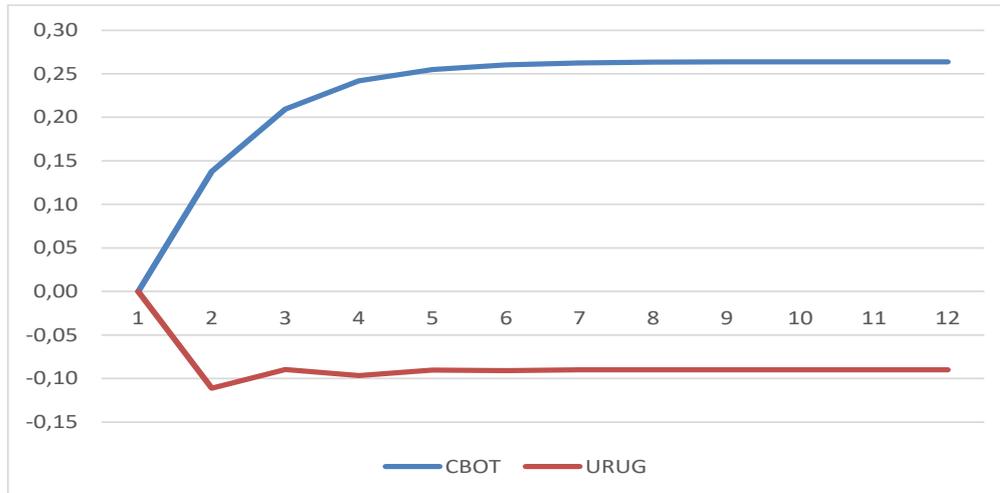
Figura 5 - Efeito de um choque não antecipado nos demais preços do arroz em casca, sobre o preço do arroz em casca na B3.



Fonte: resultados da pesquisa

A Figura 6 ilustra o comportamento das funções de Impulso-Resposta para um período de 12 meses, mostrando qual a resposta da variável preço no Rio Grande do Sul, frente a um choque de 1% sobre os preços do arroz em casca na Bolsa de Chicago e no Uruguai. É possível observar que a resposta para um aumento de 1% no preço do arroz em casca na CBOT sobre o Rio Grande do Sul, não é contemporâneo, mas nota-se que o valor ao longo dos meses cresce consideravelmente e se estabiliza em alta de 0,26% no sexto mês.

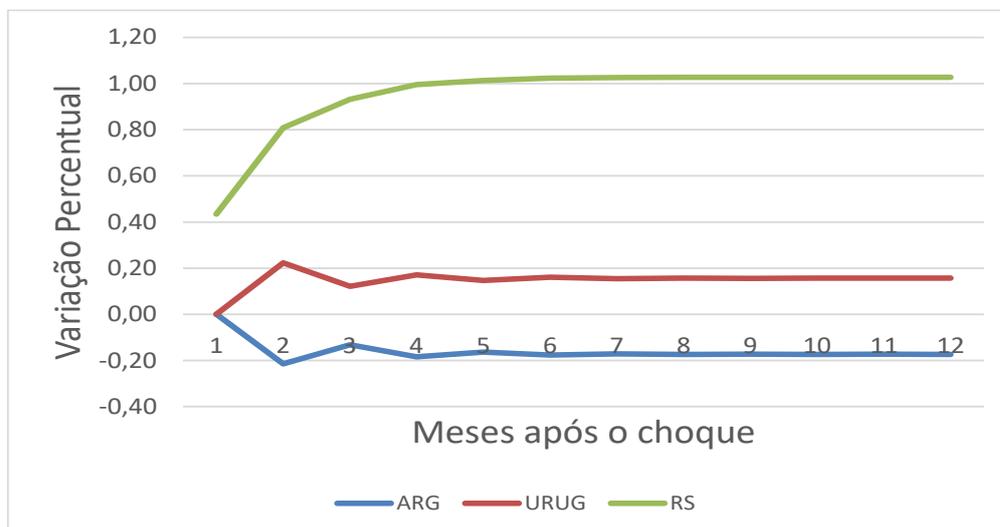
Figura 6 - Efeito de um choque não antecipado nos demais preços do arroz em casca, sobre o preço do arroz em casca no Rio Grande do Sul.



