

# SINERGIA

REVISTA DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS (ICEAC)

## RELAÇÕES DE TROCA, QUEBRA ESTRUTURAL E CAUSALIDADE DE GRANGER ENTRE PREÇOS PAGOS E RECEBIDOS: UMA ANÁLISE DOS PREÇOS DE SOJA, DE MILHO, DE INSUMOS AGRÍCOLAS E DE MÁQUINAS NO RIO GRANDE DO SUL DE 1986 A 2013

CÉLIO ALBERTO COLLE\*  
AUGUSTO MUSSI ALVIM\*\*

### RESUMO

Para compreender o comportamento dos preços de milho e de soja para o Rio Grande do Sul (RS), este artigo analisa as relações entre os termos de troca, quebra estrutural e a causalidade de Granger para os preços recebidos e os preços pagos pelos produtores de milho e de soja, de fevereiro de 1986 a agosto de 2013. Para atingir tal objetivo, foram, inicialmente, analisadas as séries de preços pagos (fertilizantes, trator e colheitadeira) e os preços recebidos (milho e soja) a partir de vetor autorregressivo (VAR), identificando as relações de causalidade e a permanência de choques a partir das funções impulso-resposta. Na sequência, são analisados os termos de troca para milho e soja a partir dos testes de raiz unitária com quebra estrutural, de maneira a identificar se existe ou não tendência (estocástica e/ou determinística) e, no caso de existir tendência, se ela é positiva ou negativa. O estudo aponta que os preços da soja têm papel fundamental para explicar as variações nos preços de milho, de fertilizantes, de tratores e de colheitadeiras no RS. Para a soja, são identificadas tendências estocásticas positivas para os termos de troca soja/trator e soja/colheitadeira, e tendências determinísticas, embora com coeficientes pequenos, para os termos de troca soja/fertilizante. No caso do milho, os termos de troca apresentam apenas tendências determinísticas significativas, com coeficientes pequenos para o período, o que sinaliza, também, para o mercado do milho que não houve deterioração dos termos de troca.

**Palavras-chaves:** preços agrícolas, causalidade de Granger, quebra estrutural, termos de troca.

### ABSTRACT

#### TERMS OF TRADE, BREAK-POINT AND GRANGER CAUSALITY BETWEEN PRICES PAID AND RECEIVED: AN ANALYSIS OF THE PRICES OF SOY, CORN, AGRICULTURAL SUPPLIES AND MACHINERY IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL FROM 1986 TO 2013

To understand the behavior of maize and soybean prices at Rio Grande do Sul (RS), this article analyzes the relationship in terms of trade, structural break point and Granger causality for prices received and prices paid by producers of maize and soybean between February 1986 and December 2013. To achieve this goal were initially analyzed the prices paid (fertilizers, tractors and combine harvesters) and prices received (maize and soybean) from Vector Auto Regressive (VAR), identifying the causal relationships and the shock effects from the impulse-response functions. Next the paper presents the terms of trade for maize and soybean and rules the unit root tests with a break-point approach in order to identify whether there is a trend (stochastic and/or deterministic), and if there is a trend, if it is positive or negative. The study indicates that soybean prices have key role in explaining the variations in maize prices, fertilizers, tractors and combine harvester in RS. To soybeans, positive stochastic trends are identified to the terms of trade to soybean/soybean and tractor/ combine harvester, and deterministic trends, although with small coefficients, for the terms of trade to soybean/fertilizer. In the case of maize, the terms of trade have only significant deterministic trends with small coefficients for the period, which also shows that there was no deterioration in terms of trade.

**Keywords:** agricultural prices, Granger causality, break-point, terms of trade.

Recebido em: 11-10-2015 Aceito em: 15-04-2016

## 1. INTRODUÇÃO

Os preços recebidos pelos produtores de milho e soja variam de acordo com as condições de

\*Doutorando em Economia na PUCRS, Extensionista Rural da Emater/RS-Ascar do Rio Grande do Sul. Endereço: Associação Riograndense de Empreendimentos de Assist. Téc. e Extensão Rural, Gerência Técnica. Rua Botafogo, 1051; Menino Deus; CEP 90150-053 – Porto Alegre, RS – Brasil. Telefone: (51) 21253095. E-mail: celio.colle@gmail.com

\*\*Doutor em Economia, professor da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia – PUCRS. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Departamento de Economia. Av. Ipiranga, 6681 - prédio 50. Partenon. CEP 90619900 - Porto Alegre, RS – Brasil. Telefone: (51) 33537801. E-mail: augusto.alvim@puccrs.br

Avaliado pelo sistema *double blind review*

mercado no Brasil e, no mundo, podem influenciar os preços pagos pelos insumos (custos de produção). O comportamento dos preços agrícolas também influencia a geração de renda, de emprego e a balança comercial brasileira<sup>1</sup>. Segundo Bini e Denardin (2013), embora os resultados recentes sejam positivos, os preços dos principais produtos agrícolas demonstraram instabilidade, com declínio em 2007 e 2008, elevação em 2009 e 2010, alcançando picos históricos em 2012.

Apesar desta oscilação de preços nos anos recentes, há tendência de crescimento dos preços agrícolas decorrente de um crescimento populacional e de renda em países em desenvolvimento como, por exemplo, China e Índia, e de um crescimento na demanda por biocombustíveis, observada, principalmente, em países desenvolvidos como os EUA e os da União Europeia (UE).

O comportamento dos preços internacionais de milho e de soja reflete na formação de preços regionais, no caso destes produtos, pela existência de reduzidas barreiras comerciais no mercado brasileiro e pela significativa interação com as cadeias agroalimentares de outras regiões. A exemplo disso, as exportações mundiais de soja em 2012 representaram 45,5% das exportações mundiais, e as de milho, 21,4%.

Associado a esta relevância no contexto global da produção brasileira de milho e de soja, a área cultivada de milho e soja no país aumentou em 39% e 141%, respectivamente, no período de 1990 a 2013, enquanto a produção de milho e soja, no mesmo período, aumentou em 276% e 309%, respectivamente (IBGE, 2013). Isto mostra a rápida resposta do setor a um crescimento de demanda por estes produtos no mercado interno e internacional, que produz reflexos nos preços recebidos e pagos pelos produtores.

No mercado brasileiro, o Rio Grande do Sul (RS) é um relevante estado produtor de milho e soja, embora a importância relativa neste mercado tenha se reduzido de forma significativa ao longo das últimas décadas. No início da década de 1970, a produção de milho e soja do RS representava 80% da produção brasileira, enquanto que, na safra de 2012, esses produtos representaram apenas 11,2% do total produzido no país (IBGE, 2013).

Em decorrência de uma menor participação relativa do RS na produção nacional de milho e soja, a área plantada de milho reduziu em 37% e a de soja cresceu apenas 31% no Estado entre 1990 e 2013. Todavia, tanto a produção de milho como a de soja cresceram no mesmo período, com aumento de 32% e 99%, respectivamente.

Inserido neste contexto nacional e internacional, este trabalho tem por objetivo avaliar a relação existente entre os preços recebidos (soja e milho) e os preços pagos pelos produtores (insumos e máquinas), e a relação de troca entre preços recebidos e pagos ao longo do período de 1986 a 2013. Questiona-se como se dá a transmissão de choques entre os preços do milho, da soja e os respectivos insumos e máquinas? Há uma relação favorável entre os preços recebidos e pagos pelo produtor? De acordo com MAPA (2007), cerca de dois terços dos produtores de milho no Brasil são também sojicultores e têm a soja como atividade principal, sinalizando uma interdependência dessas atividades em termos de produtor.

Para atingir tal objetivo, além desta introdução, o artigo apresenta, na primeira seção, uma revisão de literatura sobre o tema. Na seção seguinte, descreve a evolução da oferta e da demanda por milho e soja, e as possíveis relações com a formação de preços. A terceira seção detalha a metodologia, descrevendo os testes de raiz unitária, teste de quebra estrutural, cointegração e do VAR para analisar as funções impulso-resposta e a causalidade de Granger. Na sequência, são apresentados os resultados do trabalho e as considerações finais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção, são apresentados os conceitos e os estudos que tratam da questão relativa aos termos de troca. De uma maneira geral, a maior parte dos trabalhos aborda a questão dos termos de troca, avaliando os benefícios do comércio e o crescimento econômico entre países com diferentes níveis de desenvolvimento (Marçal, 2006; Vieira e Holland, 2008; Black, 2016). Todavia, alguns estudos também avaliam os termos de troca domésticos para a agricultura brasileira, analisando a capacidade de sustentação econômica dos produtores ao longo do tempo (Spolador e Freitas, 2007; Mattei e Paulini, 2008).

