

# RELAÇÕES DE TROCAS E CAUSALIDADE DE GRANGER ENTRE PREÇOS PAGOS E RECEBIDOS PELA SOJA E MILHO, INSUMOS E MÁQUINAS NO RIO GRANDE DO SUL, ENTRE 1986 E 2013.

Célio Alberto Colle<sup>1</sup>  
Maria Ines Caetani<sup>2</sup>  
Carolina S. da Trindade<sup>3</sup>  
Augusto Mussi Alvin<sup>4</sup>

**Grupo:** Estudos setoriais, cadeias produtivas, sistemas locais de produção.

## Resumo

Historicamente o milho e a soja estão entre as culturas que disputam a maior área plantada e produção no Brasil. Este artigo examina as relações de troca e a causalidade de Granger entre os preços recebidos (mensais) pelos produtores para o milho e a soja e os preços pagos de quatro séries para fertilizantes e duas para máquinas (trator e colheitadeira) no RS, entre fevereiro de 1986 e dezembro de 2013. Foi utilizado um modelo econométrico que buscou identificar a relação de causalidade a partir de um vetor Auto-regressivo (VAR). Os testes mostraram que as séries são não estacionárias em nível e estacionárias em primeira diferença. Os testes do resíduo de Engler Granger e o de Johansen indicam que as séries se cointegram. Os resultados mostram que existe transmissão (causalidade unidirecional) de preço da soja no RS para o milho, trator, colheitadeira e fertilizante (5-20-10) e o preço do milho causa o preço do fertilizante (5-20-10), da ureia e do trator. Além de bicausalidade entre o preço do milho e trator. No entanto o preço da soja não é afetado por nenhum outro produto em nível regional, evidenciando que o seu preço é formado no mercado internacional.

**Palavras-chaves:** preços agrícolas, causalidade, insumos agrícolas.

## Abstract

Historically corn and soybeans are among the crops that compete for the largest acreage and production volume in Brazil. This article examines the exchange relationships and Granger causality between prices received (monthly) by the producers for corn and soybeans and the prices paid for four series and two fertilizer equipment (tractors and harvesters) in Rio Grande do Sul (RS) between February 1986 and December 2013. An econometric model that sought to identify the causality from a vector autoregression (VAR) was used. The tests showed that the series are non-stationary in levels and stationary in first difference. Tests residue Engler Granger and Johansen indicate that the series is cointegrate. The results show that there is transmission (unidirectional causality) price of soybean in RS for corn, tractor, harvester and fertilizer (5-20-10) and the price of corn because the price of fertilizer (5-20-10), the urea and tractor. Besides bicausalidade between the price of corn and tractor. However the price of soybeans is not affected by any other product on the regional level, showing that its price is determined in the international market.

**Keywords :** *agricultural prices , causality, agricultural inputs.*

---

<sup>1</sup> Doutorando do curso de Economia do Desenvolvimento da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) e Extensionista Rural da Emater/RS-Ascar. E-mail: [celio.colle@gmail.com](mailto:celio.colle@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestranda do curso de Economia do Desenvolvimento da PUC-RS. E-mail: [inescaetani@gmail.com](mailto:inescaetani@gmail.com)

<sup>3</sup> Aluna de graduação em Ciências Econômicas da PUCRS. E-mail: [carolina.trindade.001@acad.pucrs.br](mailto:carolina.trindade.001@acad.pucrs.br).

<sup>4</sup> Doutor em Economia e Professor da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da PUC-RS. E-mail: [augusto.alvim@pucrs.br](mailto:augusto.alvim@pucrs.br).

## 1. INTRODUÇÃO

Os preços recebidos pelos produtores variam devido à oferta e a demanda, e estes podem influenciar os insumos (custos de produção). O RS é um dos estados pioneiros na produção agrícola. No início da década de 1970 a produção de soja e milho representava 80% da produção brasileira, enquanto que na última safra esses produtos representaram apenas 11,2% (IBGE, 2013).

Os preços das *commodities* agrícolas são influenciadas pelo mercado e afetam a renda e a balança comercial agropecuária que por sua vez possui expressiva participação nas exportações<sup>5</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 da instabilidade afirmam que nos últimos anos os produtos tiveram sua elevação nos preços motivados pelo crescimento populacional, aumento no poder de consumo nos países em desenvolvimento, principalmente China e Índia, e aumento na demanda de produtos para a produção de biocombustíveis. A instabilidade de preços no mercado internacional, associado a abertura comercial, integração entre as cadeias agroalimentares de outras regiões, entre outros, refletem nos preços regionais, visto que, o Brasil participou em 2012 com 45,5% nas exportações mundiais de soja e 21,4% nas exportações mundiais de milho.

Segundo IBGE, a área cultivada no Brasil entre 1990 e 2013 aumentou em 39% para a cultura do milho e 141% para a soja, enquanto que, neste período as produções de soja e de milho aumentaram, 309% e 276%, respectivamente. Para o Rio Grande do Sul, o aumento da produção de soja foi de 99% com 31% na expansão da área, enquanto que o milho teve uma de redução 37% na área, mas um ganho de 32% na produção, entre 1990 e 2013.