Fonte: resultados da pesquisa

Na Figura 7 verificou-se que, a resposta para um aumento de 1% no preço do arroz em casca do Rio Grande do Sul sobre o preço do arroz em casca de Santa Catarina, tem um aumento contemporâneo de 0,43% no primeiro mês, onde cresce ao longo dos meses e se estabiliza em 1,03% no sétimo mês, essa grande influência que o Rio Grande do Sul tem sobre Santa Catarina se explica, provavelmente, devido ao seu grande volume de produção. Em relação ao aumento de 1% do preço do arroz em casca no Uruguai, tem um aumento não contemporâneo em Santa Catarina, onde se estabiliza em 0,16% no oitavo mês.

Figura 7 - Efeito de um choque não antecipado nos demais preços do arroz em casca, sobre o preço do arroz em casca em Santa Catarina.



Fonte: resultados da pesquisa

6.3 RESULTADOS PARA O GRUPO 2

6.3.1 Testes de Cointegração de Johansen

Foram consideradas no teste seis variáveis e, portanto, o número máximo de vetores de cointegração que pode existir entre elas são seis vetores. Observando-se os resultados apresentados na Tabela 7, conclui-se que existem três vetores de cointegração entre as variáveis analisadas, uma vez que a hipótese nula $h \leq 0$ é rejeitada em favor da hipótese alternativa, para um nível de significância de 1%; a hipótese nula $h \leq 1$ é rejeitada em favor da hipótese alternativa, para um nível de significância de 1%; a hipótese nula $h \leq 2$ é rejeitada em favor da hipótese alternativa, para um nível de significância de 1%. A hipótese nula $h \leq 3$, por sua vez, não é rejeitada para o nível de significância de 1%. Desta maneira o modelo de Auto Regressão deve considerar a existência desta relação de longo prazo (expressa pelos três vetores de cointegração), concluindo-se então que o modelo a ser estimado deve ser o VEC, para que sejam considerados tanto os aspectos de curto prazo quanto os de longo prazo.

Tabela 7 - Resultados do teste de Cointegração de Johansen.

Hipótese Nula	Hipótese Alternativa	$\lambda_{traço}$	Valor-p
$h = 0$	$h > 0$	278,19	0,00
$h \leq 1$	$h > 1$	153,71	0,00
$h \leq 2$	$h > 2$	61,29	0,00
$h \leq 3$	$h > 3$	18,05	0,25
$h \leq 4$	$h > 4$	6,82	0,34
$h \leq 5$	$h > 5$	0,04	0,88

Fonte: Resultados da pesquisa

6.3.2 Modelos de Auto regressões Vetoriais com Correção de Erro - VEC

Os coeficientes estimados na matriz de relações contemporâneas correspondem ao efeito contemporâneo de um choque de 1% no preço de uma

variável sobre o preço de outra variável. Pelos resultados do teste t expostos na tabela 8, o parâmetro estimado para o efeito contemporâneo de um choque de preço no Rio Grande do Sul sobre os preços em Santa Catarina e na B3 foram estatisticamente significativos a 1%, e o parâmetro estimado para o efeito contemporâneo de um choque de preço no Rio Grande do Sul sobre o preço em Mato Grosso foi estatisticamente significativo a 5%. Observa-se também que, o aumento de 5% no valor do arroz em casca no Rio Grande do Sul ocasiona um aumento instantâneo de 0,22% no preço do arroz em casca no Mato Grosso. Os efeitos contemporâneos sobre a B3 e sobre SC são os mesmos apresentados nos resultados do grupo 1.

Tabela 8 - Estimativas dos parâmetros da Matriz de Relações Contemporâneas.

Variável	Coeficiente	Desvio Padrão	Estatística t	Significância
RS sobre MT	0,48	0,0872	-5,44	0,00
RS sobre B3	1,03	0,0089	-114,83	0,00
RS sobre SC	0,43	0,0556	-7,66	0,00

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir dos resultados expostos na Tabela 9, observa-se que 28,37% das variações anuais do preço do arroz em casca no Mato Grosso são explicadas por variações dos preços que acontecem no Rio Grande do Sul, 1,75% pelas variações que acontecem em Santa Catarina e 0,99% pelas variações que acontecem na Argentina.

