

INTERAÇÕES DE ESTADOS UNIDOS E BRASIL NO MERCADO MUNDIAL DE SOJA EM GRÃO: UMA ANÁLISE DINÂMICA BASEADA NAS TRAJETÓRIAS ESTOCÁSTICAS DAS EXPORTAÇÕES

**Interaction between Brazil and The United States on the world market for soybeans:
a dynamic analysis based on the stochastic trajectories of exports**

RESUMO

Apresentando-se como um dos principais produtos de exportação do Brasil, a soja em grão é grande responsável pela geração de divisas e emprego na economia brasileira. O mercado internacional desse bem apresenta dois grandes produtores e exportadores: Brasil e Estados Unidos da América (EUA). Buscou-se, no presente trabalho, analisar como as exportações de um dos países eram afetadas pelas exportações de seu concorrente. Para isso, inicialmente verificou-se que o mercado mundial de soja em grão poderia ser caracterizado como um oligopólio e que, sendo assim, poder-se-ia aplicar o modelo de Duopólio de Cournot. A partir daí, aplicou-se a metodologia de Vetores Autorregressivos para captar as relações entre as exportações de soja em grão de Brasil e EUA. A partir dos resultados, através da técnica de simulação, traçou-se a trajetória estocástica de ambas as exportações, o que possibilitou verificar como um país reagiria a decisões do seu concorrente, considerando também a existência de choques totalmente aleatórios. As simulações mostraram que inicialmente a exportação de um país é afetada negativamente, mas com o possível intuito de recuperar sua parcela de mercado, o país afetado reagiria aumentando suas exportações em períodos subsequentes. O Brasil realizaria muito mais esforço para se manter no topo do mercado do que os EUA. Finalmente, ambos os países se alternam na liderança do mercado, ao longo do tempo.

Andressa Lemes Proque
Universidade Federal de Viçosa
andressa.proque@ufv.br

Francisco Carlos da Cunha Cassuce
Universidade Federal de Viçosa
francisco.cassuce@ufv.br

Evaldo Henrique da Silva
Universidade Federal de Viçosa
ehsilva@ufv.br

Recebido em 16/08/2012. Aprovado em 22/08/2014.
Avaliado pelo sistema blind review
Avaliador científico: Cristina Lelis Leal Calegario

ABSTRACT

Known as the major exports product from Brazil, soybean is found to be the most responsible grain for generating foreign exchange and employment in the Brazilian economy. The international market of this good shows two major producing and exporting countries, namely, Brazil and The United States of America (USA). In this work, we sought to analyse the way how exports of one of these countries were affected by the exports of its competitor. Initially, we found that the world market of soybeans could be characterized as an oligopoly, and thus we could use the Cournot duopoly model. Then, we used the Vector Autoregressive methodology for describing the relation between soybean exports from Brazil and USA. According to results, by using the simulation techniques, we designed the stochastic trajectory of both exports, which enabled us to find the way how one of these countries would react against decisions of its competitor, also considering the existence of totally random shocks. Simulations showed that, initially, export from a country is negatively affected but, with the possible intent of regaining its market share, the affected country would react by increasing its exports on subsequent periods. Brazil would need much more effort to be on the market top list than the USA. Therefore, over time, both countries alternate on the market leadership.

Palavras-chave: Brasil, EUA, soja em grão, oligopólio, trajetórias dinâmicas.

Keywords: Brazil, USA, soybean, oligopoly, dynamic trajectories.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja tem grande importância para o agronegócio brasileiro, principalmente quando se refere à geração de divisas. Originária da China, a soja foi introduzida no Brasil em 1892, no estado da Bahia,

não demonstrando resultados satisfatórios (CASSUCE; CRUZ JUNIOR; SILVA, 2004). Apenas em 1949, no Rio Grande do Sul, é que a soja apresentou bons resultados, possibilitando pela primeira vez sua exportação.

Após a crise do abastecimento da agricultura, no período de 1961 a 1963, e a mudança da política econômica

em 1964, o governo iniciou uma política de diversificação das exportações de bens agrícolas. Foram implementadas políticas de crédito rural e criadas agências tecnológicas. Esses incentivos foram, em grande parte, direcionados para a produção de soja, tendo essa cultura um desenvolvimento significativo, sobretudo voltado para exportação a partir de então (COELHO, 1998).

Segundo o estudo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2002), a expansão da cultura contribuiu para uma série de transformações no Brasil, sendo em parte, responsável pela aceleração da mecanização das lavouras, pela modernização do sistema de transportes, pela expansão da fronteira agrícola e pelo incremento do comércio internacional, dentre outras mudanças. Isso possibilitou ao Brasil ampliar suas exportações, bem como o fluxo de divisas estrangeiras. Além da grande importância da soja na geração de produto e de divisas, essa cultura é relevante para a geração de empregos na economia brasileira. Estima-se que, em 2003, o complexo foi capaz de gerar, aproximadamente, 642.672 empregos diretos, chegando a um total de 3.856.032 empregos indiretos (ROESSING; LAZZAROTTO, 2004).

O destaque da soja em grão mediante o quadro externo é refletido pela posição ocupada pelo Brasil, frente ao comércio internacional. O uso de novas tecnologias combinado às condições climáticas favoráveis colocou o País na posição de segundo maior produtor mundial. Desse modo, o País vem, ao longo dos últimos anos, ampliando sua participação na produção total e no mercado exportador. Segundo Rizzi e Paula (2010), a produção brasileira de soja é quase totalmente voltada para exportação. Além da soja em grão, destaca-se dentro do complexo de soja, o farelo. Em relação a esse, tem-se o mercado europeu como o principal importador do Brasil.

A balança comercial brasileira apresentou, no ano de 2007, um superávit de US\$ 40.039 bilhões. O complexo de soja foi responsável por 7,9% do total das exportações, encabeçando a pauta de exportações do agronegócio brasileiro. Em 2008, o complexo de soja foi responsável por 9,08% da pauta de exportações brasileiras atingindo, em 2009, 11,30% (BRASIL, 2011). O acréscimo das exportações brasileiras representou um aumento da entrada de divisas para o País. Isso proporcionou um crescimento da receita total bruta, no período de 1992 a 2005, da ordem de 351,26% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE, 2011). Em relação à produção mundial, na safra de 2009/10, Estados Unidos e Brasil responderam por,

aproximadamente, 61% da produção de soja em grão, sendo o Brasil responsável por 25% do total produzido.

O mercado da *commodity* em questão torna-se ainda mais concentrado com relação às exportações. Estados Unidos e Brasil foram responsáveis por, respectivamente, 45% e 32% das exportações mundiais de soja em grão, na safra de 2009/10, totalizando 77% do total exportado (ABIOVE, 2011). Essa estrutura concentrada é citada por Lima e Carvalho (2003). Sendo o mercado mundial de soja dominado por Brasil e EUA, pode-se dizer que a decisão de produção e exportação de seu concorrente, ou seja, a produção e a exportação americana influenciarão a produção e a quantidade exportada pelo Brasil, e vice-versa. Contudo, por se tratar de um produto voltado para exportação, especialmente no caso brasileiro, deve-se frisar que outras variáveis como taxa de câmbio, renda externa, fatores climáticos e barreiras técnicas e fitossanitárias, dentre outras, também são fundamentais para determinar o volume exportado de soja em grão por ambos os países.