Este artigo tem como objetivo avaliar a relação existente entre os preços recebidos (soja e milho) e os preços pagos pelos produtores (insumos e máquinas). Questiona-se a soja é influenciada pelos preços dos insumos? Ou se o preço da soja influencia o preço dos insumos, máquinas e milho? De acordo com MAPA (2007), cerca de 2/3 dos produtores de milho são sojicultores e possuem na soja sua atividade principal, o que sinaliza uma interdependência dessas atividades.

Além da introdução o artigo está dividido em quatro partes. A segunda descreve a evolução da oferta e demanda dos produtos e as possíveis relações com a formação de preços.

---

<sup>5</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).

A terceira detalha a metodologia utilizada e na quarta parte analisa os dados oriundos das estimações dos modelos e, por fim, são delineadas considerações.

## 2. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DOS PRODUTOS SELECIONADOS

A produção brasileira de soja em 2013 alcançou 81,4 milhões de toneladas, representando 31% da produção mundial, mas para a safra 2014a estimativa do USDA é que a produção atinja 88,0 milhões de toneladas, tornando-se o maior produtor mundial a frente dos Estados Unidos com 85,5 milhões de toneladas. A produção do Rio Grande do Sul, na última safra, foi de 12,5 milhões de toneladas, representando 15,4% da produção brasileira, tabela 1.

**Tabela 1- Participação dos principais estados produtores do Brasil na produção de soja, safra 2012/13**

Estados produtores	Produção em mil t	Porcentagem do total da safra
Mato Grosso	23.533	28,9%
Paraná	15.912	19,5%
Rio Grande do Sul	12.535	15,4%
Goiás	8.563	10,5%
Mato Grosso Sul	5.809	7,1%
Minas Gerais	3.375	4,1%
Bahia	2.692	3,3%
Outros	9.038	11,1%
Total	81.457	

**Fonte:** MAPA (2013a).

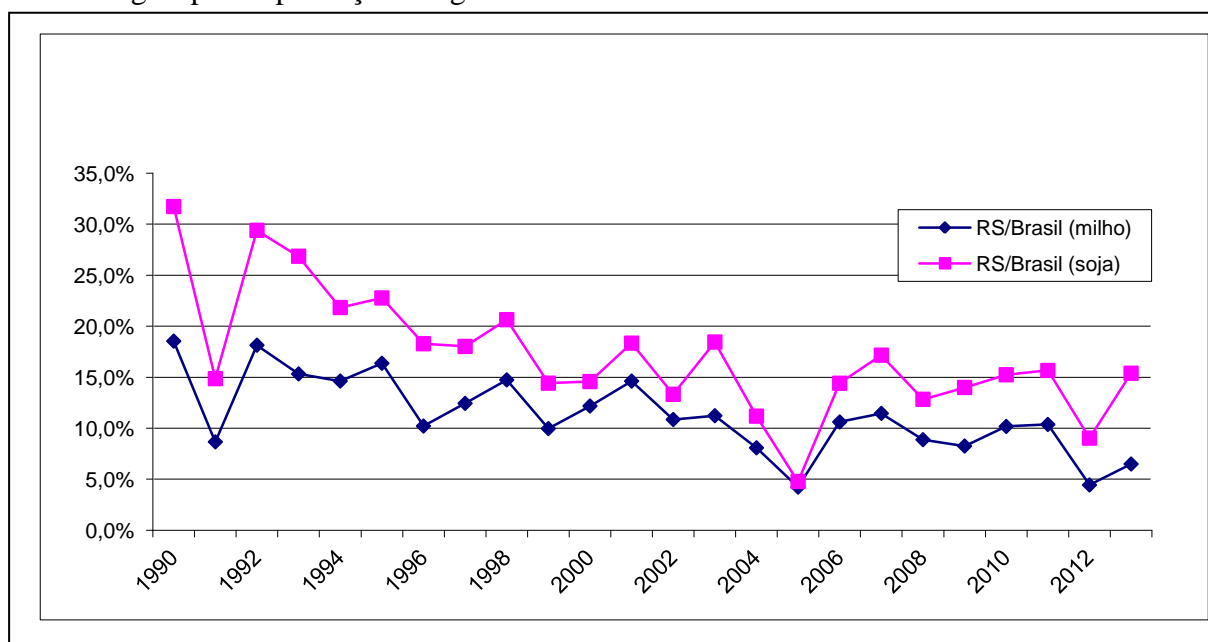
A produção de milho no Brasil alcançou 80,2 milhões de toneladas em 2013, enquanto que a produção do Rio Grande do Sul foi de 5,2 milhões de toneladas, correspondendo a 6,5% da produção nacional, conforme tabela 2. Essa produção é inferior a demanda que é estimada entre 5,5 a 6,0 milhões de toneladas. Os estados da Região Sul, em 2012, foram responsáveis por 55,2% da produção de carne de frango e continham 48,5% do rebanho suíno. (FNP, 2013). Neste sentido, para evitar a elevação dos custos de produção das carnes o governo utiliza programas de apoio a comercialização do milho com subsídios para a transferência do produto das regiões produtoras e que possuem excedentes, principalmente dos estados da Região Norte para os estados consumidores do Sul.

