

ÍNDICE DE TRANSBORDAMENTO PARA O MERCADO FUTURO DE SOJA E MILHO

Evandro Castro Pedro; UFSC; evandro.castro@live.com

Max Cardoso de Resende; UFPEL; max_resende@hotmail.com

Daniel Danieli Neto; UFSC; ddn@live.com

Bloco IV – Relações e Inserção Internacional

RESUMO

Contemporaneamente, o mercado futuro de *commodities* agrícolas é um dos mercados com maior crescimento no mundo. Dentre os motivos, para o crescimento, tem-se, por exemplo, a alta dos preços dos alimentos e a maior participação de investidores advindos de outros portfólios de investimento. Além do mais, a integração entre os mercados futuros é pretexto de estudo em diversas áreas do conhecimento. Tal que, este artigo analisa os retornos das *commodities* agrícolas mais negociados em bolsas brasileiras, isto é, a soja e o milho, e busca identificar, através de um índice, o nível de integração entre os contratos negociados em BM&F e CBOT. Então, os resultados obtidos demonstram o nível de interdependência de um mercado em relação ao outro, e inova ao utilizar uma metodologia ainda não aplicada ao mercado de futuros brasileiro: o índice de transbordamento. Com isso, a conclusão evidencia que o mercado futuro é integrado de forma diferenciada para cada *commodity*, e que choques no mercado externo geram repercussões esperadas no mercado brasileiro.

Palavras-chave: Volatilidade; Efeito Transbordamento; Decomposição de Variância; Mercado Futuro; Índice de Transbordamento.

ABSTRACT

The futures market for agricultural commodities is one of the fastest growing markets in world. Among the reasons is the high food prices and the increased participation of investors coming from other investment portfolios. The integration between the futures markets is the object of study in various fields of knowledge. This paper analyzes the returns of most agricultural commodities traded on Brazil, soybeans and corn, and search an index to identify the level of integration between the contracts traded on the BM&F and CBOT. The results show the level of interdependence of a market to the other, and innovates by using a methodology not yet applied to the Brazilian market, the spillover index. The conclusion shows that the futures market is built differently for each commodity, and external market shocks generate expected repercussions in the Brazilian market.

Keywords: Volatility; Spillovers Effects; Variance Decomposition; Future Market; Spillover Index.

1 INTRODUÇÃO

A atual flexibilização do movimento de circulação financeira gera uma crescente interligação da economia mundial, através do alto volume de transações comerciais envolvendo parcela significativa dos países, bem como, as instituições dos mesmos. O mercado futuro de *commodities* agrícolas negociado em bolsa de mercadorias, que permite aos produtores fixarem antes da colheita o preço a ser vendido pelo produto, é um exemplo de interdependência. Por sua vez, entre diferentes países para uma mesma *commodity*.

O produtor agrícola brasileiro que deseja vender no mercado interno geralmente lança o contrato na BM&F¹, já o produtor que deseja exportar lança o contrato na CBOT². Segundo HULL (2005), os preços internacionais de *commodities* negociados em bolsa tendem a se comportar de maneira similar, visto que, devido à grande liquidez, a mudança de portfólio de um investidor não exige muito esforço.

O foco de análise do artigo é no milho e na soja, e busca identificar o nível de interdependência entre o mercado futuro brasileiro e o de Chicago, por sua vez, a bolsa com o maior volume de contratos transacionados no mundo. Além disso, o artigo analisa a interdependência cruzada entre soja e milho, devido a sua característica complementar e substitutiva em certos elos da cadeia produtiva e no consumo final, como demonstrado por CALDARELLI & BACCHI (2012). O foco do estudo, ou seja, o milho e a soja, se deve a importância dos mesmos para o mercado futuro brasileiro, pois atualmente são os contratos agrícolas mais negociados na BM&F Bovespa. Para tal análise, empregam-se os índices de valores futuros disponíveis ao público pela ESALQ³, enquanto para CBOT, empregam-se os índices apresentados pela Universidade de Illinois⁴.