Com base nesses elementos e na evidência de que a soja é uma *commodity* importante para o agronegócio brasileiro, o mercado pode ser caracterizado como um oligopólio. Desse modo, Estados Unidos e Brasil atuam como principais produtores e exportadores. A partir daí, surge o problema da influência nas decisões de exportação de um país em relação ao seu concorrente. É importante destacar que há um aumento da produção e exportação brasileira, nos últimos anos, e com isso o Brasil estaria deslocando os Estados Unidos no mercado mundial de soja em grão.

Considerando-se as exportações, um elevado grau de concentração no mercado implicaria em um comportamento interdependente entre os países participantes, o que leva à falta de competição no mercado. Conforme Leite e Santana (2010), a falta de competição pode afetar a eficiência interna dos países, conduzindo a um desestímulo na melhoria dos processos de produção. Outro ponto importante, é que a cultura da soja está sujeita a choques como fatores climáticos e barreiras não tarifárias. Tais choques poderiam afetar a produção e, consequentemente, a exportação do Brasil e dos EUA. Dessa forma, um desses países aproveitaria para deslocar seu concorrente no mercado.

Estando o Brasil entre os maiores produtores e exportadores mundiais de soja, e diante da importância deste produto na agropecuária e na geração de divisas brasileiras, é de fundamental importância analisar os impactos de variações nas exportações americanas desse produto, sobre o volume exportado de soja pelo Brasil.

Assim, buscou-se analisar, no trabalho, o mercado mundial da *commodity*, no período de 1961 a 2008. Especificamente, pretende-se: verificar se o mercado internacional da soja em grão é oligopolizado, tendo como principais agentes Estados Unidos e Brasil; analisar as interações entre os principais países exportadores mundiais da soja em grão, em meio a choques aleatórios; verificar o grau de influência entre as exportações americanas e brasileiras da *commodity*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.2 Curvas de Reação de Mercado Oligopolizado

A presença de poucos países na dominação do mercado mundial e a questão da homogeneidade do produto implica na caracterização do oligopólio de Cournot. Desse modo, o mercado internacional da soja em grão pode ser caracterizado como um duopólio de Cournot, sendo Estados Unidos e Brasil os principais exportadores representativos. Nesse modelo, os países exportam produtos homogêneos e conhecem a curva de demanda do mercado analisado.

A essência do modelo de Cournot, segundo Pindyck e Rubinfeld (1994), é que cada país atribui como fixo o nível de exportação de seu concorrente e, portanto, toma sua decisão conforme a quantidade exportada pelo adversário. Nessa abordagem, os países em questão (EUA e Brasil) tomam suas decisões de exportação, considerando as reações de seus rivais, mesmo agindo individualmente. EUA e Brasil decidem simultaneamente as quantidades exportadas, não sendo nenhum desses o líder no mercado. No equilíbrio, cada país maximizará seu lucro em função da quantidade exportada por seu concorrente. Esse ponto é chamado equilíbrio de Nash na literatura e a situação é de um jogo não cooperativo. Com base nessa estrutura teórica geral, os países competem em produto.

No desenvolvimento do modelo de Cournot, seu preço de equilíbrio é maior que o sistema de concorrência perfeita, e, no entanto, menor que o preço praticado pelos monopolistas. Com relação à produção, o duopólio possui níveis inferiores àqueles atingidos pela concorrência perfeita. Nas estruturas de mercado citadas, os países não agem com base nas ações dos concorrentes, como é o caso dos oligopólios.

A característica fundamental dos modelos oligopolistas é a interdependência dos agentes. Com isso, poder-se-ia inferir que, as decisões ligadas às exportações norte-americanas afetariam diretamente o Brasil, e vice-versa. No modelo desenvolvido por Cournot, essa

interdependência possibilitaria a construção de curvas de reação ou funções de reação, que representam o modo pelo qual cada país reage às ações de outros oligopolistas (HENDERSON; QUANDT, 1976; KON, 1999).

No presente trabalho, as curvas de reação informam o quanto cada país deverá exportar da soja em grão, em função da quantidade exportada pelo seu principal concorrente, frente ao mercado internacional da *commodity*. No ponto de equilíbrio, cada país determinará a quantidade a ser exportada com base em sua própria curva de reação, de modo que os níveis de exportação sejam encontrados no ponto de interseção entre as duas curvas.

A formalização de um modelo de duopólio de Cournot pode ser encontrada em Vasconcelos e Oliveira (2006). Considerando que Estados Unidos e Brasil competem na oferta de exportação da soja em grão, suponha que q_1 e q_2 sejam as quantidades exportadas em toneladas, por cada um desses países. Nessa formalização, a maximização do lucro de um país depende da quantidade exportada por seu concorrente. Admita como sugerido, que a demanda mundial de exportação por soja em grão seja linear e descrita pela equação (1):

$$p = a - b(q_1 + q_2) \quad (1)$$

onde p é o preço da soja em grão; q_1 é a quantidade exportada de soja em grão pelos EUA; q_2 a quantidade exportada pelo Brasil; e a e b constantes positivas.

Essa especificação supõe que o custo marginal de produzir soja em grão em cada país é nulo, de modo que a maximização do lucro desses países se dá via maximização da receita. Sendo assim, assumindo que os EUA espere que o Brasil exporte q_2^B , o lucro dos EUA se resume ao esperado na equação (2).

$$\pi_1^{\text{esperado}} = pq_1 = aq_1 - bq_1^2 - bq_1^B \quad (2)$$

Sabendo-se que a única variável de controle americana na equação (2) é q_1 , a maximização do lucro é demonstrada na equação (3)

$$\frac{\partial \pi_1^{\text{esperado}}}{\partial q_1} = a - 2bq_1 - bq_2^B = 0 \quad (3)$$

De posse da especificação acima, os autores apresentam a curva de reação dos EUA mediante as modificações esperadas na quantidade exportada de soja em grão pelo Brasil, exposta na equação (4)

$$q_1 = \frac{a - bq_2^B}{2b} \quad (4)$$

 π_1^{esperado}

O mesmo pode ser desenvolvido na tentativa do Brasil maximizar seu lucro esperado, encontrando a curva de reação apresentada na equação (5)

$$q_2 = \frac{a - bq_1^E}{2b} \quad (5)$$

O equilíbrio no mercado oligopolizado de soja em grão é encontrado no ponto de interseção das curvas de reação dos dois países, onde $q_1 = q_1^E$ e $q_2 = q_2^B$, resultando no seguinte sistema de equações (6)

$$\begin{cases} q_1 = \frac{a - bq_2}{2b} \\ q_2 = \frac{a - bq_1}{2b} \end{cases} \quad (6)$$

O sistema (6) apresenta a solução $q_1 = q_2 = \frac{a}{3b}$, e a exportação conjunta dos países é dada por $\frac{2a}{3b}$ a um preço oligopolizado de $\frac{a}{3}$. Assim, no ponto de equilíbrio cada país alcança 1/3 do mercado. Em (6), a equação $q_1 = \frac{a - bq_2^B}{2b}$ é a curva de reação dos EUA, que mostra como o país reage a uma ação do Brasil. Essa curva demonstra a quantidade ótima a ser exportada pelos EUA, dado a estratégia de exportação brasileira. A Figura 1 ilustra as curvas de reação para cada país.