**Tabela 2- Participação dos principais estados produtores do Brasil na produção de milho, safra 2012/13**

Estados produtores	Produção em mil t	Porcentagem do total da safra
Mato Grosso	19.893	24,4%
Paraná	17.642	21,7%
Mato Grosso Sul	7.821	9,6%
Minas Gerais	7.451	9,1%
Goiás	7.126	8,7%
Rio Grande do Sul	5.384	6,6%
São Paulo	5.200	6,4%
Outros	9.736	12,0%
Total	80.253	

**Fonte:** MAPA (2013b)

O gráfico 1 mostra a participação da produção de soja e milho do Rio Grande do Sul em relação à produção brasileira. A produção no Brasil cresce em ritmo mais acelerado do que no RS<sup>6</sup>. A produção regional cresce em produtividade, mas com percentual inferior aos estados do norte que apresentam áreas para a expansão horizontal, topografia que facilita a mecanização e áreas médias das unidades produtivas maiores facilitando a adoção de tecnologias para a produção em grande escala.



**Gráfico 1 - Participação da produção de milho e soja do RS no Brasil, entre 1990 e 2013.**

**Fonte:** IBGE (2013)

<sup>6</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 as atividades agrícolas. O crescimento da produção neste Estado deverá ocorrer pelo ganho em produtividade através da utilização de tecnologias ou substituição entre os cultivos.

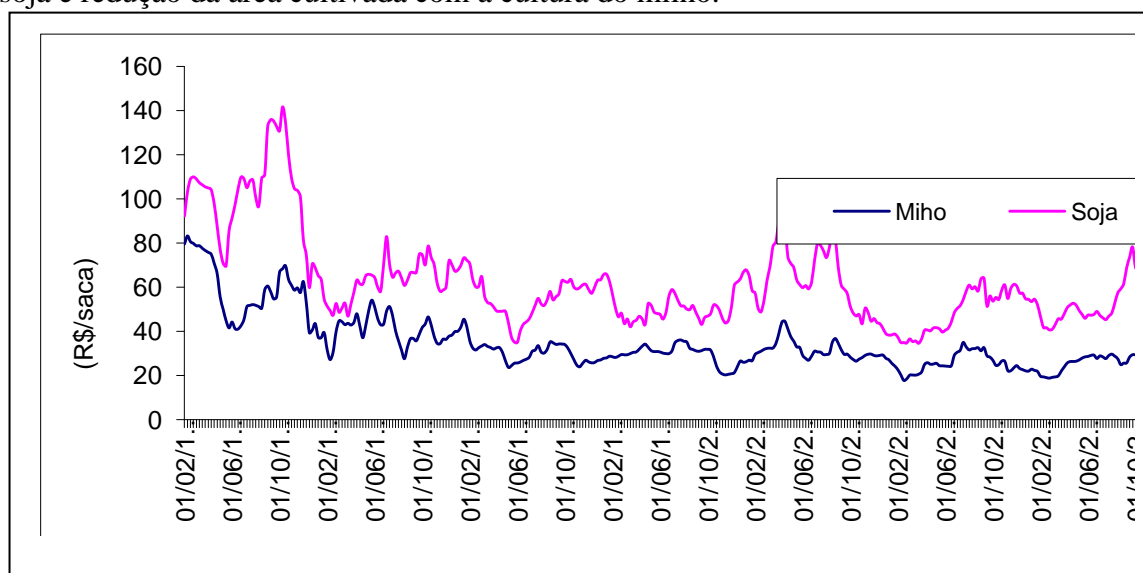
A produção de milho e soja contribuem com cerca de 80% da produção de grãos no Brasil, 162,3 milhões de toneladas em 2013. A diferença entre as duas culturas está no fato de que a soja possui elevada liquidez, dada as suas características de *commodity* no mercado internacional, enquanto que milho tem 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 a decisão tende para o 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>7</sup>

Segundo IBGE, a área cultivada no Brasil entre 1990 e 2013 aumentou em 39% para a cultura do milho e 141% para a soja. Esse crescimento refletiu aumento na produção para o período, enquanto para a soja o aumento foi de 309%, o milho aumentou 276%.

Para o Rio Grande do Sul, o aumento da produção de soja foi de 99% com 31% na expansão da área, enquanto que a área de cultivo de milho teve uma redução 37%, o ganho em produtividade resultou em um aumento de 32% na produção, entre 1990 e 2013.

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.



**Gráfico 2 – Evolução dos preços da soja e do milho no RS, entre 1986 e 2013.**

**Fonte:** Emater/RS-Ascar (2013)

<sup>7</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 existe uma base teórica para o fato porque cada produtor possui níveis de produtividade e custos diferentes para cada cultura.

O Brasil é um grande produtor e exportador de produtos agrícolas. O crescimento na produção de soja e o milho deverá ter o mercado internacional como o principal destino. Neste contexto, os preços internos ficarão cada vez mais atrelados ao mercado global e consequentemente, mais sensível aos choques externos.