De uma forma mais geral, há o debate sobre a existência ou não de uma tendência de deterioração dos termos de troca que afetam os países com um menor grau de desenvolvimento. Estes países, predominantemente, exportariam produtos agrícolas e importariam produtos industrializados. Como resultado deste padrão de comércio, os termos de troca cairiam ao longo do tempo, definindo-se a chamada Hipótese de Prebisch-Singer. Marçal (2006) destaca que as principais razões para isto estão associadas ao diferencial de produtividade entre os setores industrial e agrícola, à diferença de elasticidade entre os produtos industriais e agrícolas e às diferenças em termos de pauta de produtos comercializados entre os países de diferentes graus de desenvolvimento econômico.

Vieira e Holland (2008) também analisam os termos de troca entre países e testam a hipótese de que os países que produzem e exportam bens primários têm uma restrição em termos de crescimento devido ao

<sup>1</sup>Em 2013, 35,1% das exportações do Brasil foram de produtos da agropecuária. Foram considerados os primeiros 24 capítulos da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCR).

desequilíbrio na balança de pagamentos, caso os termos reais de troca entre os produtos primários e industrializados não sofram alteração ao longo do tempo. Neste sentido, o crescimento econômico é explicado pela melhoria nos termos de troca decorrente do processo de intensificação do comércio e da maior especialização produtiva.

Black (2016) destaca, no seu estudo, a importância dos termos de troca quando se analisa o comércio internacional entre países. Especificamente, para o caso de países que predominantemente exportam produtos agrícolas (*commodities*), o autor destaca a relevância em entender a natureza dos preços dos produtos exportados e as características dinâmicas: a persistência dos choques, a possibilidade de existência de tendências (determinísticas ou estocásticas) e a ocorrência de quebras estruturais.

O trabalho de Black (2016), ao analisar a relação dos termos de troca entre os preços da soja e preços de produtos manufaturados, para o Brasil, no período 1960-2014, confirmou a hipótese de Prebisch-Singer a respeito da deterioração dos preços das *commodities*. Os resultados apontam para um elevado grau de persistência dos choques, tanto antes quanto depois da quebra estrutural em 1973. Já os estudos de Marçal (2006) e Vieira e de Holland (2008), ao testarem a hipótese de Prebisch-Singer para a queda nos termos de troca para o Brasil, não identificaram evidência favorável para queda dos termos de troca.

Especificamente, a respeito da análise dos termos de troca domésticos na agricultura, destaca-se a importância de analisar a relação entre os preços recebidos e pagos pelos produtores rurais e a forma pela qual esta relação afeta o desempenho econômico dos agricultores ao longo do tempo. Ao analisar estas questões do mercado agrícola, pressupõem-se vínculos de compra e venda entre o setor agrícola e a indústria e se estabelece a hipótese de que existe a deterioração nos termos de troca entre os produtos agrícolas e industrializados, o que resulta em uma perda líquida para o setor agrícola.

Mattei e Paulini (2008) salientam, no seu trabalho, o papel da inovação sobre a produtividade agrícola, resultando em menores custos médios de produção e em uma tendência de queda nos preços agrícolas. Por outro lado, a mudança tecnológica e a busca por maior produtividade agrícola resultam em uma maior demanda por produtos do setor industrial como, por exemplo, adubos, máquinas e defensivos agrícolas. Os autores salientam que os efeitos da industrialização na agricultura não são idênticos em todas as regiões, pois há diferenças entre os países quanto ao conjunto de produtos agrícolas cultivados e quanto à produtividade.

Já Spolador e Freitas (2007) destacam o papel da análise dos termos de troca domésticos na agricultura brasileira inserido em um contexto maior de avaliação do mercado, ponderando os determinantes relativos à oferta e à demanda. Neste contexto, a relação entre os preços recebidos e pagos pelo produtor explica, em parte, o comportamento dos agricultores ao longo do tempo, definido pela viabilidade econômica da atividade e pela capacidade dos produtores em responder a mudanças de ordem política, socioeconômica e tecnológica. Os autores destacam ainda a rigidez em termos de possibilidade de redução de custos no curto prazo, dada a natureza do mercado agrícola que dificulta a rápida substituição de tecnologias e de insumos.

Por fim, no contexto de análise do comportamento dos preços agrícolas e dos termos de troca na agricultura, destaca-se a importância de avaliar possíveis quebras estruturais nas séries temporais. Neste sentido, uma série de trabalhos analisa esta questão para preços agrícolas; entre eles, destacam-se os estudos de Gutierrez e Almeida (2013), Teixeira e Pinto (2008) e Black (2016). Nestes trabalhos, os autores encontraram quebra estrutural para o café, feijão e soja, respectivamente, o que é fundamental para identificar possíveis tendências nas séries, persistência de choques e previsão de preços na agricultura.

Na próxima seção, serão apresentadas as principais características do mercado de milho e soja no Brasil e no RS, mostrando os principais estados produtores, participação relativa no mercado brasileiro e o comportamento da produção e dos preços de milho e soja no período analisado.

### 3. COMPORTAMENTO DA PRODUÇÃO E DOS PREÇOS DE MILHO E SOJA NO BRASIL E NO RS

A produção brasileira de soja no ano de 2014 atingiu 86,1 milhões de toneladas, representando 30,4% da produção mundial. Entre os principais estados produtores, destaca-se o Mato Grosso (30,7%), Paraná (17,2%) e RS (14,9%). A produção de soja no RS foi a terceira maior no Brasil, equivalente a 12,9 milhões de toneladas em 2014, conforme tabela 1.

TABELA 1 – Participação dos principais estados produtores do Brasil na produção de soja, 2014.

Estados produtores	Produção em mil t	Porcentagem do total da safra
Mato Grosso	26.441	30,70%
Paraná	14.780	17,16%
Rio Grande do Sul	12.867	14,94%
Goiás	8.994	10,44%
Mato Grosso Sul	6.148	7,14%
Minas Gerais	3.327	3,86%
Bahia	3.308	3,84%

Outros	10.255	11,91%
Total	86.120	

FONTE: MAPA (2015a).

Já a produção de milho no Brasil, em 2014, atingiu 80,0 milhões de toneladas, enquanto que a produção do RS foi de 5,7 milhões de toneladas, correspondendo a 7,1% da produção nacional, conforme tabela 2. Tradicionalmente, esta produção é inferior à demanda que é estimada em 6,0 milhões de toneladas. A maior parte da demanda por milho no Brasil e no RS é para uso em ração animal; neste contexto os estados da região Sul, em 2012, foram responsáveis por 55,2% da produção de carne de frango e detinham 48,5% do rebanho suíno brasileiro (FNP, 2013). Neste sentido, para evitar a elevação dos custos de produção das carnes, o governo utiliza programas de apoio à comercialização do milho com subsídios para a transferência do produto das regiões produtoras (região Centro-Oeste) para os estados consumidores.

TABELA 2 – Participação dos principais estados produtores do Brasil na produção de milho, 2014.

Estados produtores	Produção em mil t	Porcentagem do total da safra
Mato Grosso	18.049	22,55%
Paraná	15.672	19,58%
Mato Grosso Sul	8.180	10,22%
Minas Gerais	6.943	8,67%
Goiás	7.999	9,99%
Rio Grande do Sul	5.717	7,14%
São Paulo	3.715	4,64%
Outros	13.777	17,21%
Total	80.052	

FONTE: MAPA (2015b).

O gráfico 1 mostra a participação da produção de milho e soja do Rio Grande do Sul em relação à produção brasileira. A produção no Brasil cresce em ritmo mais acelerado do que no RS<sup>2</sup>. A produção regional cresce em produtividade, mas em um ritmo inferior aos estados do Norte, que apresentam áreas disponíveis para a expansão horizontal, topografia que facilita a mecanização e maiores áreas médias das propriedades, facilitando a adoção de tecnologias para a produção em grande escala.

<sup>2</sup>Esse crescimento, principalmente nos estados da região Centro-Oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás) e Mapitoba (Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia), ocorre pela expansão horizontal, ou seja, ainda existe uma fronteira agrícola para ser explorada. O Rio Grande do Sul já ocupou a maior parte das áreas aptas para atividades agrícolas. O crescimento da produção neste Estado deverá ocorrer pelo ganho em produtividade, através da utilização de tecnologias ou substituição entre os cultivos.