A curva de reação dos Estados Unidos indica a quantidade que o país exportará em função da estimativa sobre a quantidade que será exportada da soja em grão pelo Brasil. O mesmo ocorre para as curvas de reação

do Brasil. Desse modo, a quantidade maximizadora de lucros dos Estados Unidos será uma relação decrescente das suas estimativas, sob a quantidade exportada brasileira.

3 METODOLOGIA

Inicialmente, é determinado se o mercado mundial de soja em grão é realmente concentrado, tendo EUA e Brasil como principais exportadores, caracterizando um oligopólio. Para isso, utilizaram-se as medidas de concentração. Na sequência, estima-se a magnitude com a qual as quantidades exportadas de Brasil e dos EUA são afetadas pelo concorrente, por meio de um modelo econométrico de autorregressão vetorial (VAR). Finalmente, de posse dessas magnitudes (dos parâmetros calculados através do VAR), determina-se um sistema linear dinâmico de equações em diferença capaz de captar choques aleatórios. O aprendizado sobre esse sistema auxiliará na plotagem das trajetórias das exportações de soja em grão do Brasil e dos EUA, permitindo assim, verificar a possibilidade de deslocamento de um dos países no mercado mundial.

3.1 Medidas de Concentração

O modelo teórico deste estudo baseia-se nos mercados oligopolizados, sendo fundamental verificar o grau de concentração do mercado internacional da soja em grão. Para isso, foram calculados os índices de concentração, CR_K . Nesse trabalho, utilizou-se a Razão de Concentração e o Índice de Hirschman-Herfindahl para verificar a concentração dos mercados para as exportações mundiais totais da *commodity* em questão, como um indicador simétrico da concorrência mundial.

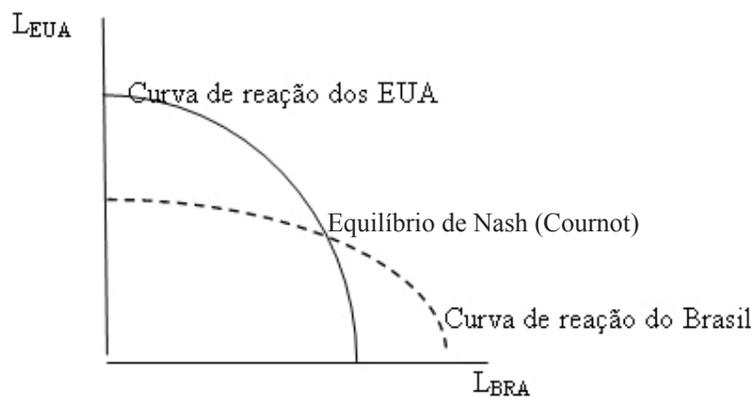


FIGURA 1 – Curvas de Reação dos EUA e do Brasil

Fonte: Elaboração própria

As várias medidas de concentração pretendem fornecer um indicador da concorrência existente em determinado mercado, ou seja, quanto maior o valor dos índices calculados, menor o grau de concorrência entre os países e mais concentrado será o mercado. Quando os quatro maiores países detêm mais de 40% do mercado mundial, existe a possibilidade do comércio apresentar a característica de oligopólio (SCHERER; ROSS, 1990).

A formalização das medidas de concentração pode ser encontrada em Hoffmann (2006). Nela, a razão de concentração dos K maiores países (CR_K) é, por definição, a proporção do valor total exportado que corresponde aos K maiores países. Seja X_i o valor da exportação mundial da soja em grão do i -ésimo país e μ o valor médio dessa variável para os n países analisados. Logo, a participação do i -ésimo país no valor da exportação é:

$$Y_i = \frac{X_i}{n\mu} \quad (7)$$

Admitindo que os países estejam ordenados como $X_1 \geq X_2 \geq X_3 \geq \dots \geq X_n$, a fórmula empregada para o cálculo do CR_K é dada por, com $k < n$:

$$CR_K = \sum_{i=1}^K Y_i \quad (8)$$

em que Y_i é a parcela de mercado do i -ésimo país.

Quanto maior o valor do índice, maior é o poder de mercado dos K países. Segundo Scherer e Ross (1990), um $CR_{k=4} = 0,40$ indicaria que os quatro maiores países detêm mais de 40% do mercado. Esse valor já seria suficiente para determinar a presença de comportamentos oligopolísticos.

3.2 Modelo Econométrico (VAR)

Emprega-se, no presente trabalho, o modelo de autorregressão vetorial (VAR) para quantificar as interações entre as variáveis econômicas de interesse. Foi estimado um Var que relaciona o volume exportado da soja em grão para os principais exportadores mundiais (Estados Unidos e Brasil). A utilização do modelo é justificada pela possibilidade de análises dinâmicas. Nesse caso, seriam gerados parâmetros que captariam a intensidade da influência das exportações do Brasil sobre as exportações de soja em grão dos EUA e vice-versa. Esse método é de fácil utilização e largamente difundido. Tem sido empregado em diversos problemas econômicos, principalmente em estudos macroeconômicos (CANOVA, 1995). O regime de metas inflacionárias, por exemplo, tem

sido estudado através da modelagem VAR.¹ Cabe destacar que, além das análises dinâmicas, o modelo também pode ser usado para previsões e análises estruturais.

Além dos elementos mencionados, a metodologia da autorregressão vetorial gera análises de impulso resposta e de decomposição de variância. Isso possibilita verificar, de forma dinâmica, como as exportações de um país afetam as dos demais, e também avaliar a importância das exportações de cada país na composição da variância das outras. Mais especificamente, as funções de impulso resposta exibem o impacto ao dar um choque em uma determinada variável endógena, sobre as demais no sistema.

Os resultados visam a confirmação, ou não, de que as decisões de um país exportador nesse mercado afeta as ações dos seus principais concorrentes. Isso é, o mercado apresenta características de oligopólio de Cournot, mantendo a característica dinâmica das interações entre os países. O modelo estimado é apresentado no sistema de equações (9):

$$\begin{cases} Q_t^{EUA} = \beta_{10} + \sum_{p=1}^n \beta_{1p} Q_{t-p}^M + \varepsilon_{1t} \\ Q_t^{BRA} = \beta_{20} + \sum_{p=1}^n \beta_{2p} Q_{t-p}^M + \varepsilon_{2t} \end{cases} \quad (9)$$

em que: Q_t^{EUA} e Q_t^{BRA} são as quantidades exportadas de EUA e Brasil; β^{is} são os parâmetros a serem estimados; Q_{t-p}^{EUA} são as quantidades exportadas por EUA e Brasil defasado em p períodos ($M = EUA$ e $BRASIL$); ε_{1t} e ε_{2t} são os termos de erro estocástico. Utilizou-se na estimação os logaritmos naturais referentes à quantidade exportada dos Estados Unidos e do Brasil.