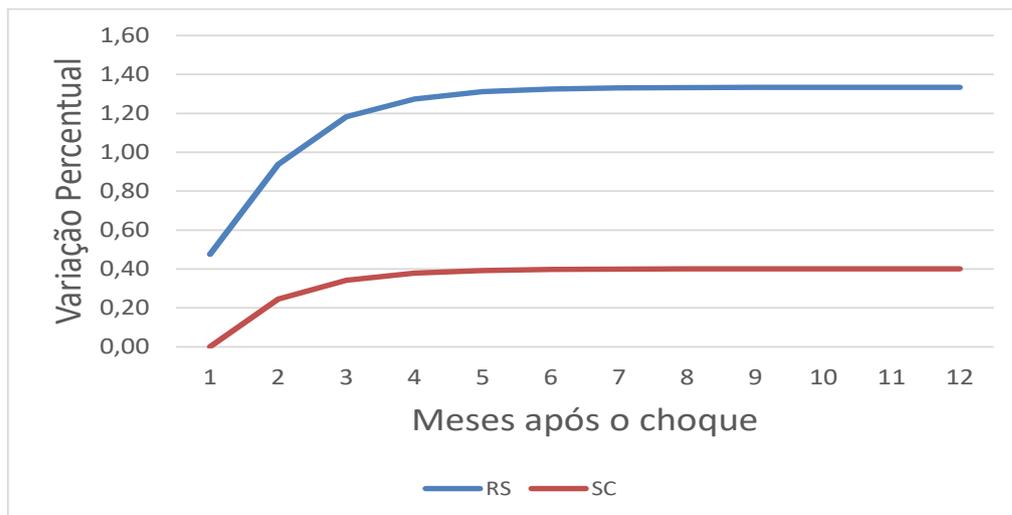
Tabela 9 - Resultados da análise de Decomposição da Variância.

	MT	ARG	URUG	B3	RS	SC
MT	68,34%	0,99%	0,00%	0,00%	28,37%	1,75%
ARG	1,43%	94,35%	3,37%	0,00%	0,00%	0,00%
URUG	0,00%	9,53%	89,54%	0,00%	0,00%	0,00%
B3	0,00%	2,30%	4,71%	0,93%	91,07%	0,00%
RS	0,00%	1,34%	3,37%	0,00%	93,64%	0,00%
SC	0,00%	15,98%	18,71%	1,03%	25,34%	38,92%

Fonte: Resultados da pesquisa

De acordo com os resultados apontados pela análise de Decomposição da Variância, procedeu-se a Análise da Função Impulso-Resposta. A Figura 8 apresenta o comportamento das funções de Impulso-Resposta para um período de 12 meses, mostrando qual a resposta da variável preço no MT, frente a um choque de 1% sobre os preços do arroz em casca no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. É possível observar que a resposta para um aumento de 1% nos preços do arroz em casca no Rio Grande do Sul, tem um efeito contemporâneo sobre o preço do arroz em casca do Mato Grosso, e esse aumento segue aumentando até se estabilizar em alta de 1,33% no sétimo mês. Em relação a um aumento de 1% no preço do arroz em casca de Santa Catarina, este não é um aumento contemporâneo, mas ao longo dos meses esse aumento cresce e se estabiliza em 0,40% no sexto mês.

Figura 8 - Efeito de um choque não antecipado nos preços do arroz em casca no RS e em SC, sobre o preço do arroz em casca no MT.



Fonte: resultados da pesquisa

7 CONCLUSÃO

Devido à importância da participação dos maiores produtores de arroz do Brasil, frente ao abastecimento de arroz no país, surgem dúvidas sobre o quanto estes estados produtores e outros influenciadores internacionais exercem na formação de preços deste produto. Por isso, com o objetivo de tentar entender essas formações de preços e como são influenciadas, foram realizados alguns testes de econometria de series temporais.

Os resultados obtidos nesta pesquisa apontam como os mercados influenciam uns aos outros, destacando-se o Rio Grande do Sul, que é o principal responsável pelas alterações de preços que ocorrem nos demais estados produtores do país e na Bolsa de Mercadorias e Futuros – B3. Sobre os mercados internacionais, (Argentina e Uruguai) estes possuem influência sobre Santa Catarina, mas não exercem influência em nenhuma outra variável analisada, entretanto, ao fazer uma análise entre as mesmas, a Argentina possui certa influência sobre o Uruguai.