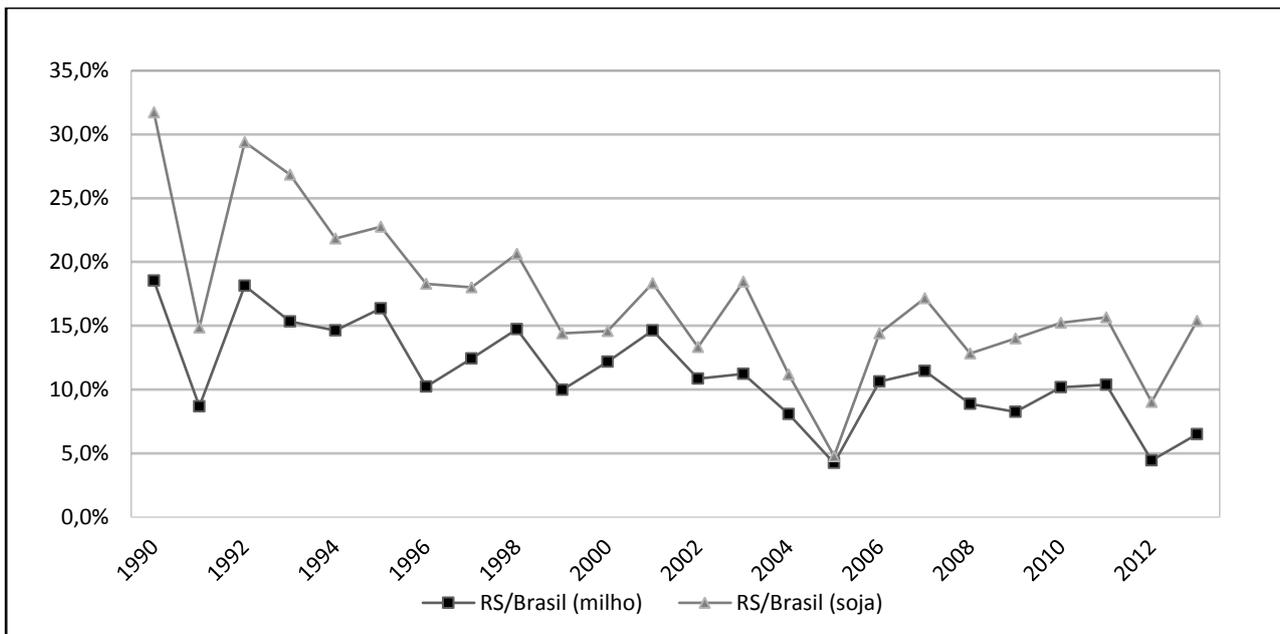


GRÁFICO 1 – Participação da produção de milho e soja do RS no Brasil, entre 1990 e 2013  
 FONTE: IBGE (2013)

A produção de milho e soja representa cerca de 80% da produção de grãos no Brasil. A diferença entre as duas culturas está no fato de que a soja possui maior liquidez, dadas as suas características de *commodity* no mercado internacional, enquanto que o milho tem a maior parte de sua produção voltada para abastecimento interno.

Essa característica faz com que o produtor rural observe a relação de preços entre ambas as culturas para tomar sua decisão. De modo geral, esta decisão é tomada no momento do plantio da cultura da soja quando a relação de preço entre ambas é maior do que 2,0, ou seja, com uma saca de soja é possível adquirir mais de duas sacas de milho<sup>3</sup>.

No gráfico 2, observa-se o comportamento dos preços da soja e do milho no Rio Grande do Sul entre 1986 e 2013. Nos últimos anos, o preço da soja vem se mantendo favorável, sinalizando para uma relação acima de 2,0, confirmado com a expansão da área de soja e redução da área cultivada com a cultura do milho.

<sup>3</sup>Essa relação é uma referência empírica/prática de indicativo para os tomadores de decisão em relação à escolha por uma ou outra cultura. Não há fundamentação teórica para isso, porque cada produtor tem diferentes níveis de produtividade e custos diferentes para cada cultura.

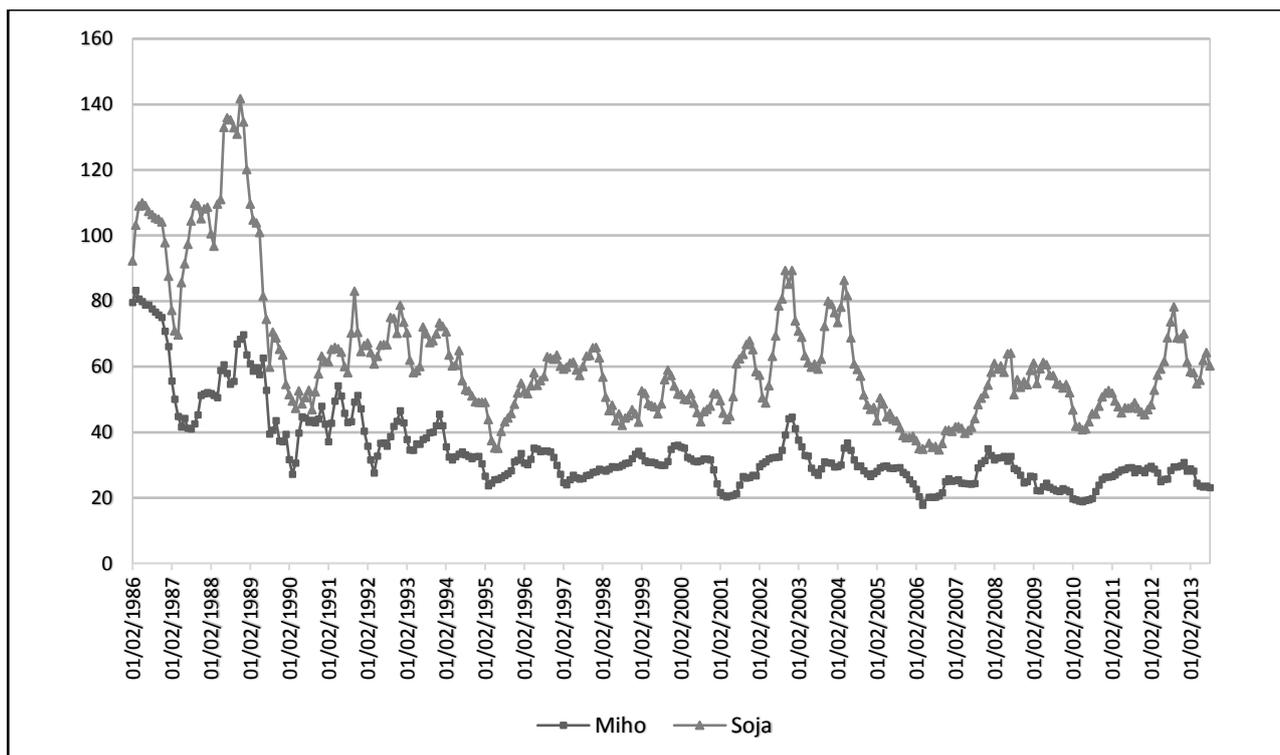


GRÁFICO 2 – Evolução dos preços da soja e do milho no RS (reais/saca), entre 1986 e 2013  
 FONTE: Emater/RS-Ascar (2013)

Nos gráficos 3 e 4, é apresentada a relação de troca para o milho e a soja, considerando os principais insumos utilizados nestas atividades agrícolas. As variáveis analisadas quanto à relação de troca são trator/soja, trator/milho, fertilizante/soja e fertilizante/milho; quanto maior for o valor, menos favorável será a relação de custo/benefício na atividade considerada. Optou-se por apresentar, graficamente, a relação insumo/produto, para tornar possível identificar a quantidade necessária a ser produzida de milho e de soja para comprar os insumos (fertilizantes) e as máquinas (trator e colheitadeira).

Em termos gerais, observa-se que a relação preço pago e preço recebido é menos favorável para a atividade milho do que para a soja, considerando como insumo os preços de fertilizantes e os preços de tratores. Apesar de observar-se uma variação significativa entre os anos analisados, na maior parte das vezes, a relação preço pago *versus* preço recebido para soja foi mais favorável, o que pode explicar a maior expansão desta cultura em termos de área e produção no período analisado.