### **3. METODOLOGIA**

Nesta seção procurou-se descrever a seleção das variáveis e os métodos utilizados. Analisam-se as relações entre os dois principais produtos (soja e milho), através dos preços recebidos, no Rio Grande do Sul e os preços pagos pelos principais insumos utilizados nestas culturas. Inicialmente foram realizados testes para verificar a estacionalidade das séries, após a verificação de cointegração para testar se existe ou não o problema de regressão espúria. A partir do VAR foram geradas as funções impulso-resposta para choques de preços nas séries históricas da soja e do milho. E finalizando apresenta-se o teste de causalidade de Granger no sentido de avaliar a ocorrência ou não de causalidade entre os preços pagos e recebidos na agricultura do Rio Grande do Sul.

#### **3.1. Fonte de dados**

Nesta seção, serão discutidas as variáveis escolhidas para o estudo. As séries de preços são mensais da Emater/RS-Ascar para o Rio Grande do Sul. Os produtos escolhidos foram à soja e o milho que são as principais culturas de verão, com uma área cultivada, em 2013, de 4,62 e 1,05 milhões de hectares respectivamente, representando em torno de 70% da área cultivada com cereais no Rio Grande do Sul. Em relação aos preços pagos pelos produtores utilizou-se a série dos principais fertilizante para cada cultura, ou seja, a ureia e o fertilizante 5-10-10 para a cultura do milho e os fertilizantes 0-20-20 e 0-28-20 para a cultura da soja<sup>8</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 deflacionadas pelo IGP-DI de setembro de 2013.

---

<sup>8</sup> Por exemplo, o fertilizante 5-10-10, significa que uma tonelada contém 5% de nitrogênio, 10% de fósforo e 10% de potássio. A diferença entre as formulações ocorre devido a demanda das culturas e da quantidade desses nutrientes que já estão disponíveis no local do plantio. A ureia contém 44% de nitrogênio e é utilizada na cultura do milho. A cultura da soja não utiliza esse fertilizante.

Preços recebidos	Preços pagos
Soja	Trator
Milho	Colheitadeira
	Ureia
	Fertilizante 0-20-20 (F:2/20/20)
	Fertilizante 0-28-20 (F:0/28/20)
	Fertilizante 5-10-10 (F:5/20/10)

**Quadro 1 - Relação de produtos e insumos investigados**

Fonte: Emater/RS-Ascar (2013).

Os produtos escolhidos, os insumos e as máquinas escolhidos são aqueles mais representativos no meio rural para o Rio Grande do Sul. Além disso, espera-se que esses apresentem diferenças nos resultados conforme comportamento visualizado na prática.

### 3.2 Teste de Raiz Unitária

O estudo da raiz unitária das séries temporais é muito importante porque através dele verifica-se a sua estacionalidade. A maioria das séries econômicas é não-estacionária o que leva a inconsistência dos estimadores de mínimos quadrados e 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 resultando na não estacionalidade da série. O teste ADF é expresso da seguinte forma:

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

Sendo que,

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

Ho:  $\rho = 0$ , 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 será realizada através do ADF que é um teste mais potente porque inclui defasagens extras da variável dependente com o intuito de eliminar a autocorrelação.

Pode-se fazer o teste em três formas:

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

$$\Delta Y_t = a_0 + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho} \beta_i \Delta Y_{t-1} \quad \text{Apenas com intercepto;}$$

$$\Delta Y_t = a_0 + \gamma Y_{t-1} + a_2 t + \sum_{i=1}^{\rho} \beta_i \Delta Y_{t-1} \quad \text{Com tendência e intercepto;}$$

### 3.3 Vetores Autorregressivos e Cointegração

O uso do VAR na estimação econométrica surgiu como uma solução para modelos de series temporais multivariadas. Modelo onde as 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 autoregressivos. 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 Asterius e Hall (2011), quando não estamos confiantes de que a variável é exógena nos temos que torna-la endógena. Sua formulação é representada na forma primitiva pelas equações abaixo onde as variáveis  $Y(t)$  e  $X(t)$  sendo exógenas não identificáveis e estacionárias.

$$y_t = \beta_{10} - \beta_{12} x_{12} + \gamma_{11} Y_{t-1} + \gamma_{12} Y_{t-1} + \mu_{yt} \quad (3)$$

$$x_t = \beta_{20} - \beta_{21} Y_t + \gamma_{21} Y_{t-1} + \gamma_{22} Y_{t-1} + \mu_{xt} \quad (4)$$

Assim, sai de um modelo complexo de duas variáveis, conforme acima, e agora 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.

#### Causalidade de Granger

Granger (1969) desenvolveu um teste simples que definiu a causalidade da seguinte forma: uma variável  $y_t$  é dita causal no sentido de Granger, se



$x_t$  pode ser previsto com maior precisão usando os valores passados de  $Y$  do que não usando, mantendo todos os valores constantes.

$$Y_t = a_1 + \sum_{i=1}^M \beta_i Y_{t-1} + \sum_{j=1}^M \gamma_j Y_{t-j} + I_{1t} \quad (5)$$

$$X_t = a_2 + \sum_{i=1}^M \theta_i Y_{t-1} + \sum_{j=1}^M \gamma_j Y_{t-j} + I_{2t} \quad (6)$$

Para o desenvolvimento do modelo citado foi utilizado o *software* econométrico *Eviews*. Na seção seguinte são apresentados e discutidos os principais resultados.

#### 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção apresentam-se os testes e os resultados das séries de preços para a soja, milho, fertilizantes e máquinas. Esses testes deverão mostrar se as series são estacionárias, se cointegram, observar se os preços de ajustam a partir de um choque de preços e se existe causalidade entre as variáveis.