De acordo com o modelo, o Brasil determinará sua quantidade exportada de soja em grão, maximizadora de lucro, tendo como base a sua própria variável passada e também a dos Estados Unidos. O mesmo ocorre com os Estados Unidos para determinar sua quantidade exportada. Isso indicaria a reação do Brasil a decisões de exportação de seu principal concorrente e vice-versa. Como resultado, espera-se que as exportações de soja em grão defasadas em um período, expliquem em grande parte as exportações correntes dos países analisados. Mediante o crescimento de seu rival, espera-se também uma relação negativa para as reações de Brasil e EUA. O resultado estimado possibilitaria verificar se um país, no mercado

¹Vide, por exemplo, Silva e Portugal (2001).

internacional da *commodity* em questão, estaria deslocando ou sendo deslocado pelo seu principal concorrente.

Uma vez feita a opção pela modelagem autorregressiva, é fundamental trabalhar com séries estacionárias, ou seja, que possuem média e variância constantes no tempo e covariância que depende somente do período entre as observações defasadas (e não do período atual) (GUJARATI, 2004). Com base nessa evidência, efetuou-se a verificação da estacionariedade ou presença de raiz unitária nas séries de quantidades exportadas da soja em grão. Anão estacionariedade no modelo se traduz em regressões espúrias e inferências errôneas. Sendo assim, foram efetuados os testes de Raiz Unitária para as variáveis do modelo, a fim de identificar a condição de estacionariedade. As contribuições acerca desses testes são amplamente apontadas na literatura. Dentre os mais utilizados, citam-se *Augmented Dickey-Fuller (ADF)*, *Phillips-Perron (PP)* e *Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin (KPSS)*. Neste estudo, realizou-se o teste de *Phillips-Perron*, com a hipótese nula de que as séries em questão possuem raiz unitária, ou seja, não são estacionárias.

Para determinar o número de *lags* apropriados para a modelagem, utilizaram-se os critérios de informação de AIC (*Akaike Information Criterion*), SC (*Schwarz Information Criterion*) e HQ (*Hannan-Quinn Information Criterion*). São testadas diferentes defasagens, optando-se pelo número que minimiza esses critérios. Para selecionar este, opta-se pela especificação com o valor mais baixo do critério AIC (VOGELVANG, 2005).

Em seguida, foi realizado o teste de estabilidade do modelo VAR, pois é necessário que o modelo seja estável. Segundo Lutkepohl (1993), na análise de autorregressão vetorial o conceito de estabilidade é mais importante que o de estacionariedade individual das séries utilizadas. Se o VAR não é estável, alguns resultados, como as funções impulso-resposta e decomposição de variância, não apresentam resultados confiáveis.

Os modelos de séries temporais devem apresentar erros não correlacionados (ENDERS, 1995). Dessa forma, foi realizado o teste do multiplicador de Lagrange para autocorrelação nos resíduos do modelo estimado. Esse teste trabalha com a hipótese nula de ausência de autocorrelação serial.

3.3 Análise Dinâmica de Sistemas

Após determinada e quantificada a relação entre as exportações de soja em grão de Brasil e EUA, foram utilizados os parâmetros calculados através da metodologia VAR, expostos acima, para simular a relação dinâmica entre

as exportações dos países. A modelagem de autorregressão vetorial é vista como uma complementação das técnicas de simulação. Essa examina como choques (impulsos) exógenos em uma determinada variável atingem de modo dinâmico outra variável do sistema.

Objetiva-se utilizar os parâmetros do modelo VAR estimado para subsidiar a simulação. Com as técnicas de simulação dinâmica, é possível inserir na análise os eventos aleatórios, representados na estimação econométrica pelos termos de erro. Como consequência, é possível determinar as trajetórias estocásticas das exportações da soja em grão do Brasil e dos EUA. Ademais, também permite extrapolar a análise no tempo, de modo a verificar o que irá ocorrer com as exportações de ambos os países.

De posse destas trajetórias estocásticas, pode-se analisar o comportamento de um país perante o seu concorrente. A Figura 2 apresenta o diagrama de blocos que define o mapa de determinações que será empregado na simulação do sistema de equações (9).

Os blocos 1 e 3 contêm as equações do sistema (9). As variáveis BR_D e EUA_D especificam as quantidades exportadas defasadas do Brasil e dos Estados Unidos. Nos blocos 2 e 4 são descritos os valores iniciais dessas variáveis. O choque randômico segue também as especificações do modelo expresso no sistema (9), ou seja, apresentarão mesmas médias e variâncias. As rodadas de simulação têm como ponto de partida esses valores iniciais. Conforme mostra o diagrama, os blocos 2 e 4 conduzem os sinais para os blocos 1 e 2, ativando as equações dentro desses. Por sua vez, esses geram valores que alimentam os blocos criadores da defasagem. Os cálculos são realizados dentro de cada período da simulação.

Os choques randômicos são do tipo padrão (totalmente aleatórios) e suas variâncias correspondem às estimativas do modelo econométrico. Segundo Monteiro (2006), as trajetórias temporais das quantidades exportadas apresentarão tendências semelhantes com as quantidades das séries observadas.

3.4 Fonte de Dados

A análise do mercado mundial da soja em grão compreendeu o período de 1961 a 2008. Os dados necessários, referentes à quantidade exportada da soja em grão pelo Brasil e pelos EUA, foram obtidos da Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2011). Esse conjunto de informações foi utilizado para a estimação da modelagem VAR, com o uso de logaritmos naturais referentes à quantidade exportada dos Estados Unidos e do Brasil.

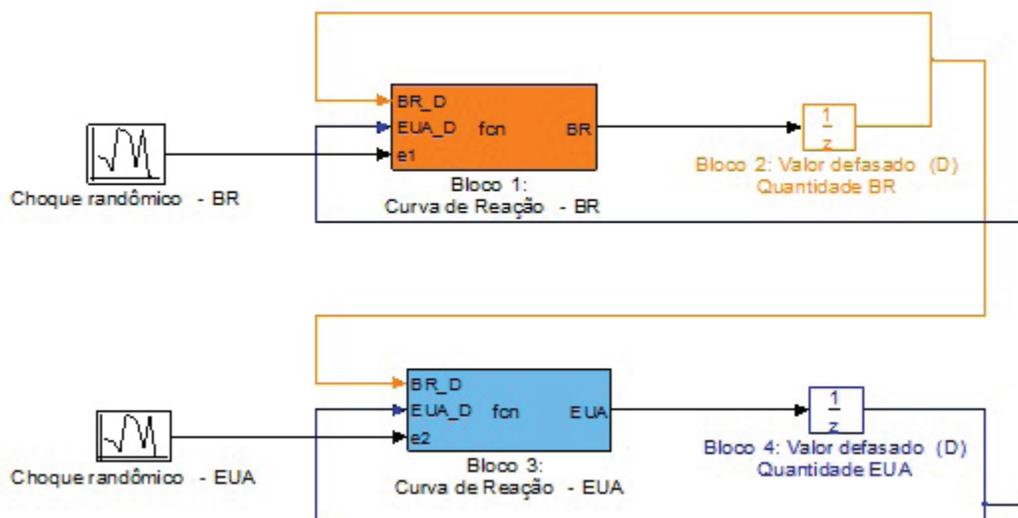


FIGURA 2 – Diagrama de blocos que define as trajetórias estocásticas das quantidades exportadas de soja em grão de Brasil e EUA

Fonte: Elaboração própria

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Determinação do Grau de Concentração do Mercado Mundial de Soja em Grão

Para determinar o grau de concentração do mercado mundial de soja em grão e, conseqüentemente, considerar o mercado como oligopolizado, foi utilizada a razão de concentração dos dois principais países exportadores (Estados Unidos e Brasil). Seja X_i valor exportado mundialmente da soja em grão, para as safras 2002/03 e 2009/10, dado em mil toneladas métricas, e Y_i participação do i -ésimo país no valor da exportação mundial da soja em grão (Tabela 1).