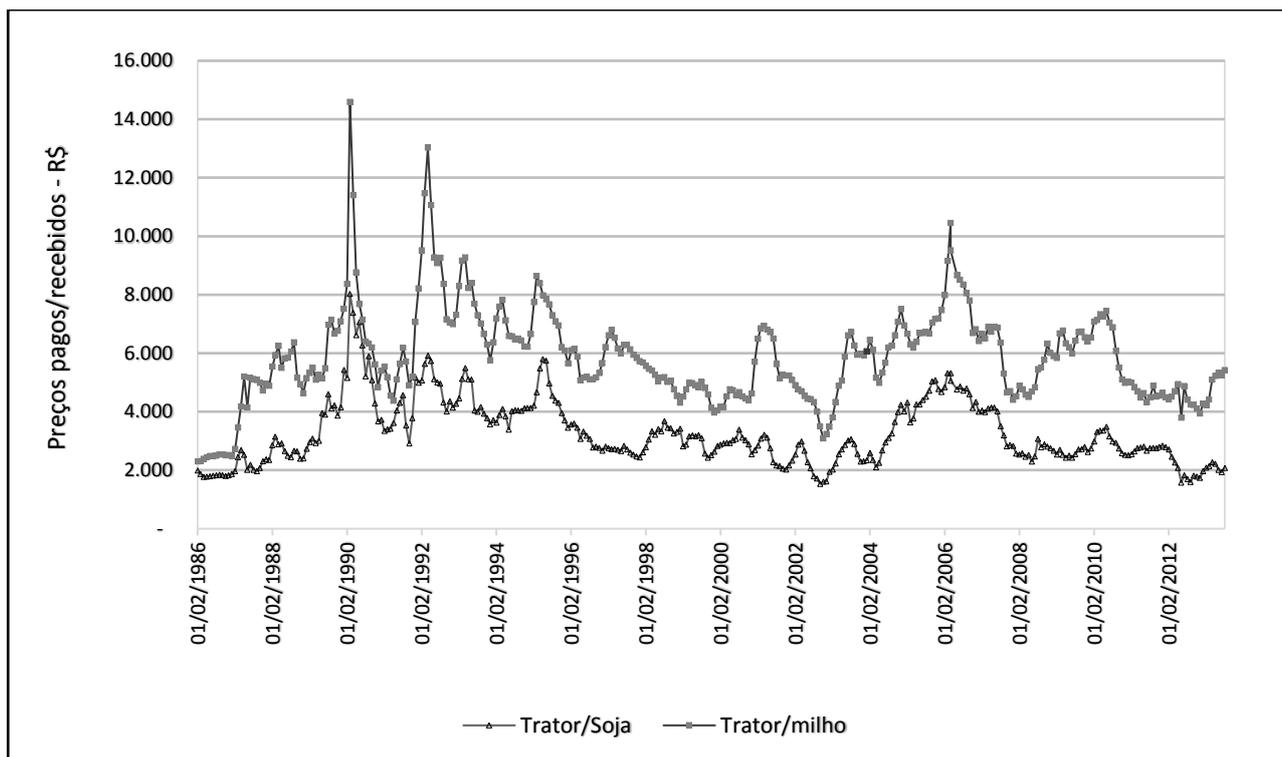


GRÁFICO 3 – Relação de troca entre preços pagos e recebidos, trator/soja e trator/milho 1986-2012  
 FONTE: Emater/RS-Ascar (2013)

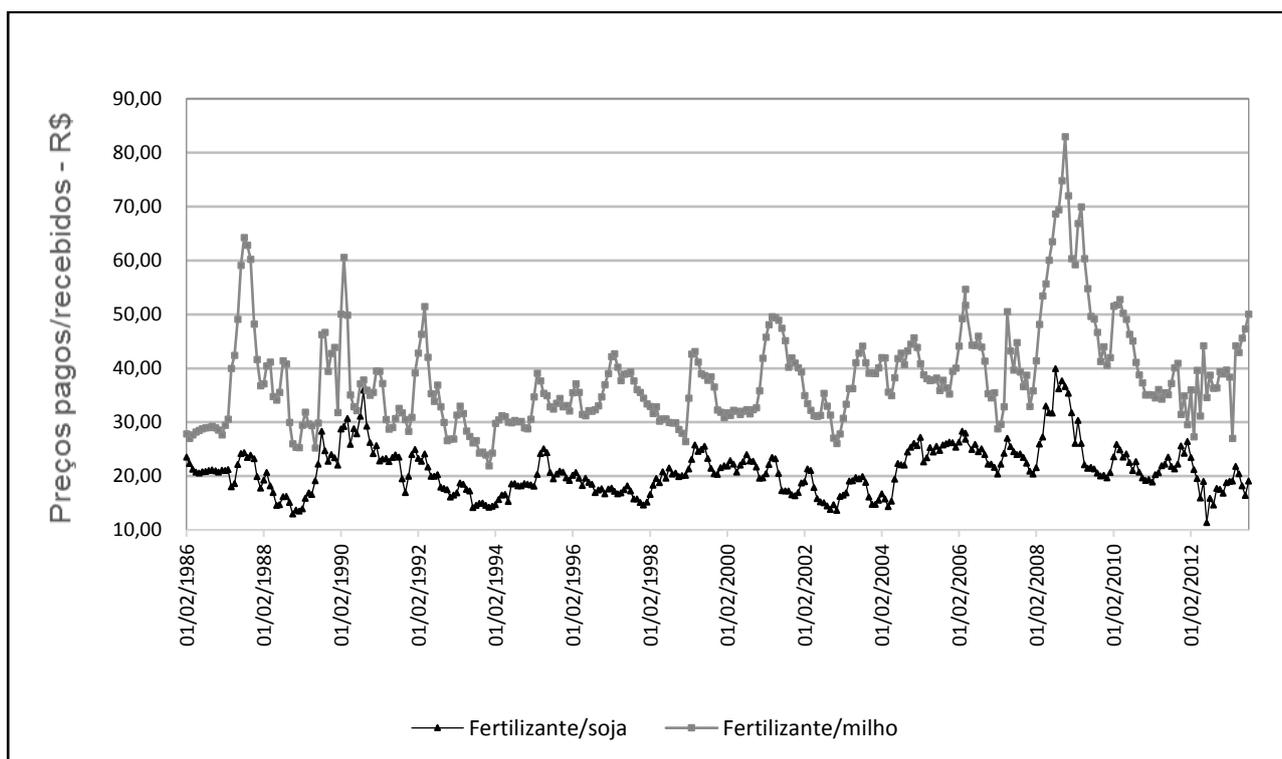


GRÁFICO 4 – Relação de troca entre preços pagos e recebidos, fertilizante/soja e fertilizante/milho 1986-2012  
 FONTE: Emater/RS-Ascar (2013)

Por fim, na próxima seção, são apresentados os métodos de análise dos preços recebidos e pagos pelos produtores e da relação de troca ao longo do período analisado, com objetivo de analisar se há quebra estrutural, persistência dos choques nas séries de preços de milho e soja e se há tendência determinística e/ou estocástica nas séries de relação de trocas apresentadas nesta seção.

## 4. METODOLOGIA

Nesta seção, descreve-se as variáveis e os métodos utilizados. Analisam-se as relações entre os preços (recebidos) de milho e soja com os preços (pagos) dos insumos e das máquinas agrícolas para o Rio Grande do Sul. Após a descrição das variáveis, inicialmente as variáveis são dessazonalizadas e verificada a existência de quebra estrutural a partir do teste de Chow. Na sequência, são realizados os testes para verificar se as séries são estacionárias ou não. A partir da estimativa do VAR, é verificada a cointegração das séries, estimadas as funções impulso-resposta e a causalidade de Granger entre os preços pagos e recebidos na agricultura do Rio Grande do Sul.

### 4.1 Fonte de dados

As séries de preços pagos e recebidos para o RS são mensais, obtidas em dados da Emater/RS-Ascar. Os produtos escolhidos são a soja e o milho, principais culturas de verão, que representam em torno de 70% da área cultivada no Rio Grande do Sul. Todas as variáveis apresentadas a seguir foram dessazonalizadas, utilizando-se de *dummies* mensais.

QUADRO 1 – Variáveis utilizadas, descrição e fonte dos dados.

Variáveis	Descrição	Fonte
P <sub>Rs</sub>	Preço da soja em reais (preços recebidos)	Emater/RS-Ascar, 2013.
P <sub>Rm</sub>	Preço do milho em reais (preços recebidos)	Emater/RS-Ascar, 2013.
P <sub>Pfm</sub>	Preço do fertilizante 0/20/20 - soja (preços pagos)	Emater/RS-Ascar, 2013.
P <sub>Pfs</sub>	Preço do fertilizante 5/20/10 – milho (preços pagos)	Emater/RS-Ascar, 2013.
P <sub>Ptr</sub>	Preço do trator entre 90 e 120 HP (preços pagos)	Emater/RS-Ascar, 2013.
P <sub>Pcol</sub>	Preço da colheitadeira (preços pagos)	Emater/RS-Ascar, 2013.

FONTE: Elaborado pelos autores.

Em relação aos preços pagos pelos produtores, utilizou-se a série dos principais fertilizantes para cada cultura, ou seja, o fertilizante 5-20-10 para a cultura do milho e o fertilizante 0-20-20 para a cultura da soja<sup>4</sup>. Também foram utilizadas duas séries para máquinas: trator (entre 90 e 120 HP) e colheitadeira. As séries são mensais e corresponderam ao período entre fevereiro de 1986 e agosto de 2013 e foram deflacionadas pelo IGP-DI de setembro de 2013.

### 4.2 Teste de Raiz Unitária

Conforme já descrito, inicialmente os preços pagos e recebidos são dessazonalizados e é verificada a existência de quebra estrutural a partir do teste de Chow. Após o ajuste das variáveis e a identificação de quebra estrutural, são realizados os testes de estacionariedade.

O estudo da raiz unitária das séries temporais é importante, porque permite verificar a estacionariedade das séries. A maioria das séries econômicas é não estacionária, o que pode levar à inconsistência dos estimadores de mínimos quadrados, tornando a inferência não confiável. Foi utilizado o teste *Augmented Dickey-Fuller* (ADF), desenvolvido por Dickey & Fuller (1979, 1981) cuja hipótese nula é a presença de raiz unitária, o que equivale à não estacionariedade da série. O teste ADF é expresso da seguinte forma:

$$\Delta X_t = \alpha + \beta t + \eta y_{t-1} \sum_{i=1}^{p-1} \lambda_i y_{t-i} + \mu \quad (1)$$

Sendo que,

$$\lambda_i = \sum_{j=i+1}^p \rho_j \quad (2)$$

Ho:  $\rho_j = 0$ , existe raiz unitária, a série é não estacionária.