Para verificar se as séries são estacionárias é realizado o teste ADF aumentado. Conforme resultados apresentados na tabela 3, todas as séries de variáveis utilizadas são integradas de ordem I(1), ou seja, são não estacionárias em nível e estacionárias em primeira diferença a um nível de significância de 1%. Portanto, rejeita-se a hipótese alternativa de ausência de raiz unitária nas variáveis em nível. Mas em primeira diferença aceita-se a hipótese alternativa de ausência de raiz unitária, ou seja, há estacionalidade.

**Tabela 3: Resultados do Teste de Dickey Fuller Aumentado (ADF) para sereis de preços.**

Séries	Nível			Primeira Diferença		
	Estatística ADF	Valores críticos 1%	Ordem de integração	Estatística ADF	Valores críticos 1%	Ordem de integração
Soja	3,192100	3,476800	I(1)	14,24314	3,450038	I(0)
Milho	1,865574	2,572251	I(1)	5,655172	3,455068	I(0)
Colheitadeira	2,315974	3,450682	I(1)	23,52133	3,450038	I(0)
Trator	1,766294	3,450161	I(1)	8,801072	3,450161	I(0)
Ureia	3,222312	3,450038	I(1)	13,21667	3,450038	I(0)
Fertilizante 0-20-20	3,836241	3,986284	I(1)	10,06127	3,450099	I(0)
Fertilizante 0-28-20	3,031224	3,449977	I(1)	17,52385	3,450038	I(0)
Fertilizante 5-20-10	3,281113	3,450099	I(1)	10,79262	3,450161	I(0)

**Fonte:** Resultado da pesquisa, elaboração do autor.

Como as séries são não estacionárias em nível, o próximo passo é verificar se as séries são cointegradas para testar se existe ou não problema de regressão espúria. Inicialmente é avaliado o número ideal de defasagens que o vetor de cointegração deve ter. O número de defasagens foi realizado através do critério de informação de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn, conforme tabela 4.

**Tabela 4 - Teste do numero de defasagens do modelo VAR**

N defasagens	AIC	SC	HQ
0	115.3574	115.4499	115.3943
1	100.5333	<b>101.3659*</b>	100.8655
2	100.1393	101.7120	<b>100.7668*</b>
3	<b>99.92766*</b>	102.2405	100.8504

\* Numero de defasagens escolhidas. Com 328 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. Na situação, entre os três citados o indicado para o desempate é o Schwarz, ou seja, o teste indica apenas uma defasagem.

Definido o número ótimo de defasagem, realiza-se o Teste de Cointegração de Johansen. Esse teste de cointegração que 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 possuem no máximo quatro vetores de cointegração a um nível de significância de 5%, indicando a existência de uma relação de equilíbrio entre as séries em longo prazo.

**Tabela 5 - Resultados do Teste de Cointegração (Johansen Cointegration Test) para as Séries de Preços.**

Cointegrações	Eigenvalue	Trece Statistic	Valores Críticos 5%	Probabilidade
Nenhuma *	0,220553	231,4264	159,5297	0,0000
No máximo 1*	0,115838	150,1969	125,6154	0,0007
No máximo 2*	0,105017	110,0615	95,75366	0,0036
No máximo 3*	0,088534	73,89178	69,81889	0,0228
No máximo 4	0,064917	43,67129	47,85613	0,1170
No máximo 5	0,039630	21,79030	29,79707	0,3103

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

Outra etapa desenvolvida neste estudo diz respeito aos testes de causalidade de Granger, conforme tabela 6. O objetivo é avaliar se existe causalidade no sentido de que as informações/condições passadas dos preços das séries estudadas afetam o comportamento de

outra variável, bem como complementar os resultados das funções de impulso-resposta. Para isso, utilizou-se uma defasagem em todas as séries de preços e os testes foram aplicados em conjunto de duas a duas. Os resultados dos testes de causalidade de Granger entre preços recebidos e pagos encontram-se na tabela 6 (apresenta-se apenas o conjunto de variáveis que foram significativas e de maior interesse).

**Tabela 6 – Causalidade de Granger estimada a partir de um VAR**

<b>Causalidade</b>	<b>Interpretação</b>
Preço do trator ← Preço da soja	O preço da soja influencia o preço do trator**.
Preço do trator ← Preço da colheitadeira	O preço da colheitadeira influencia o preço do trator.**
Preço do trator ← Preço do milho	O preço do milho influencia o preço do trator.**
Preço da Ureia ← Preço do milho	O preço do milho influencia o preço da uréia**.
Preço do Milho ← Preço da Soja	O preço da soja afeta o preço do milho**.
Preço do milho ← Preço do Trator	O preço do trator afeta o preço do milho**.
Preço da colheitadeira ← Preço da soja	O preço da soja afeta o preço da colheitadeira.***
Preço Fertilizante (F-5-20-10) ← Preço da soja	O preço da soja afeta os preço do fertilizante.*
Preço Fertilizante (F-5-20-10) ← Preço do milho	O preço do milho afeta o preço do fertilizante.*

\*Em nível de 1%. \*\* Em nível de 5%. \*\*\* Em nível de 10%.