Pode-se observar que a razão de concentração, considerando as exportações mundiais da soja em grão de Brasil e EUA, foi no período da safra 2002/03 da ordem de $CR_2 = 0,79$. Estados Unidos e o Brasil controlavam 79% do valor exportado. No período de 2009/10, a razão de concentração dos dois maiores exportadores da soja foi da ordem de $CR_2 = 0,77$, ou seja, os Estados Unidos e o Brasil controlavam 77% do valor total exportado mundialmente. Conforme Scherer e Ross (1990), quando pelo menos os quatro maiores países detêm mais de 40% do mercado, há a presença de comportamentos oligopolísticos. Com base na evidência de que apenas dois países detêm mais de 75% do mercado, há forte concentração. Assim, EUA e Brasil são os principais agentes exportadores oligopolistas.

TABELA 1 – Exportação Mundial da Soja em Grão

Países	Safra 2002/03		Safra 2009/10	
	X_i	Y_i	X_i	Y_i
Estados Unidos	28423	0,47	34428	0,45
Brasil	19629	0,32	24000	0,32
Argentina	8624	0,14	9700	0,13
Paraguai	2806	0,05	3970	0,05
Canadá	726	0,01	1975	0,03
Uruguai	171	0,00	850	0,01
Outros	594	0,01	1053	0,01
Total	60973	1,00	75958	1,00
CR_2		0,79		0,77

Fonte: Elaborado própria, com base nos dados do AGRANUAL 2010

A evolução do grau de concentração pode ser observada na Figura 3 que, conforme Hoffmann (2006), mostra como o CR_k varia em função dos k países exportadores do produto em questão.

A Figura 3 apresenta a correspondente curva de concentração para os k países mundialmente exportadores da soja em grão para o ciclo 2002/03. Pode-se concluir que, para os dois maiores exportadores de soja em grão (EUA e Brasil), a curva de concentração é consideravelmente

inclinada. Essa curva pode indicar que o grau de concentração é extremamente sensível a aumentos ou reduções das exportações desses países, ou seja, Brasil e EUA dominam o mercado mundial de soja. Com esse conjunto de informações, o próximo passo é estimar um VAR relacionando o volume exportado da soja em grão para os dois países citados. Será possível gerar análises de impulso resposta, de modo que, ao dar um choque no volume exportado americano, obtêm-se o impacto no volume exportado brasileiro.

4.2 Determinação da Magnitude das Relações entre as Exportações de Soja em Grão de EUA e Brasil

Nesta seção é apresentado o processo VAR(1) para as quantidades exportadas do Brasil e dos EUA de soja em grão.²A Tabela 2 apresenta o processo VAR(1)

²O ajustamento estatístico do modelo VAR(1) estimado é apresentado no Anexo A.

estimado a fim de representar as curvas de reação dos exportadores mundiais. Os resultados encontrados indicam que as exportações de soja em grão dos dois países afetam significativamente as exportações do seu concorrente no período seguinte, ou seja, afetam positivamente os volumes exportados de seus rivais.

A primeira equação da Tabela 2 apresenta a reação da quantidade exportada de soja em grão do Brasil em relação aos EUA. Pode-se verificar que existe uma relação positiva entre a quantidade exportada defasada dos EUA e a quantidade corrente do Brasil. Na segunda equação, tem-se o inverso, isso é, a reação do volume exportado da *commodity* dos EUA com relação ao Brasil. Como resultado, cabe destacar que a exportação defasada em um período dos EUA exerce influência positiva na sua exportação corrente.

Uma relação negativa poderia ser a mais esperada para as reações de Brasil e EUA, diante ao crescimento de seu concorrente. Entretanto, as funções de impulso resposta auxiliam na compreensão dos resultados encontrados.

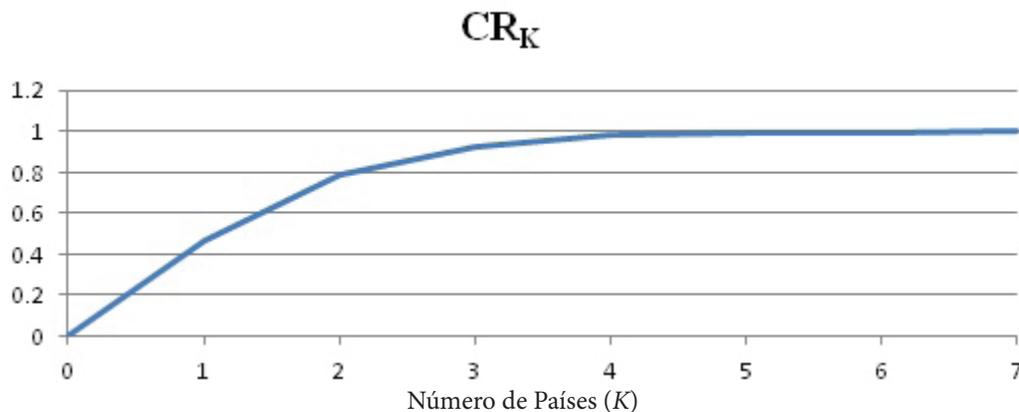


FIGURA 3 – A curva de concentração para os dados da Tabela 1

Fonte: Elaboração própria

TABELA 2 – Processo VAR(1) estimado para representar as curvas de reação dos exportadores mundiais de soja em grão (EUA e Brasil), 1961 a 2008

Variável Dependente	Constante	Q_{Bra}_{t-1}	Q_{Eua}_{t-1}
Q_{Bra}	-9,7894*** (4,1537)	0,6825*** (0,0999)	0,8733*** (0,3208)
Q_{Eua}	2,5741*** (0,7532)	0,0365*** (0,0181)	0,8159*** (0,0581)

Fonte: Elaboração própria.

Notas: O erro padrão encontra-se abaixo de cada estimativa, entre parênteses.

*** significativo a 1%.

Essas funções analisam a reação das exportações de um país mediante um único choque nas exportações de seu concorrente. Quando um processo é estacionário, o efeito deste choque se dissipa com o tempo e a função impulso resposta tende a zero. Os resultados encontrados para a análise impulso resposta são mais uma evidência de que o processo VAR(1) estimado é estável.