Ha:  $\rho < 0$ , a série é estacionária.

Se  $\rho = 1$ , então existe raiz unitária e a série é não estacionária, que carregará consigo componentes de erro do passado, tornando a variância dependente do tempo.

A identificação do valor  $\rho = 1$  se dá por meio dos testes de raiz unitária que, neste artigo, serão realizados através do ADF, um teste mais potente porque inclui defasagens extras da variável dependente, com o intuito de eliminar a autocorrelação.

<sup>4</sup>Por exemplo, o fertilizante 5-20-10, significa que uma tonelada contém 5% de nitrogênio, 20% de fósforo e 10% de potássio. A diferença entre as formulações ocorre devido à demanda das culturas e da quantidade desses nutrientes que já estão disponíveis no local do plantio.

Pode-se fazer o teste sob três formas:

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta Y_{t-1} + \mu_t \quad \text{Sem tendência nem intercepto (3)}$$

$$\Delta Y_t = a_0 + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta Y_{t-1} + \mu_t \quad \text{Apenas com intercepto (4)}$$

$$\Delta Y_t = a_0 + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta Y_{t-1} + \mu_t \quad \text{Com tendência e intercepto (5)}$$

### 4.3 Vetores Autorregressivos e Cointegração

O uso do VAR na estimação econométrica surgiu como uma solução para modelos de séries temporais multivariadas. Modelo cujas variáveis explicativas de certa variável dependente também sejam explicadas pela variável predita. Isso exigia a identificação correta das variáveis endógenas e exógenas, mas, com o VAR, todas as variáveis passaram a ser tratadas como endógenas na forma de vetores autorregressivos. Assim, o vetor  $Y(t)$ , no instante  $t$ , depende de seus valores passados e, também, do vetor de ruído branco  $u(t)$ .

Como visto em Asterious e Hall (2011), quando não estamos confiantes de que a variável é exógena, é necessário torná-la endógena. Sua formulação é representada na forma primitiva pelas equações abaixo, cujas variáveis  $Y(t)$  e  $X(t)$ , sendo exógenas, são não identificáveis e estacionárias.

$$y_t = \beta_{10} - \beta_{12} x_{12} + \gamma_{11} Y_{t-1} + \gamma_{12} Y_{t-1} + \mu_{yt} \quad (6)$$

$$x_t = \beta_{20} - \beta_{21} Y_t + \gamma_{21} Y_{t-1} + \gamma_{22} Y_{t-1} + \mu_{xt} \quad (7)$$

Assim, tem-se um modelo complexo de duas variáveis, conforme acima, e, a partir disso, o choque é transmitido apenas pela equação matemática que elimina o viés  $X(t)$  e  $Y(t)$ . A partir da estimação de um modelo VAR, é possível a análise das funções impulso-resposta, as quais permitem verificar os efeitos dos choques nas variáveis endógenas do VAR quando há um choque em uma variável endógena específica.

### 4.4 Causalidade de Granger

Granger (1969) desenvolveu um teste simples que definiu a causalidade da seguinte forma: uma variável  $Y$  é dita causal no sentido de Granger, se  $X$  pode ser previsto com maior precisão, usando os valores passados de  $Y_t$  do que não usando, mantendo todos os valores constantes.

$$Y_t = a_1 + \sum_{i=1}^M \beta_i Y_{t-1} + \sum_{j=1}^M \gamma_j Y_{t-j} + I_{1t} \quad (8)$$

$$X_t = a_2 + \sum_{i=1}^M \theta_i Y_{t-1} + \sum_{j=1}^M \gamma_j Y_{t-j} + I_{2t} \quad (9)$$

Para o desenvolvimento do modelo citado, foi utilizado o *software* econométrico *E-views 9.5*. Na seção seguinte, são apresentados e discutidos os principais resultados.

### 4.5 A Hipótese de Deterioração dos termos de troca

Para avaliar a hipótese de deterioração dos termos de troca domésticos, define-se a relação a ser analisada como a razão entre os preços recebidos versus pagos, definidos como segue:

$$TTsf = P_{Rs} / P_{Pfs}; \quad (10)$$

$$TTstr = P_{Rs} / P_{Ptr}; \quad (11)$$

$$TTscol = P_{Rs} / P_{Pcol}; \quad (12)$$

$$TTmf = P_{Rm} / P_{Pfm}; \quad (13)$$

$$TTmtr = P_{Rm} / P_{Ptr}; \quad (14)$$

$$TTmcol = P_{Rm} / P_{Pcol}; \quad (15)$$

TTs representam os termos de troca domésticos,  $P_{Rs}$  e  $P_{Rm}$  os preços recebidos por soja e milho e  $P_{Pfm}$ ,  $P_{Pfs}$ ,  $P_{Ptr}$ ,  $P_{Pcol}$  os preços pagos pelos fertilizantes de milho e soja e pelos tratores e colheitadeiras,

respectivamente. Para testar a hipótese de deterioração dos termos de troca, realiza-se o teste de Durbin-Watson com quebra estrutural para verificar se as séries são estacionárias ou, no caso de serem não estacionárias, para identificar o sinal da tendência determinística e/ou estocástica.

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, inicialmente, são apresentados os testes e os resultados para as séries de preços da soja, do milho, dos fertilizantes e das máquinas do RS. Na primeira parte da análise dos resultados, após dessazonalizar as variáveis, realiza-se o teste de Chow, verificando se todas as séries possuem quebra estrutural. Na sequência, são realizados os testes de raiz unitária com quebra estrutural, estimação do VAR, teste de casualidade de Granger e a análise impulso-resposta. Já, na segunda parte desta seção, é analisada a hipótese de deterioração dos termos de troca, considerando as variáveis apresentadas na metodologia como, por exemplo, os termos de troca para a soja (TTsf, TTstr e TTscol) e para o milho (TTmf, TTmtr e TTmcol).

Na primeira parte da análise dos resultados, e como há a presença de quebra estrutural nas séries de preços recebidos e pagos, foi realizado o teste proposto de Dickey-Fuller, que considera a possibilidade de quebra estrutural para dois modelos: a) modelo de *outlier* aditivo (OA), que captura mudanças abruptas nas séries; b) modelo de *outlier* inovacional (OI), que identifica mudanças graduais na média das séries.

A Tabela 3 apresenta os resultados do teste de ADF com quebra estrutural para as séries de preços recebidos e pagos calculados a partir do E-views 9.5. Conforme resultados apresentados para os preços de soja, milho e fertilizantes, identificou-se que são estacionárias com quebra estrutural,  $I(0)$  para os modelos OA e OI. Todavia, os preços de trator e colheitadeira são não estacionários para ambos os modelos. Ambas as variáveis são  $I(1)$  para os modelos OA e OI.

TABELA 3 – Teste de DickeyFuller Aumentado (ADF) com quebra para as séries de preços.

Série	ADF (OA)			ADF (OI)		
	Estatística var. em nível	Ordem de integração	Ponto de quebra	Estatística var. em nível	Ordem de integração	Ponto de quebra
P <sub>Rs</sub>	-6,0731 (0,010)	I(0)	1998:10	-6,1455 (0,010)	I(0)	1988:11
P <sub>Rm</sub>	-5,9828 (0,010)	I(0)	1993:11	-7,9367 (0,010)	I(0)	1993:12
P <sub>Ptr</sub>	-4,2492 (0,3648)	I(1)	1991:12	-4,3523 (0,309)	I(1)	1994:01
P <sub>Pcol</sub>	-4,1555 (0,422)	I(1)	1988:07	-4,1410 (0,432)	I(1)	1990:02
P <sub>Pfs</sub>	-5,6887 (0,011)	I(0)	1991:11	-5,6448 (0,013)	I(0)	1992:01
P <sub>Pfm</sub>	-4,7280 (0,022)	I(0)	1989:07	-5,3968 (0,027)	I(0)	1992:01

NOTA – entre parênteses é apresentado o nível de significância da estatística ADF.

FONTE: resultados de pesquisa, elaborados pelos autores.

Como há séries de preços pagos que não são estacionárias, o próximo passo é verificar se as séries são cointegradas ao estimar um VAR. Inicialmente, é avaliado o número ideal de defasagens do VAR, através dos critérios de informação de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn, conforme tabela 4.

TABELA 4 – Teste do número de defasagens do modelo VAR

Nº de defasagens	AIC	SC	HQ
0	90.35063	90.42033	90.37845
1	77.69941	78.18729*	77.89411
2	77.38646	78.29252	77.74803
3	77.18038*	78.50464	77.70884*
4	77.20339	78.94582	77.89872
5	77.27334	79.43396	78.13556

\* Número de defasagens escolhidas. Com 326 observações.