O preço da soja no Rio Grande do Sul apresenta causalidade em relação ao preço do milho, trator, colheitadeira e fertilizante (F-5-20-10). No entanto, nenhuns dos produtos analisados influenciam no preço da soja.

A ausência de uma relação de causalidade dos produtos com a soja corrobora com muitos estudos que mostram que a formação do preço para a oleaginosa ocorre no mercado internacional. Mas, o preço da soja no RS possui relação com o preço do milho, de insumos e máquinas<sup>9</sup>.

Caldarelli et. al. (2009) ao estudar 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, cuja grande parte da produção é destinada

<sup>9</sup> A soja é utilizada por muitos como uma referencia de troca para a venda de automóveis, terras, eletrodomésticos, entre outros, além disso, é moeda em inúmeras cidades que possuem a maior parte da renda da população oriunda da agropecuária.

para o mercado interno, possui uma cadeia desorganizada e ausência de projeção de longo prazo. Mesmo assim, os autores apontam um relacionamento forte entre os mercados de soja e milho tanto para o Paraná como para o Brasil.

As exportações brasileiras de milho iniciaram há pouco tempo<sup>10</sup>, ou seja, a formação dos preços ainda é determinada pelo mercado interno. Mas, com o aumento na demanda do milho nos Estados Unidos para a produção de etanol, o Brasil deverá aumentar a sua participação no mercado mundial e, por consequência, os preços também deverão tornarem-se mais internacionalizados. Em 2013, as exportações brasileiras de milho corresponderam a 21,4% das exportações mundiais (MAPA, 2013).

Segundo Friedrich o preço dos fertilizantes no mercado interno é fortemente relacionado ao preço do petróleo no mercado internacional. Assim, os preços tiveram impacto com as crises do petróleo em 1973/74, 1979/80 e em 2008 com a crise financeira mundial e também pela disparada do preço do petróleo. Ainda, 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 indicaram que os preços da soja e do milho influenciam o preço de alguns fertilizantes. O preço do milho causa o preço da uréia e do fertilizante 5-20-10 que são os dois utilizados para a cultura do milho.

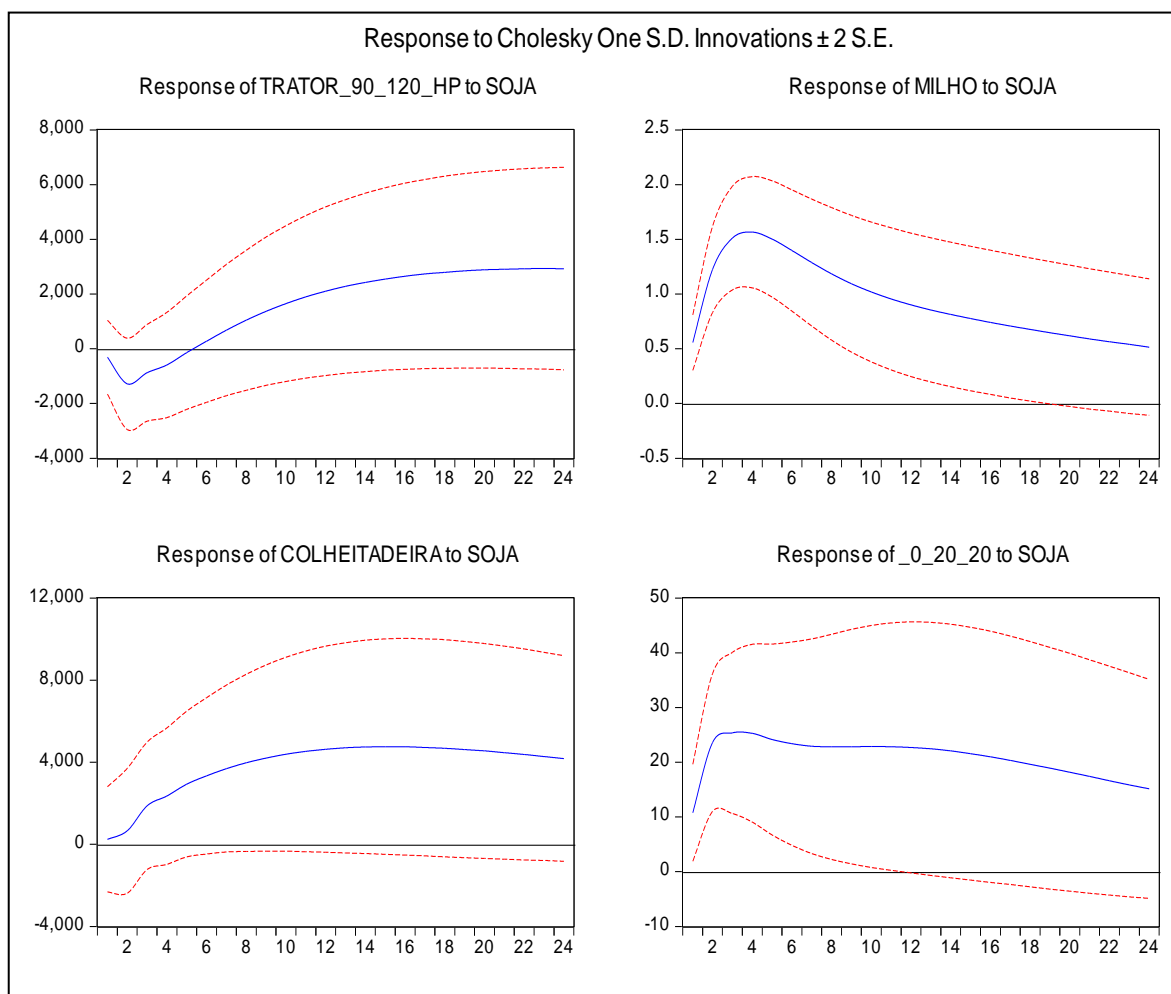
Libera (2009) apontou a existência de uma relação de substituição em termos de oferta entre cultivos de soja e de milho, e ao fato do Brasil consistir em um importante ator no mercado internacional de soja. O autor afirma que um aumento nos preços futuros da soja no CBOT determina a migração de área plantada com milho para a soja devido a uma atratividade econômica dessa atividade. Ele aponta também que o Brasil comporta-se como um tomador de preços, tanto no mercado de milho como no mercado de soja, apesar do seu estudo apontar apenas relação de causa/efeito no sentido de Granger dos mercados futuros para os mercados físicos.