A Figura 4 apresenta a resposta da quantidade exportada de soja em grão pelos EUA perante um choque na quantidade exportada do Brasil. Os resultados da Tabela 2 indicam uma relação positiva entre as quantidades exportadas dos dois países. Contudo, é fundamental salientar que essa relação apresenta um período de defasagem. Quanto ao impulso resposta da Figura 4, em um primeiro momento um choque positivo nas exportações brasileiras gera um efeito negativo nas exportações americanas. Logo após o primeiro período, detectado o choque, os EUA respondem aumentando suas exportações. Esse resultado seria compatível com a teoria de oligopólio de Cournot. Já que o produto poderia ser considerado

homogêneo, ambos os países competiriam por quantidade. Caso os EUA não elevassem sua exportação após detectar um crescimento nas exportações brasileiras, esse acabaria perdendo mercado, sendo deslocado pelo Brasil.

A Figura 5 mostra a reação das exportações brasileiras de soja em grão diante os choques na quantidade exportada dos EUA. A análise desenvolvida é semelhante a da Figura 4. No entanto, é importante salientar que o Brasil sentiria muito mais os efeitos de um choque nas exportações americanas de soja, indicando a posição dominante dos EUA nesse mercado.

Comparando as duas figuras, pode-se apontar que estas respostas seriam conduzidas por políticas cambiais, tributárias, comerciais e por investimentos em P&D, que visassem o ganho da produtividade da atividade em questão. Um exemplo seria a adoção da Lei Kandir de 1996. Segundo Meira, Dias e Braun (2011), a produção de soja em grão voltada para exportação foi isenta de impostos. Desse modo, essa *commodity* exportada, que era tributada em 13% de ICMS, passou a ser isenta desse imposto.

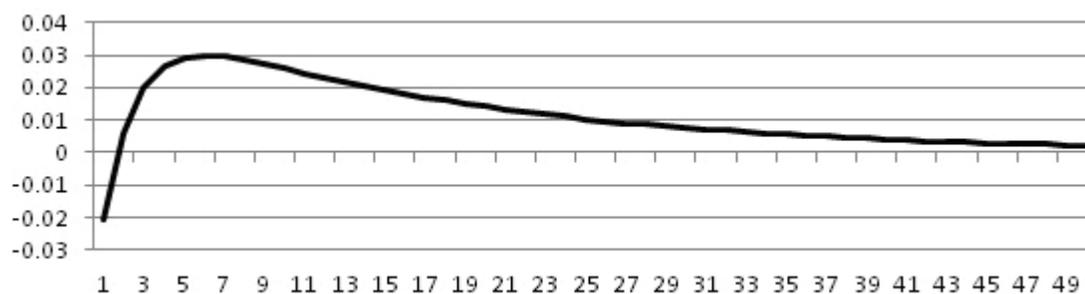


FIGURA 4 – Resposta do logaritmo da quantidade exportada pelos EUA dado um choque generalizado no logaritmo da quantidade exportada pelo Brasil

Fonte: Elaboração própria

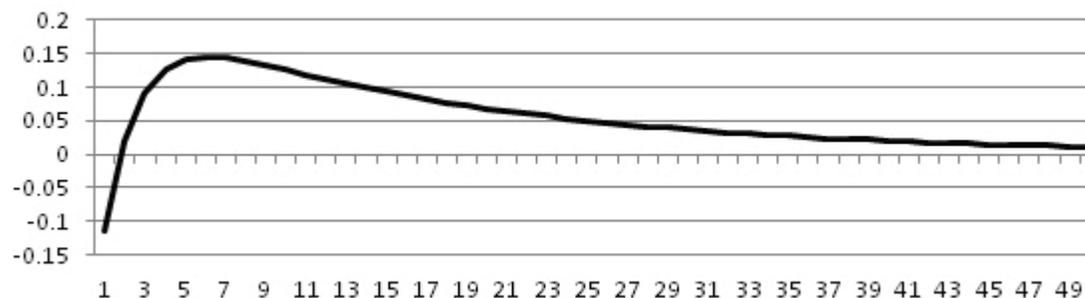


FIGURA 5 – Resposta do logaritmo da quantidade exportada pelo Brasil dado um choque generalizado no logaritmo da quantidade exportada pelo EUA

Fonte: Elaboração própria

Além das políticas citadas acima, o crescimento conjunto das exportações de soja em grão de ambos os países dependem fundamentalmente do aumento histórico no consumo da soja. Como exemplo, pode-se citar o caso da China que elevou consideravelmente seu consumo. No período safra 2009/10, estima-se que a China importou 50,5 milhões de toneladas de soja, sendo que 22,6 vieram dos Estados Unidos e 18,1 do Brasil. Assim, destinaram-se à China 55% e 65% do volume total exportado pelos Estados Unidos e Brasil, respectivamente. Em termos de demanda global, a China é atualmente o grande condutor do mercado mundial. O consumo de soja em grão cresceu exponencialmente na última safra. Esse aumento na demanda causaria um forte impacto no comércio internacional da *commodity*, em razão da dependência das importações de soja (ANUÁRIO..., 2011).

Finalmente, isso possibilitaria que após um baque imediato sofrido pela maior produção, menor preço e, conseqüentemente, maior exportação do seu concorrente, o país afetado atuasse de modo a se recuperar, o que seria possível devido à expansão da demanda mundial do produto em questão.

O conjunto de informações da modelagem autorregressiva foi utilizado, através da técnica de simulação, para traçar a trajetória estocástica das exportações americanas e brasileiras. Com isso, espera-se verificar como os EUA reagem às decisões brasileiras, e vice-versa.

4.3 Determinação da Trajetória Estocástica das Exportações de Soja em Grão de Brasil e EUA

As trajetórias estocásticas simuladas foram produzidas tendo por base o diagrama de blocos apresentado na Figura 2, o qual foi alimentado com os valores extraídos da Tabela 2 e com as variâncias estimadas dos erros-padrões. Na Figura 6, estão plotadas as séries simuladas das quantidades exportadas com e sem os choques randômicos. Os valores iniciais correspondem às séries observadas, ou seja, aos valores em logarítmico das exportações de soja em grão do Brasil e dos EUA, no ano de 1961.

Objetivou-se, nesta simulação não a previsão, mas sim visualizar a interação das exportações de soja de ambos os países. Nota-se que no período inicial (até a observação 48, ou seja, até o ano de 2008) as exportações brasileiras vão de encontro aos patamares alcançados pela economia norte-americana, seja nas séries determinísticas ou estocásticas. A partir de então, as séries determinísticas se estabilizam, ficando o Brasil um pouco abaixo do patamar alcançado pelos Estados Unidos. Esse resultado, para série determinística, condiz plenamente com as características estruturais não estocásticas do modelo estimado.

Algo totalmente distinto se passa com as séries estocásticas. Após o quadragésimo oitavo período, observa-se uma tendência de queda das quantidades exportadas da economia brasileira. A situação muda por completo entre o período 80 e 160, quando as exportações brasileiras registram uma tendência de se manterem acima das exportações norte-americanas e acima da sua série determinística. Nesse período, as exportações norte-americanas também tendem a se manter em patamar acima da série determinística. Nos períodos finais (a partir do 160º período), ocorre uma reversão nas séries estocásticas, sendo que as exportações brasileiras registram uma forte tendência de queda. Esse movimento cíclico é aparentemente contraditório com a dinâmica gerada pela estrutura matemática do modelo. Na ausência dos erros aleatórios, essa dinâmica conduz o sistema assintoticamente para a situação de equilíbrio das duas séries, fixando a quantidade brasileira em nível inferior ao dos EUA.