Conforme os três critérios de informação para a seleção do modelo, AIC, SC e HQ, os resultados mais ajustados são aqueles que apresentam menores valores. Nesta situação, optou-se pelos resultados dos critérios de informação de Akaike e Hannan-Quinn, que identificam três como o número ótimo de defasagens.

Após definir o número ótimo de defasagens, realiza-se o Teste de Cointegração de Johansen. Esse

teste de cointegração consiste em verificar o número de vetores cointegrantes que podem ser considerados estatisticamente significantes no modelo proposto. O resultado do Teste de Cointegração de Johansen, conforme tabela 5, indica que as séries de preços têm, no máximo, quatro vetores de cointegração a um nível de significância de 5%, indicando a existência de uma relação de equilíbrio de longo prazo entre as séries.

TABELA 5 – Resultados do Teste de Cointegração segundo o procedimento de *Johansen*

Hipótese nula: nº de vetores de cointegração	Eigenvalue	Trace Statistic	Valores críticos 5%	Probabilidade
Nenhuma *	0.175805	167.4628	107.3466	0.0000
No máximo 1*	0.110498	104.4313	79.34145	0.0002
No máximo 2*	0.075365	66.25867	55.24578	0.0040
No máximo 3*	0.059790	40.71465	35.01090	0.0111
No máximo 4	0.040126	20.61618	18.39771	0.0241
No máximo 5	0.022040	7.265319	3.841466	0.0070

\* Denota a rejeição da hipótese nula a um nível de 5%.

Na sequência, são realizados os testes de causalidade de Granger, conforme tabela 6. O objetivo é avaliar se há causalidade no sentido de Granger entre os preços recebidos e pagos pelos produtores de soja e milho; na tabela 6, são apresentados apenas os resultados que foram significativos ao nível de 5% e 1%. Em termos gerais, observa-se que os preços da soja causam mudanças nos preços pagos pelos produtores ( $P_{Ptr}$ ,  $P_{Pcol}$ ,  $P_{Pfs}$ ) e no preço do milho ( $P_{Rm}$ ). Já os preços do milho possuem efeito causal sobre os preços de fertilizante de milho ( $P_{Pfm}$ ) e são afetados pela mudança nos preços dos tratores ( $P_{Ptr}$ ).

O resultado mostra que o preço da soja causa mudanças nos preços pagos (fertilizantes, tratores e colheitadeira) e no preço do milho. Isso corrobora uma série de estudos que mostram que a formação do preço de soja no mercado internacional reduz o efeito de variáveis locais, tais como as associadas a custos de produção e a culturas substitutas no plantio. Além disso, regionalmente, a soja é utilizada como referência de troca no financiamento agrícola e na compra de terra e insumos, o que explica, em parte, a causalidade dos preços da soja em direção aos preços de fertilizantes, tratores e colheitadeiras.

Caldarelli et al. (2009), ao estudarem a interdependência do mercado paranaense e brasileiro para a soja e milho, constataram que o mercado da soja é altamente integrado com o setor externo; por outro lado, o mercado de milho, com grande parte da produção destinada ao mercado interno, possui uma cadeia menos organizada e global. Ainda assim, os autores identificaram uma relação forte entre os mercados de soja e milho para o Paraná e para o Brasil.

Já o estudo de Libera (2009) apontou a existência de uma relação de substituição em termos de oferta entre cultivos de soja e de milho, associada ao fato de o Brasil ser um importante *player* no mercado internacional de soja. No estudo, o autor afirma que aumentos nos preços futuros da soja no CBOT<sup>5</sup>determinam a mudança de área plantada com milho para a soja. Por fim, o mesmo estudo salienta que o Brasil se comporta como um tomador de preços, tanto no mercado de milho como no mercado de soja.

TABELA 6 – Causalidade de Granger entre os preços pagos e recebidos de soja e milho

Causalidade	Interpretação
Preço do trator ( $P_{Ptr}$ ) ← Preço da soja ( $P_{Rs}$ )	O preço da soja influencia o preço do trator. *
Preço do milho ( $P_{Rm}$ ) ← Preço da soja ( $P_{Rs}$ )	O preço da soja influencia o preço do milho.*
Preço da colheitadeira ( $P_{Pcol}$ ) ← Preço da soja ( $P_{Rs}$ )	O preço da soja influencia o preço da colheitadeira.**
Preço fertilizante da soja ( $P_{Pfs}$ ) ← Preço da soja ( $P_{Rs}$ )	O preço da soja influencia o preço do fertilizante. *
Preço fertilizante do milho ( $P_{Pfm}$ ) ← Preço do milho ( $P_{Rm}$ )	O preço do milho influencia o preço do fertilizante.**
Preço do milho ( $P_{Rm}$ ) ← Preço do trator ( $P_{Ptr}$ )	O preço do trator influencia o preço do milho. **

\*Em nível de 1%. \*\* Em nível de 5%.

Segundo Friedrich (2011), o preço dos fertilizantes no mercado interno é fortemente relacionado ao preço do petróleo no mercado internacional; o autor indica ainda que a indústria interna é muito dependente da importação de matéria-prima; portanto, o preço do fertilizante pode ser considerado, de certa forma, exógeno ao mercado nacional. Apesar disso, os testes aqui realizados indicaram que os preços da soja e do milho influenciam o preço dos fertilizantes.

Em resumo, mesmo considerando que tanto o mercado de produtos agrícolas como o de máquinas e insumos estejam integrados com o mercado internacional, os preços da soja apresentam um papel significativo na determinação dos preços do milho e dos fertilizantes, tratores e máquinas no mercado gaúcho.

<sup>5</sup>Chicago Board of Trade.

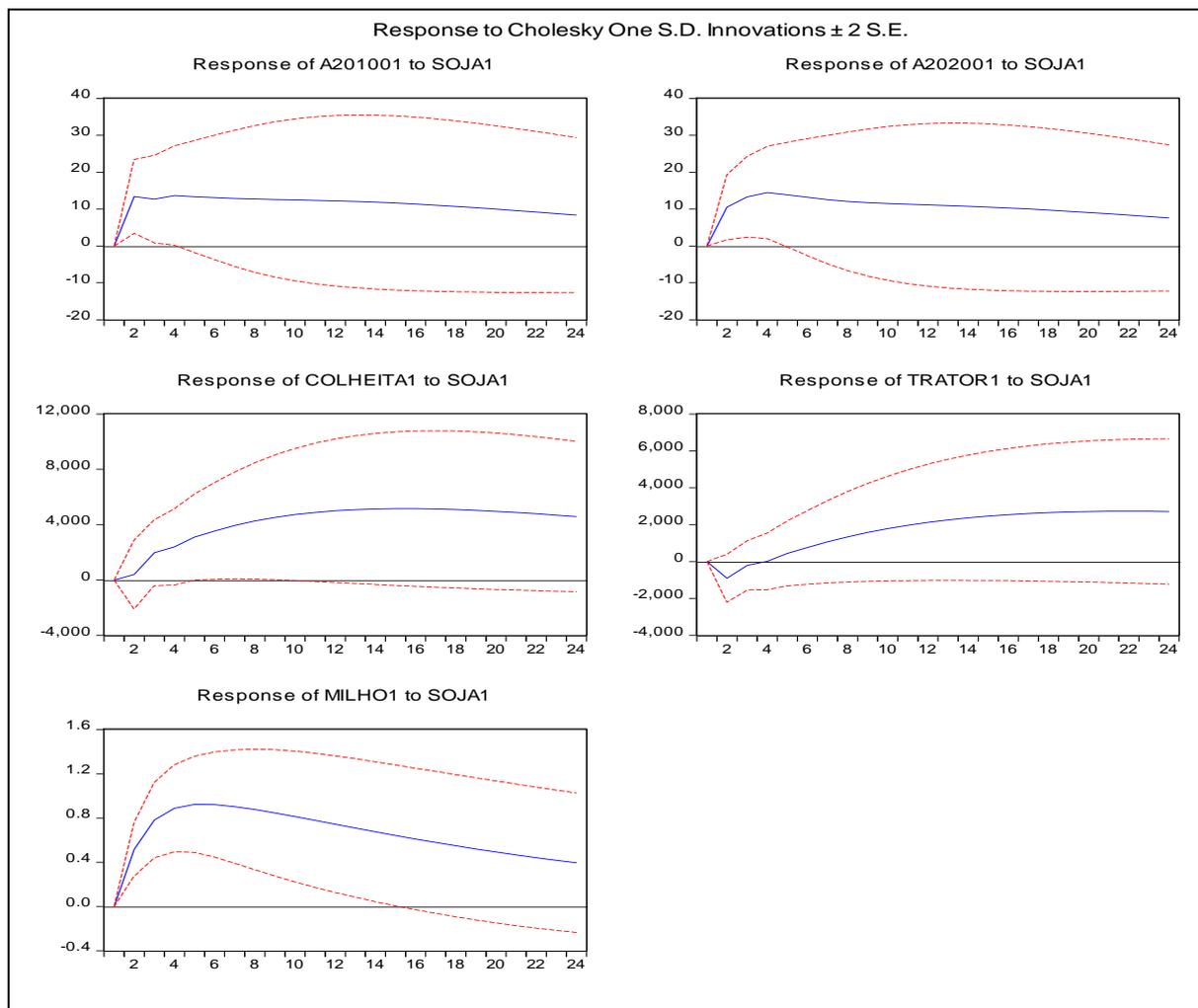


FIGURA 1 – Função impulso-resposta do preço do trator, milho, colheitadeira e fertilizante (0-20-20) a um choque nos preços da soja no Rio Grande do Sul.