A fim de compreender como essas variações de preços do arroz se comportam, pode-se ter uma previsão do quanto essas alterações afetam o mercado interno, tornando uma ferramenta influente para seus dependentes, que conseguem acompanhar a valorização e desvalorização do seu produto. Com esse conhecimento o governo também consegue criar políticas que possam auxiliar o mercado quando ocorrem certas variações indesejadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, A. C. O.; BARROS, G. S. C.; BACCHI, M. R. P. Contratos de opção: análise do potencial de sustentação de preços para o mercado de arroz. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 46, nº 01, p. 229-247, jan/mar 2008.

ADAMI, A. C. O.; MIRANDA, S. E. G. Transmissão de Preços e Cointegração no Mercado Brasileiro de Arroz. **RESR**, Piracicaba, SP, vol. 49, nº 01, p. 55-80, jan/mar 2011.

AZAMBUJA, I. H. V.; MAGALHÃES, A. M.; VERNETTI, F. J. **SITUAÇÃO DA CULTURA DO ARROZ NO MUNDO E NO BRASIL**. 2002. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/FileRepository/repdcp_m505/CAPC/serie_culturas_arroz.pdf>
> Acesso em: 10 mai. 2020.

MAGALHÃES, A; GOMES, A; SANTOS, A. **SISTEMA DE CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO BRASIL**. 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/179868/1/sistema-03.pdf>>
Acesso em: 12 mai. 2020.

BARATA, T. S. **CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE ARROZ NO BRASIL: Um estudo na Região Metropolitana de Porto Alegre**. 2005. 91 p. Dissertação (Pós-graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

BRANDÃO, J. B.; CONTREIRA, R. A.; CAIRES, L. M. Análise da comercialização do arroz: uma abordagem desde as agroindústrias gaúchas até a região Sudeste. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** Santa Maria, v. 20, n. 1, jan-abri. 2016, p. 01-15.

BRONDANI, G.; VEY, I.; MADRUGA, S.; TRINDADE, L.; VENTURINI, J. DIFERENCIAIS DE CUSTOS EM CULTURAS DE ARROZ: A EXPERIÊNCIA DO RIO GRANDE DO SUL. **Revista Universo Contábil**, v. 2, n. 1, jan-abril. 2006, p. 61-74.

CAPITANI, D. H. D.; MIRANDA, S. H. G.; FILHO, J. G. M. Determinantes da Demanda Brasileira por Importação de Arroz do Mercosul. **RESR**, Piracicaba, SP, vol. 49, nº 03, p. 545-572, jul/set 2011.

DICKEY, D.A.; FULLER, W.A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root. **Journal of the American Statistical Association**, v. 74, n. 366, p. 427-431, 1979.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Origem e história do feijoeiro comum e do arroz**. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164370/1/CNPAF-2000-fd.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2020.

ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. 3ª. ed. New York: John Wiley, 2010.

ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. 2ª. ed. New York: John Wiley, 1995.

GOMES, M. F. **Formação de Preços de Commodities no Brasil**. 2002. 52 p. Dissertação (Mestrado) - FGV -Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Área de Concentração: Economia de Empresas, São Paulo, 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra**. Sistemático da Produção Agrícola – março de 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618> >. Acesso em: 26 de mar. 2021.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 12, p.231-254, 1988.

JULIANO, B. O. **Rice in human nutrition**. Rome. FAO, 1993. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/t0567e/T0567E00.htm#Contents>>. Acesso em: 30 abr. 2020.

KHUSH, G. S. What it will take to Feed 5.0 Billion Rice consumers in 2030. **Plant Molecular Biology**, Philippines, v.59, n.1, 2005.

MARCONDES, J.; GARCIA, A. B. Aspectos citomorfológicos do estresse salino em plântulas de arroz (*Oryza sativa* L.). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 2, p. 187-194, 2009.

MARQUES, A. B. R.; SILVEIRA, G. S.; SILVEIRA, C. V. Efeito da taxa de câmbio sobre a exportação de arroz: uma análise por meio de modelo econométrico dinâmico. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2. **Anais...** Ponta Porã, MS. 2014. Disponível em: <<https://anaisonline.uems.br/index.php/ecaeco/article/viewFile/2798/2868>>. Acesso em: 02 mai. 2020.

MARGARIDO, M. A. **Utilizando modelos de séries temporais para determinação de mercado geográfico relevante: o caso da farinha de trigo na cidade de São Paulo**. 2000. 172. Tese (Doutorado em Ciências, Área de Concentração: Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

MIRANDA, S. H. G; SILVA, G. S.; BRAGHETTA, M. A. N. S; ESPÓSITO, H, O, M. A Cadeia Agroindustrial Orizícola do Rio Grande do Sul. **Análise Econômica**, Porto Alegre, ano 27, n. 52, p. 75-96, set. 2009.