Na presença dos choques aleatórios, o sistema se desestabiliza, gerando movimentos cíclicos em torno da série determinística. Nota-se, portanto, que nas fases em que o nível de exportação da economia brasileira está muito abaixo do patamar médio, produz-se um mecanismo interativo entre o erro aleatório e a tendência de expansão dos valores da série (determinação matemática), de modo que esses ultrapassem o valor médio (série determinística) por um período de tempo relativamente longo. Esgotado esse impulso de ascensão, inicia-se o impulso de queda e assim por diante.

É fácil entender a causa desse fenômeno com base nas funções de impulso-resposta, expostas nas Figuras 4 e 5. Na fase de ascensão, as mudanças provadas por um choque apelatório produzem um retroalimentador, gerando uma tendência de expansão dessa variável. Na fase de retração, ocorre o movimento contrário.

Ao traçar as trajetórias estocásticas destaca-se que, contemporaneamente, as exportações de ambos os países seriam negativamente relacionadas. Em virtude das Figuras 4 e 5, o Brasil é muito mais sensível aos choques que os EUA. Contudo, a Figura 6 permite verificar como os países interagem no mercado mundial de soja em grão. As ações de um país seriam seguidas pelo seu concorrente, como forma de manter a sua parcela de mercado. Além disso, poder-se-ia dizer que o Brasil reagiria de modo mais intenso às ações americanas. Essas reações não seriam capazes de consolidar, na média, o País como agente dominante nesse mercado. Os países trocariam de posições, mas o Brasil necessitaria fazer muito mais esforço para manter sua parcela de mercado que os EUA.

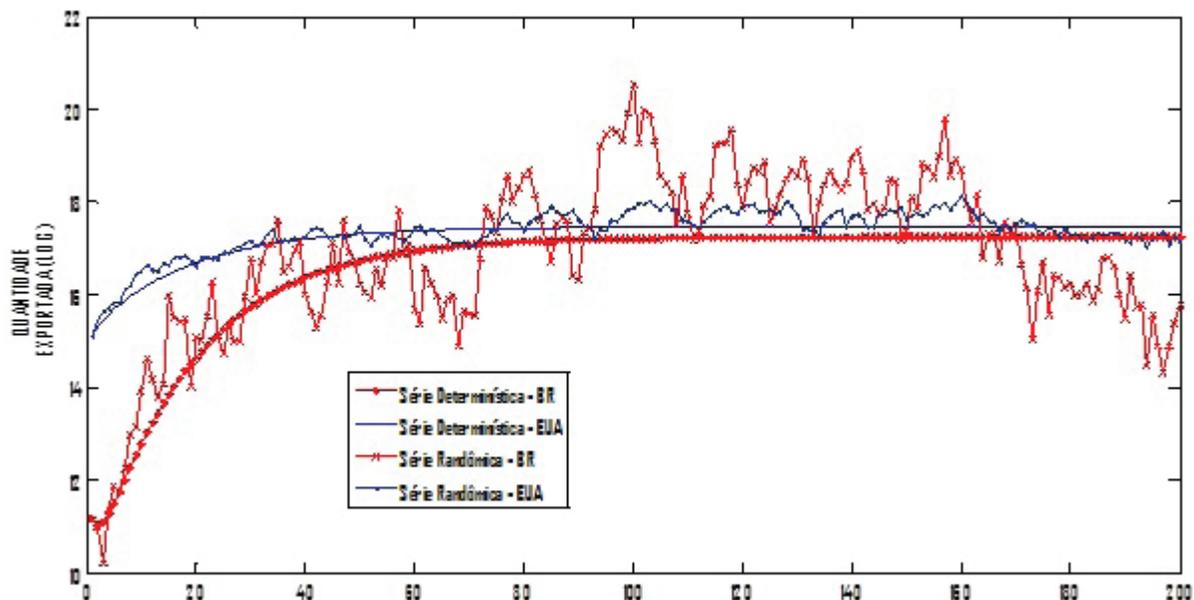


FIGURA 6 – Trajetória estocástica das exportações de soja em grão de Brasil e EUA

Fonte: Elaboração própria

5 CONCLUSÕES

A soja em grão é um dos principais produtos de exportação do Brasil, responsável pela geração de divisas, produto e empregos. Esse mercado tem como principais representantes, Estados Unidos e Brasil, sendo esses os principais produtores e exportadores mundiais, indicando que esse mercado teria uma estrutura concentrada. Diante disso, o trabalho buscou analisar o mercado mundial de soja em grão, no período de 1961 a 2008, focando na possível interdependência existente entre as exportações de ambos os países.

Inicialmente, foi analisada a estrutura do mercado mundial de soja em grão. Observou-se que Brasil e EUA, foram responsáveis, na safra de 2009/2010, por aproximadamente 77% das exportações mundiais desse grão, ou seja, um $CR_2=0,77$. Esse resultado indica uma estrutura oligopolizada.

Detectada a estrutura teórica de Duopólio de Cournot, constatou-se através de um modelo de Vetores AutoRegressivos que as exportações dos países interagiam. Observou-se que, dado pulso nas exportações de um dos países, seu concorrente inicialmente perdia mercado, mas reagia elevando suas exportações com o possível intuito de manter sua parcela do mercado mundial de soja em grão. Além disso, pode-se notar que o Brasil

realizava muito mais esforço para manter sua parcela de mercado do que os EUA. Esses resultados puderam ser constatados e visualizados quando foi traçada a trajetória estocástica das exportações de soja em grão de EUA e Brasil. A estratégia de competir por quantidade, exposta pelo modelo de Duopólio de Cournot, pode ser constatada. Inicialmente, Brasil e EUA sentiam negativamente um aumento das exportações de seu rival e perdiam mercado. Contudo, as reações visando recuperar o espaço perdido, eram sempre direcionadas para o aumento das exportações.

A análise da trajetória também possibilitou observar que os países se alterariam no topo do mercado e que o esforço brasileiro para reagir a ações americanas era muito maior do que de seu concorrente. Além disso, as reações brasileiras seriam quase sempre mais intensas do que a necessidade pedia, e dessa forma, perduravam por longos períodos, mas sempre sujeitas a grandes flutuações.

Para finalizar, mostrou-se, no trabalho, que o estudo do mercado mundial da soja em grão deve sempre levar em consideração as ações dos agentes envolvidos nesse mercado. O fato de ser um mercado oligopolizado faz com que as atitudes dos agentes sejam tão importantes, quanto as variáveis tradicionalmente utilizadas para explicar as exportações de bens agrícolas, como preço externo, taxa de câmbio e renda externa.