Na sequência, é analisada a função impulso-resposta, que permite avaliar os efeitos de um choque em uma série temporal sobre a outra. Nas figuras 1 e 2, são apresentados os resultados para os efeitos de choques dos preços da soja e do milho sobre os insumos agrícolas relacionados durante 24 meses. Na figura 1, foi estimado um choque da soja para o milho, o trator, a colheitadeira e o fertilizante. Para os produtos, observa-se que um choque no preço da soja impacta os demais, mas os ajustamentos não ocorrem de forma gradativa, muitas vezes não retornando à situação de equilíbrio inicial durante o período analisado. Mas os gráficos mostram que um choque na soja influencia os demais produtos.

Outro aspecto recorrente, no contexto atual, é que os preços dos produtos e dos insumos são influenciados por preços de alcance nacional e/ou internacional. Assim, uma análise com séries semelhantes em nível nacional e internacional poderia trazer resultados mais conclusivos.

Na figura 2, foi estimado um choque nos preços do milho. Observam-se resultados bem distintos. O preço da soja não responde ao choque do preço do milho. Uma explicação, neste caso, é que o preço é influenciado por choques externos. Esse pequeno impacto no choque do milho sobre a soja pode ser observado no último gráfico da figura 2.

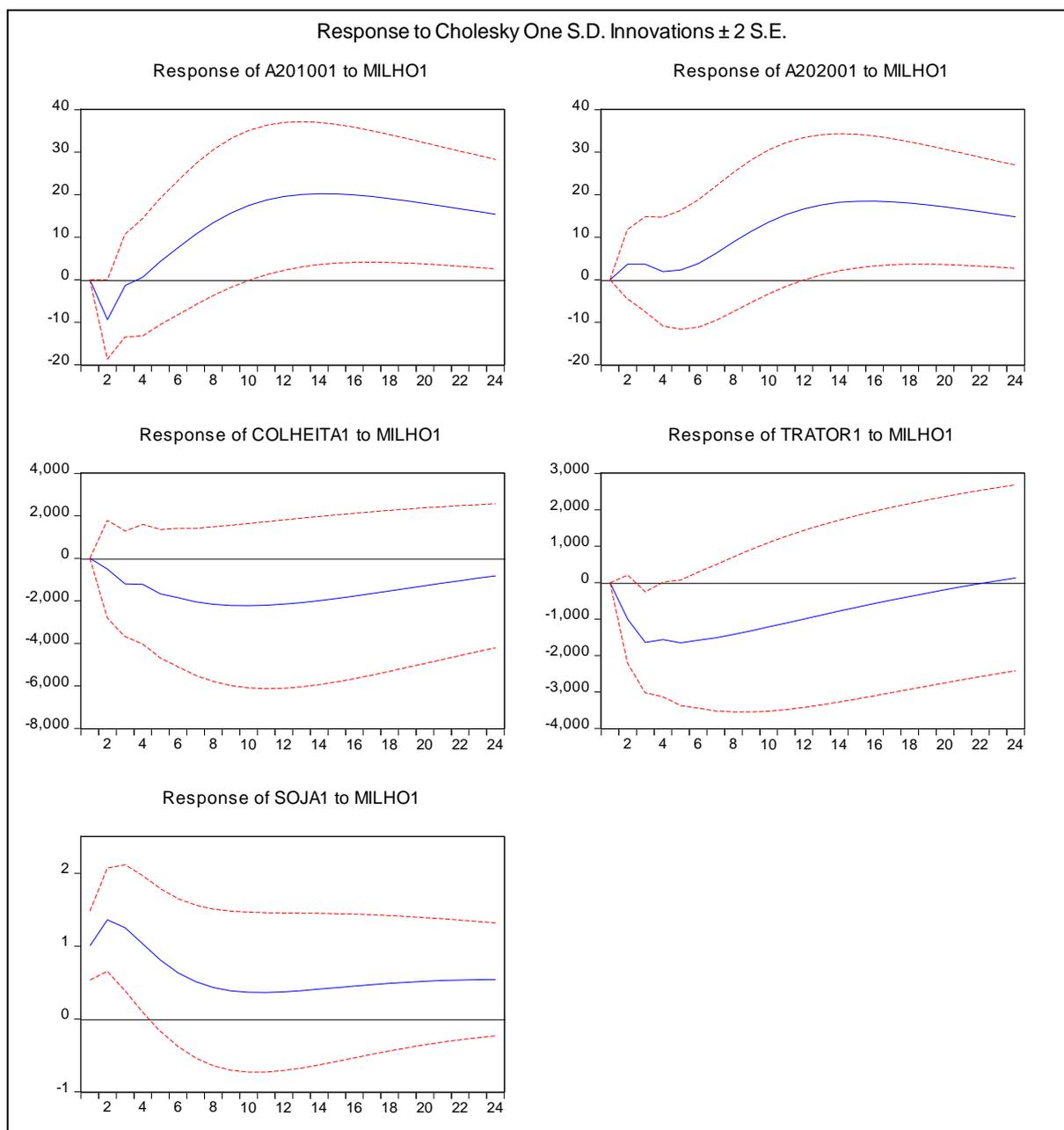


FIGURA 2 – Função impulso-resposta do preço da soja, trator, colheitadeira e fertilizante (5-20-10) a um choque nos preços do milho no Rio Grande do Sul.

A partir das funções impulso-reposta para as séries estudadas, é possível identificar que o fato de os ajustes não ocorrerem perfeitamente ao longo do tempo (em 24 meses) deve-se, supostamente, a relações com o mercado nacional para o milho e insumos e para o mercado internacional para a soja. Isso pode ter ocorrido, também, porque o Rio Grande do Sul produziu, no ano safra 2012/13, apenas 15,4% e 6,6% da produção nacional de soja e milho, respectivamente.

Por fim, a segunda parte da análise dos resultados consiste em avaliar os termos de troca entre os preços dos produtos recebidos (soja e milho) e os preços pagos pelos produtores (fertilizantes e máquinas), através do teste ADF com quebra estrutural. Constatou-se que as séries apresentam quebra estrutural e são estacionárias em nível  $I(0)$  em ambos os modelos (OA e OI), com exceção da relação entre preços de soja/trator e preços de soja/colheitadeira, que são estacionárias em primeira diferença  $I(1)$ .

Para analisar as tendências (estocásticas e/ou determinísticas) dos termos de troca para o milho e soja, considera-se que as quebras estruturais são abruptas (OA) para os preços recebidos e pagos, conforme apresentado na tabela 7. A partir dos resultados obtidos pelo teste ADF com quebra estrutural para os termos de troca, observa-se que, apenas, os termos de troca para soja/trator (TTstr) e soja/colheitadeira (TTscol) apresentam tendência estocástica positiva, não havendo diferença significativa

entre os períodos pré e pós quebra estrutural. Para os mesmos termos de troca, as tendências determinísticas foram significativas, com sinal negativo apenas para o período anterior à quebra. Todavia, destaca-se que os coeficientes associados a essas tendências determinísticas são muito pequenos, conforme descrito na tabela 7.

Neste sentido, para os termos de troca soja/trator (TTstr) e soja/colheitadeira (TTscol), existe o predomínio de uma tendência estocástica positiva no período analisado, sinalizando que as variações nos preços de soja ao longo do período são maiores do que as variações nos preços de tratores e colheitadeiras, respectivamente. Este resultado já era esperado em função da elevada demanda internacional por soja e derivados, propiciando uma relação favorável nos termos de troca da soja em relação a tratores e colheitadeiras.

TABELA 7 – Identificação de tendências estocásticas e/ou determinísticas a partir do teste de ADF (OA) com quebra estrutural para os termos de troca de milho e soja

Série	tendência estocástica	dummy_quebra tendência estocástica	intercepto	dummy_quebra (intercepto)	tendência determinística	dummy_quebra ra tendência determinística	Ponto de quebra
TTsf	ns	ns	0,0487 (0,0000)	-0,0177 (0,0000)	0,000032 (0,0000)	0,000081 (0,0000)	2004:04
TTstr	0,9097 (0,0000)	ns	0,0006 (0,0000)	0,000095 (0,0000)	-0,000006 (0,0000)	0,000006 (0,0000)	1986:02
TTscol	0,8935 (0,0000)	ns	0,0003 (0,0000)	0,000036 (0,0017)	-0,000002 (0,0000)	0,000002 (0,0000)	1991:09
TTmf	ns	ns	0,0418 (0,0000)	0,0113 (0,0000)	-0,0011 (0,0000)	0,0011 (0,0000)	1987:10
TTmtr	ns	ns	70,205 (0,0000)	-13,267 (0,0000)	-0,4444 (0,0000)	0,3918 (0,0000)	1989:08
TTmcol	ns	ns	0,00014 (0,0000)	-0,000023 (0,0000)	-0,000006 (0,0000)	-0,000007 (0,0000)	2002:10

NOTA – entre parênteses, é apresentado o nível de significância; “ns” indica Coeficientes não significativos.