A última etapa do artigo aborda a função impulso resposta. A função de resposta ao impulso é uma técnica, que permite avaliar os efeitos de um choque em uma série temporal sobre a outra.

---

<sup>10</sup> Foram 26,6 milhões de toneladas exportadas em 2013, contra 3,5 milhões de toneladas em 2003 e 2,7 milhões em 2002.

Nas figuras 1 e 2, são apresentados as resposta dos 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, a colheitadeira e o fertilizante (F:0-20-20). 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 a situação de equilíbrio inicial durante o período analisado. Mas os gráficos mostram que um choque na soja influencia os demais produtos.

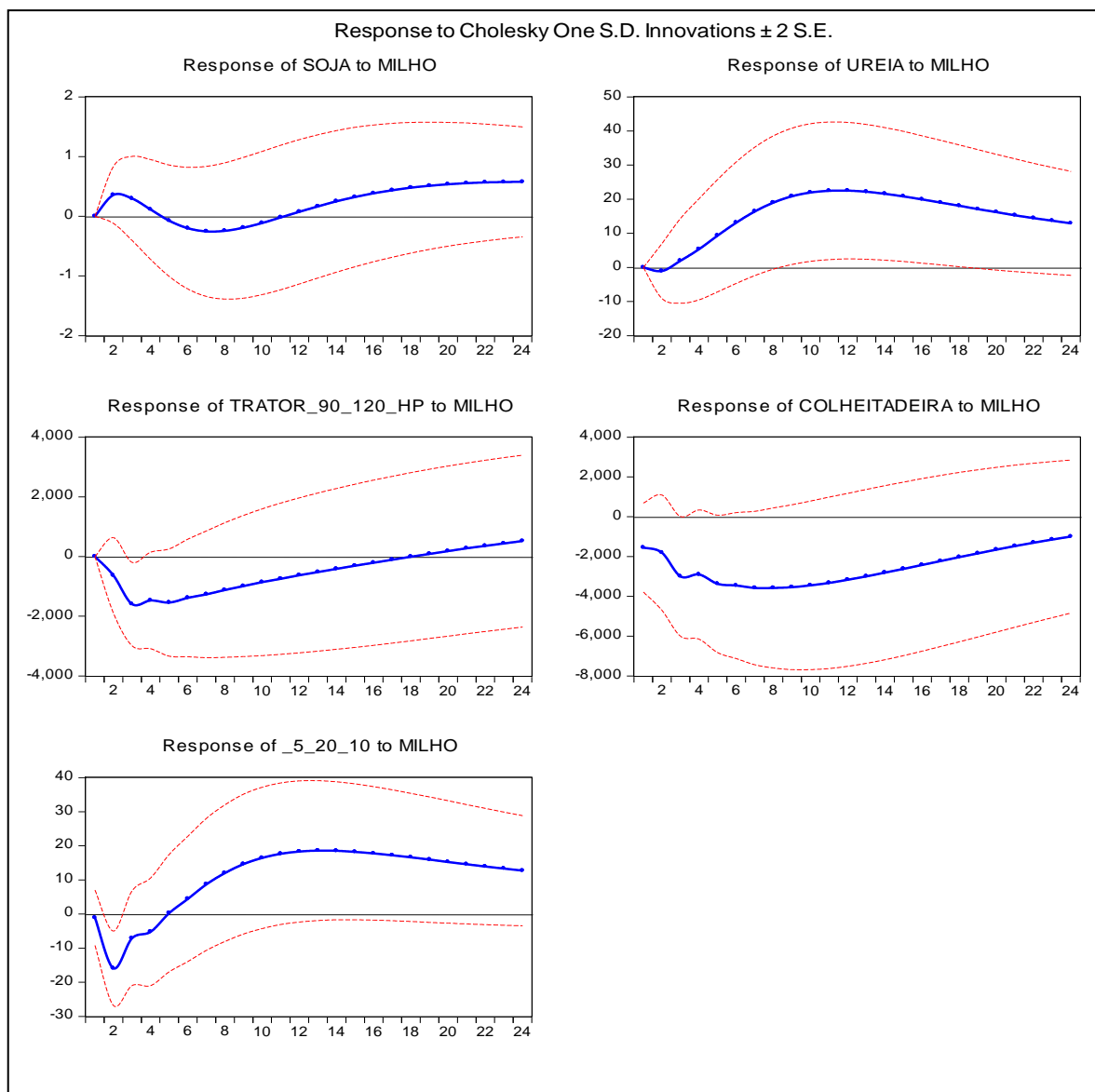


**Figura 1 – Função impulso-resposta do preço do trator, milho, colheitadeira e fertilizante (0-20-20) a um choque nos preços da soja no Rio Grande do Sul.**