OLIVEIRA, C. F.; STULP, V. J. O Impacto de Políticas Tributárias Sobre o Arroz do Rio Grande do Sul no Contexto do Mercosul. **RESR**, Piracicaba, SP, vol. 49, nº 03, p. 647-679, jul/set 2011.

PEREIRA, J. A. **Cultura do arroz no Brasil: subsídios para a sua história**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002.

POERSCHKE, R. P; MORAIS, I. A. C. Determinantes da demanda brasileira por importação de arroz: uma abordagem não linear. **Rev. Econ. Sociol. Rural** vol.52 no.1. Brasília. Jan./Mar. 2014.

SANTANA, A. C. **Métodos Quantitativos em Economia: elementos e aplicações**. Belém: UFRA, 2003.

SILVA, D. C. D. **RELAÇÕES ENTRE PREÇOS DE MILHO PRATICADOS NOS ESTADOS BRASILEIROS E NAS PRINCIPAIS BOLSAS DE COMERCIALIZAÇÃO. 2018**. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Barra do Garças, 2018.

SILVA, E. F.; ANDO, A.; MONTALVÁN, R.; NETO, A. T. Método prático para o cultivo de espécies silvestres do gênero *Oryza*. **Scientia Agricola**. vol.56 n.4. Piracicaba. 1999.

USDA – U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Foreign Agricultural Service**. Disponível em: < [PSD Online \(usda.gov\)](https://www.usda.gov/psd)>. Acesso em: 25 mar. 2021.

APÊNDICES

Tabela 10 - Efeito de um choque não antecipado nos demais preços do arroz em casca, sobre o preço do arroz em casca na B3.

Meses	CBOT	ARG	URUG	RS
1	0,00	0,00	0,00	1,03
2	0,14	0,08	-0,13	1,39
3	0,21	0,03	-0,10	1,52
4	0,25	0,04	-0,11	1,57
5	0,26	0,03	-0,10	1,58
6	0,26	0,03	-0,10	1,59
7	0,27	0,03	-0,10	1,59
8	0,27	0,03	-0,10	1,60
9	0,27	0,03	-0,10	1,60
10	0,27	0,03	-0,10	1,60
11	0,27	0,03	-0,10	1,60
12	0,27	0,03	-0,10	1,60

Fonte: Resultados da Pesquisa

Tabela 11 - Efeito de um choque não antecipado nos demais preços do arroz em casca, sobre o preço do arroz em casca no Rio Grande do Sul.

Meses	CBOT	ARG	URUG
1	0,00	0,00	0,00
2	0,14	0,06	-0,11
3	0,21	0,02	-0,09
4	0,24	0,02	-0,10
5	0,25	0,02	-0,09
6	0,26	0,02	-0,09
7	0,26	0,02	-0,09
8	0,26	0,02	-0,09
9	0,26	0,02	-0,09
10	0,26	0,02	-0,09
11	0,26	0,02	-0,09
12	0,26	0,02	-0,09

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 12 - Efeito de um choque não antecipado nos demais preços do arroz em casca, sobre o preço do arroz em casca em Santa Catarina.

Meses	ARG	URUG	RS
1	0,00	0,00	0,43
2	-0,21	0,22	0,81
3	-0,13	0,12	0,93
4	-0,18	0,17	1,00
5	-0,16	0,15	1,01
6	-0,18	0,16	1,02
7	-0,17	0,15	1,03
8	-0,17	0,16	1,03
9	-0,17	0,16	1,03
10	-0,17	0,16	1,03
11	-0,17	0,16	1,03
12	-0,17	0,16	1,03

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 13 - Efeito de um choque não antecipado nos preços do arroz em casca no RS e em SC, sobre o preço do arroz em casca no MT.

Meses	RS	SC
1	0,48	0,00
2	0,94	0,25
3	1,18	0,34
4	1,27	0,38
5	1,31	0,39
6	1,32	0,40
7	1,33	0,40
8	1,33	0,40
9	1,33	0,40
10	1,33	0,40
11	1,33	0,40
12	1,33	0,40

Fonte: Resultados da Pesquisa