FONTE: Resultado da pesquisa, elaboração dos autores.

Já, para os termos de troca para soja/fertilizante (TTsf), existe apenas uma tendência determinística positiva para ambos os períodos (pré e pós quebra estrutural), e a tendência estocástica não foi significativa. Embora exista uma tendência positiva, os coeficientes associados a esta tendência são pequenos, mostrando reduzidas diferenças em termos de troca para soja/fertilizante ao longo do período analisado. Neste sentido, considera-se, para os termos de troca soja/fertilizante, que a razão entre preços ao longo do período se manteve constante, o que também se vê como um resultado positivo para os produtores de soja no RS.

Por fim, para os termos de troca para milho/fertilizante (TTmf), milho/trator (TTmtr) e milho/colheitadeira (TTmcol), apenas as tendências determinísticas foram significativas no período analisado. E tal como nos casos anteriores para a soja, os coeficientes associados a essas tendências são pequenos, ainda que, para o caso do milho, tenha sinal negativo no período pré-quebra estrutural. Para o milho/fertilizante (TTmf) e milho/trator (TTmtr), os termos de troca não apresentam tendência determinística após o ponto de quebra, enquanto para o milho/colheitadeira (TTmcol), a tendência negativa se torna maior no período pós-quebra estrutural.

Considerando os termos de troca do milho em relação aos preços dos fatores de produção, avalia-se que, devido aos pequenos coeficientes associados à tendência determinística, a relação dos termos de troca para o milho ao longo do período analisado manteve-se constante, o que sinaliza que não houve deterioração dos termos de troca de milho e soja para o período analisado, tendo como referência preços do RS. Na próxima seção, são apresentadas as considerações finais a respeito da análise dos preços recebidos e pagos para o milho e soja no RS.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho investigou as relações entre os preços recebidos e pagos de milho e de soja, analisando os termos de troca, a existência de quebra estrutural e causalidade de Granger para os diversos preços analisados no período de fevereiro de 1986 a agosto de 2013.

Quando analisadas a transmissão e a causalidade de preços, o estudo aponta que os preços da soja têm papel fundamental para explicar as variações nos preços de milho, de fertilizantes, de tratores e de colheitadeiras no RS. Conforme comentado anteriormente, a soja é um dos produtos agrícolas mais comercializados no mundo, cuja formação de preços se dá, fundamentalmente, no mercado internacional.

Por sua vez, dada a importância regional da produção de soja para o estado do RS, os preços desta acabam por determinar mudanças nos preços dos fatores e nos preços de culturas que concorrem pela mesma área (efeito substituição) como, por exemplo, o milho.

De maneira complementar à análise de causalidade, a função impulso-resposta simula o efeito de choques nos preços de um produto sobre os demais. Neste sentido, observa-se que a simulação de um choque no preço da soja afeta os demais preços; para a maior parte destes casos, o ajustamento se dá de forma lenta, o que sinaliza que os preços de milho e os preços dos fatores demoram para retornar à situação de equilíbrio inicial. Por sua vez, os preços da soja não respondem aos choques oriundos de variações nos preços do milho, o que novamente está de acordo com o esperado, dado que a formação de preços de milho depende mais de variáveis de contexto regional do que internacional para o caso do mercado gaúcho.

Já para os termos de troca, observa-se que, para a soja, são identificadas tendências estocásticas positivas para os termos de troca soja/trator e soja/colheitadeira, e tendências determinísticas, embora com coeficientes pequenos, para os termos de troca soja/fertilizante. Este resultado mostra que não houve deterioração dos termos de troca para a soja ao longo do período analisado; pelo contrário, as variações nos preços da soja foram superiores às variações nos preços pagos, principalmente, para tratores e colheitadeiras. Conforme comentado anteriormente, este resultado pode ser explicado pelos preços médios internacionais da soja estarem em um patamar elevado, em decorrência de uma maior renda nos países em desenvolvimento (especialmente nos da Ásia) e de uma maior demanda por óleo vegetal para produção de biocombustíveis.

No caso do milho, os termos de troca apresentam apenas tendências determinísticas significativas, com coeficientes pequenos para o período; em relação ao mercado do milho, isso sinaliza, também, que não houve deterioração dos termos de troca. No caso do milho, observa-se que houve um ganho em termos de preços recebidos, houve um ganho obtido de forma indireta, a partir de uma maior demanda por soja e por carnes (de frango e suína), que contribuiu para manter estável a relação dos termos de troca ao longo do período analisado.

A partir destes resultados, avalia-se que o Brasil, como um dos principais exportadores de soja e milho no mundo, tem condições de manter esta posição de líder em termos de produção e de exportação destes produtos, principalmente ao se considerar que não há perdas nos termos de troca para ambos os produtos no período analisado.

Por outro lado, o estudo corrobora a avaliação empírica de que os produtores gaúchos são tomadores de preços, com poucas margens para alterar os preços e a relação dos termos de troca nestas atividades. O estudo também destaca a importância de avaliar os fatores que afetam a formação de preços agrícolas e os termos de troca, viabilizando aos agentes públicos e privados mais informações disponíveis para a formulação de políticas agrícolas e de estratégias voltadas a estimular a rentabilidade agrícola e a promoção e desenvolvimento de políticas de segurança alimentar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTERIOU, D.; HALL S. G. Applied Econometrics. 2. ed. New York: Palgrave Macmillan, 2011. 499 p.
- BINI, Dienice Ana e DENARDIN, Anderson Antônio. Correlação e causalidade entre os preços de *commodities* e energia. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/sul/2013>>. Acesso em: 8 out. 2013.
- BLACK, Clarissa. Tendência, quebra estrutural e persistência dos choques no preço da soja de 1960 a 2014. Indicadores Econômicos. FEE, Porto Alegre, v. 43, n.3, p. 9-26, 2016.
- CALDARELLI, Carlos, CAMARA, Marcia Regina, BACCHI, Mirian Rumenos. Análise da Interdependência dos mercados de soja e milho no Brasil e Paraná: uma aplicação da metodologia VEC. Sober47 congresso, Porto Alegre, 2009.
- EMATER/RS-ASCAR – Preços Agrícolas. Disponível em: [www.emater.tche.br](http://www.emater.tche.br) Acesso em: 20 out. 2013.
- FNP. Anualpec 2013 – Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo, 2013.
- FRIEDRICH, Mathias. Uma análise da demanda por fertilizantes no Brasil no período de 1970 a 2010. 2012. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) – Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, PUCRS, Porto Alegre, 2011.
- GUJARATI, Damodar. Econometria Básica. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.
- GUTIERREZ, Carlos Enrique; ALMEIDA, Fernanda Matos. Modelagem e Previsão do Preço do Café Brasileiro. Revista de Economia, v. 39, n. 2 (ano 37), p. 7-27, mai./ago. 2013.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Agrícola Municipal. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2013.
- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Sumário Executivo Soja – Mar/2015. Disponível em:<[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 10 de mar. 2015a.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Sumário Executivo Milho – Mar/2015. Disponível em:<[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 10 de mar. 2015b.

MARÇAL, Emerson Fernandes. Há realmente uma tendência a deterioração dos termos de troca? Uma análise dos dados brasileiros. *Revista Economia*, Campinas, v. 7, p. 307-329, 2006.

MATTEI, Lauro; PAULINI, Francisco. A deterioração dos termos de troca na agricultura brasileira no pós-guerra, segundo a abordagem convencional. *Revista Economia Ensaios*, Uberlândia, MG, v. 23, n. 1, p. 21-36, jul./dez. 2008.

SPOLADOR, Humberto Francisco; FREITAS, Rogério Edivaldo. Termo de troca para o milho na agricultura brasileira. IPEA, maio 2007. (Texto para Discussão n. 1279).

TEIXEIRA, G. S.; ALMEIDA PINTO, P. A. L. Análise de quebra estrutural e previsão do preço do feijão recebido pelo produtor no Brasil. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco – Acre. 20 a 23 de julho de 2008.

VIEIRA, Fabrício de Assis; HOLLAND, Márcio. Crescimento econômico secular no Brasil, modelo de *Thirlwall* em termos de troca. *Economia e Sociedade*, Campinas, v.17, n.2 (33), p. 17-46, ago. 2008.