Outro aspecto que deverá estar ocorrendo é que os preços dos produtos e insumos são influenciados por preços de alcance nacional e/ou internacional. Assim, uma análise com séries semelhantes em nível nacional e internacional poderiam 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 de forma tão significativa 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 primeiro gráfico da figura 2.

No caso da uréia a função impulso-resposta mostra o efeito positivo a partir do terceiro mês, aumentando esse efeito até o final do primeiro ano, mas não ocorrem ajustes durante o período analisado.



**Figura 2 – Função impulso-resposta do preço da soja, ureia, 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 foi possível analisar que os ajustes não ocorrem 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.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho investigou as relações entre os preços recebidos através do milho e soja e os seus principais insumos e máquinas utilizadas. A soja apresenta elevada liquidez e em média a cada ano, em torno de 35% da produção é comercializada no mercado internacional<sup>11</sup>.

Quanto à verificação dos componentes da transmissão de preços, o teste de causalidade de Granger apontou uma relação unidirecional entre o preço da soja no Rio Grande do Sul e o milho, o trator, a colheitadeira e o fertilizante 5-20-10 com uma defasagem. O preço da soja influencia os demais, mas os demais insumos, máquinas e o milho não influenciam o preço da soja. O preço do milho, além de causar o preço do trator, influencia o preço dos dois fertilizantes usados na produção na sua produção (ureia e 5-20-10). Também observou-se uma bicausalidade entre o preço do milho e o preço do trator.

Devido sua importância, um preço elevado da soja sinaliza para uma possível ampliação da área de cultivo e redução na área com milho, ou seja, um efeito substituição.

A função de resposta ao impulso ocorre de forma mais acentuada quando se aplica um choque de preço para a soja. Neste caso, as demais variáveis, milho, trator, colheitadeira e fertilizantes demoram mais tempo para se ajustar. Enquanto ao aplicar um choque de preço no milho resulta em um impacto mais acentuado para o preço da ureia e do fertilizante 5-20-10 e um menor impacto nos preços no trator, colheitadeira e soja. A série de preço da soja apresenta o menor impacto, quando ocorre choque no milho.

O Brasil é um grande produtor e exportador de produtos agrícolas e a tendência é ampliar ainda mais a sua participação no cenário mundial. Neste sentido, os preços internos ficarão mais atrelados ao mercado global. Assim, estudos que avaliem a causa/efeito das séries de preços poderão ajudar na tomada de decisão dos agentes públicos na formulação de política agrícola, de segurança alimentar e desenvolvimento e para o agente privado na tomada de decisão da escolha da atividade mais lucrativa.

---

<sup>11</sup> Segundo MAPA (2013a) em 2012 a produção mundial de soja foi de 267,9 milhões de toneladas e o fluxo de comércio mundial foi de 95,5 milhões de toneladas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvim, Augusto M. and Bender Filho, Reisoli. Análise de transmissão de preços no mercado de carne bovina entre os países do Mercosul e Estados Unidos. *Revista de Economia e Administração*. vol.7, n.4, pp. 402-418. 2008.
- ASTERIOU, D.; HALL S. G. **Applied Econometrics**. 2. ed. New York: Palgrave Macmillan, 2011. 499 p.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução n. 2.699**, de 24 de fevereiro de 2000. Institui o Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (MODERFROTA).
- 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.
- Caldarelli, Carlos E., Camara, Marcia Regina, Bacchi, Mirian Rumenos. **Análise da Interdependência dos mercados de soja e milho no Brasil e Paraná**: uma aplicação da metodologia VEC. Sober 47 congresso, Porto Alegre, 2009.
- Emater/RS-Ascar – **Preços Agrícolas**. Disponível em: [www.emater.the.br](http://www.emater.the.br) Acesso em: 20 out. 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.
- FNP. Anualpec 2013 – Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo, 2013.
- Gujarati, Damodar. **Econometria Básica**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.
- 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** – Nov/2003. Disponível em:<[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 25 de nov. 2013a.
- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Sumário Executivo Milho** – Nov/2003. Disponível em:<[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 25 de nov. 2013b.
- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Cadeia Produtiva da Soja**. Brasília:IICA/SPA, 2007 (a).
- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Cadeia Produtiva do Milho**. Brasília:IICA/SPA, 2007 (b).
- Sallet, Cíntia Letícia. **Os biocombustíveis no Brasil e a relação entre os mercados agrícolas e de energia**. 2011. Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) – Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, PUCRS, Porto Alegre, 2011.