6 REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **Fonte de dados sobre exportação, oferta, demanda e receitas do complexo da soja**. Disponível em: <<http://www.abiove.com.br>>. Acesso em: 20 set. 2011.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Comércio exterior**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br>>. Acesso em: 16 ago. 2011.
- CANOVA, F. The economics of VAR models. In: HOOVER, K. D. (Ed.). **Macroeconometrics: developments, tensions, and prospects**. Boston: Kluwer, 1995. p. 57-98.
- CASSUCE, F. C. C.; CRUZ JUNIOR, J. C.; SILVA, F. M. Estimação das funções de reação para Brasil e EUA: o caso do oligopólio do mercado mundial de laranja (1980-2002). **Revista DOXA**, Coronel Fabriciano, v. 6, n. 2, p. 89-96, jul./dez. 2004.
- COELHO, C. N. O Princípio do desenvolvimento sustentado na agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano 7, n. 2, p. 7-16, abr./jun. 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa soja**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br>>. Acesso em: 16 ago. 2011.
- ENDERS, W. **Applied econometric time series**. New York: J. Wiley, 1995.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Faostat**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 10 jun. 2011.
- GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. 3. ed. São Paulo: Markron Books, 2004. 830 p.
- HENDERSON, J. M.; QUANDT, R. E. **Teoria microeconômica**. São Paulo: Biblioteca Pioneira de Ciências Sociais, 1976. 417 p.
- HOFFMANN, R. **Estatística para economistas**. 4. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.
- KON, A. **Economia industrial**. São Paulo: Nobel, 1999. 215 p.
- LEITE, A. L. S.; SANTANA, E. A. **Índices de concentração na indústria de papel e celulose**. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>>. Acesso em: 26 out. 2010.
- LIMA, R. C.; CARVALHO, R. C. Impactos das políticas estratégicas de comércio exterior sobre o mercado internacional de produtos agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41., 2003, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: CESJF, 2003. 1 CD-ROM.
- LUTKEPOHL, H. **Introduction to multiple time series analysis**. Berlin: Springer-Verlag, 1993. 545 p.
- MEIRA, R. S.; DIAS, L. C.; BRAUN, M. B. S. **A competitividade brasileira no mercado internacional de soja**. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/522.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2011.
- MONTEIRO, L. H. A. **Sistemas dinâmicos**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2006. 625 p.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. São Paulo: Makron Books, 1994. 968 p.
- RIZZI, A. T.; PAULA, N. M. **Reestruturação da indústria agroalimentar: o caso do complexo da soja**. Disponível em: <<http://www.ufpr.br>>. Acesso em: 23 nov. 2010.
- ROESSING, C.; LAZZAROTTO, J. **Criação de empregos pelo complexo industrial da soja**. Londrina: EMBRAPA, 2004.
- SCHERER, F. M.; ROSS, D. **Industrial market structure and economic performance**. 3rd ed. Boston: Houghton Mifflin, 1990.
- SILVA, M. E. A. da; PORTUGAL, M. S. **Inflation target in Brazil: an empirical evaluation**. Porto Alegre: PPGE/UFRGS, 2001. (Texto para Discussão, 10).
- VASCONCELLOS, M. A. S.; OLIVEIRA, R. G. **Manual de microeconomia**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- VOGELVANG, B. **Econometrics: theory and applications with views**. London: Prentice Hall, 2005.

ANEXO

A. Ajustamentos estatísticos do modelo VAR(1) estimado

Para definir a magnitude das relações existentes entre as exportações de soja de Brasil e EUA, inicialmente verificou-se a estacionariedade ou não das séries de quantidade exportada da soja em grão pelo Brasil e pelos EUA. Para isso, foi realizado o teste de raiz unitária (Phillips-Perron). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1A. Pode-se verificar que a série da quantidade exportada pelo Brasil é integrada de ordem zero, enquanto que a série de quantidade exportada pelos EUA é integrada de ordem um, ou seja, a série *QBra* é estacionária em nível, enquanto que a série *QEua* seria estacionária em primeira diferença.

Para determinar o número de *lags* apropriados para a modelagem auto regressiva, utilizou-se a comparação dos critérios de informação de Akaike (AIC), Schwarz (SBC) e Hannan-Quinn (HQ), apresentados na Tabela 2A. Os resultados mostram que uma defasagem apresentaria a ordem que minimizaria os critérios acima citados, sendo assim, a escolha adequada para o processo VAR.

Uma vez analisada a estacionariedade das séries, bem como a ordem de defasagem do modelo, foi estimado um processo VAR(1). Em seguida, foi realizado o teste de estabilidade do modelo.

Conforme Lütkepohl (1993), na análise vetorial auto regressiva o conceito de estabilidade do processo, ou seja, analisar se o processo construído pelas duas séries de quantidade exportada apresentaria raízes fora do círculo unitário, é mais importante do que a análise de estacionariedade isolada das séries. A Tabela 3A apresenta as raízes do processo estimado. Os resultados indicam que o processo VAR(1) não apresenta raízes sobre ou fora do círculo unitário, satisfazendo, portanto, as condições de estabilidade. Ou seja, separadamente a série *QEua* não é estacionária, mas sua combinação com a série *QBra* seria capaz de gerar um processo estável.³

Foi realizado também o teste do Multiplicador de Lagrange, para verificar a presença de autocorrelação nas séries. O teste de autocorrelação para o processo VAR estimado com uma defasagem é apresentado na Tabela 4A. Os resultados indicam a ausência de autocorrelação serial nos resíduos.

Para finalizar o ajustamento estatístico do modelo é apresentado o teste de normalidade Jarque-Bera na Tabela 5A. Segundo o teste, os erros se distribuem normalmente, validando as estatísticas calculadas.

³Os resultados apresentados pelas funções de impulso resposta, ratificam a característica estável do VAR(1) estimado.

TABELA 1A – Teste de estacionariedade das quantidades exportadas de soja em grão de Brasil (*QBra*) e Estados Unidos da America (*QEua*)

Variável	Equação do teste P-P	Estatística calculada	Valor tabelado para 10% de significância
<i>QBra</i>	Com intercepto e tendência	-3,789607	-3,183002
<i>QEua</i>	Com intercepto e tendência	-2,721001	-3,183002

Fonte: Elaboração própria

TABELA 2A – Teste de AIC, SBC e HQ para determinar o número de defasagens do VAR

Defasagem	AIC	SBC	HQ
0	3.085604	3.171793	3.116269
1	0.284987	0.543554	0.376983
2	0.320320	0.751263	0.473646
3	0.451615	1.054936	0.666272
4	0.598494	1.374193	0.874482
5	0.587232	1.535309	0.924551

Fonte: Elaboração própria

TABELA 3A – Teste de estabilidade do processo VAR(1) estimado

Valor das Raízes do processo VAR(1) estimado (valor absoluto e em modulo).	Análise do resultado
0,939833	O processo VAR(1) estimado não possui raízes fora do círculo unitário, ou seja, ele satisfaz as condições de estabilidade
0,558574	

Fonte: Elaboração própria

TABELA 4A – Teste do Multiplicador de Lagrange para autocorrelação serial nos resíduos

Defasagens	Estatística LM	Probabilidade
1	7.491553	0.1121
2	2.836235	0.5856
3	7.514138	0.1111

Fonte: Elaboração própria

TABELA 5A – Teste de normalidade dos resíduos do processo VAR(1)

Estatística do teste Jarque-Bera	Probabilidade
4,216482	0,3775

Fonte: Elaboração própria