Na literatura recente há grandes avanços na identificação de interdependência entre mercados. Um conceito que ganha espaço na economia é o chamado efeito transbordamento, indicativo de quanto certo mercado é suscetível ao comportamento externo, ou seja, o quanto um impacto expansivo ou recessivo externo repercute em um dado mercado. Esse efeito em grande escala não só sugere um grau de replicação do impacto externo, mas também uma dificuldade de movimentos internos independentes (HAMEISTER, BARBOSA E WAGNER, 2015).

¹ Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo: <http://www.bmfbovespa.com.br>

² Chicago Stock Exchange: <http://www.chx.com/index.asp>

³ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz": <http://www.esalq.usp.br>

⁴ University of Illinois Farm Studies: <http://farmdoc.illinois.edu>

O mercado futuro de *commodities* agrícolas é um dos mercados com maior participação no volume negociado em bolsas no mundo. Entre os motivos está a alta dos preços dos alimentos e a maior participação de investidores advindos de outros portfólios de investimento (BLACK, 2015). A integração entre os mercados futuros é motivo de estudo em diversas áreas do conhecimento, e até o momento a literatura brasileira encontra-se em escassez de trabalhos que mensurem e/ou expliquem o nível de integração do nosso mercado em relação a movimentos externos, portanto, o estudo busca contribuir e expandir a literatura. Para isso, o presente estudo busca ser relevante ao implementar uma metodologia inovadora no Brasil, o índice de transbordamento, o qual consiste em uma medida clara de interdependência entre os dois grandes mercados. Em suma, a conclusão demonstra que o mercado futuro é integrado de forma diferenciada para cada *commodity*, e que choques no mercado externo geram repercussões no mercado brasileiro.

O artigo encontra-se subdividido em cinco seções, essa introdução, uma breve revisão bibliográfica, metodológica, análise de resultado e, por fim, a conclusão.

2 ASPECTOS TEÓRICOS

O conceito de efeito transbordamento foi explorado por diversas linhas de pesquisas em economia. Por exemplo, COE & HELPMAN (1994) demonstram o efeito de uma política de investimento em pesquisa em desenvolvimento de um país sobre outro, através de uma simples retração que utiliza a participação do nível de investimento em relação ao estoque de capital de um dado país para avaliar o efeito sobre outro. Em outro trabalho mais recente, EVERSON & SIGH (2007) também aplicam o conceito de transbordamento para explicar a dependência do desenvolvimento tecnológico de um país em relação a outro, de acordo com os autores, o investimento de um país está altamente correlacionado com os dos demais

parceiros comerciais. Já, MADSEN (2005) demonstra que o grau de dependência do desenvolvimento tecnológico está ligado a quantidade de parceiros comerciais que também investem em desenvolvimento.

No Brasil podem-se encontrar outros trabalhos que aplicam a ideia de transbordamento, um deles é o de HERSEN & LIMA (2010) que desenvolvem uma análise do impacto da crise financeira norte-americana de 2008 e encontram uma forte relação entre o grau de interdependência de um país com os EUA e o efeito sofrido pelo país em relação ao episódio. Outro é o de FILHO *et al* (2006) que aplicam o conceito de efeito transbordamento para compreender o desenvolvimento industrial brasileiro, por resultados apontam para um efeito transbordamento significativo do crescimento de uma dada região em relação à outra.

Atualmente a literatura aponta para novas evoluções no desenvolvimento de medidas de transbordamento, trabalhos recentes desenvolvem índices capazes de representar o nível de transbordamento, que permitem comparações e retratos fieis de diferentes objetos de estudo ou conjunturas. Por exemplo, os seguintes:

DIEBOLD & YILMAZ (2009) estruturam um índice de transbordamento para ativos financeiros de diversos países, mensurando a interdependência dos retornos e volatilidade. O trabalho utiliza séries a partir de 1990 e traz resultados curiosos, um deles é o fato de o transbordamento de retorno crescer ao longo do tempo. Uma interpretação passível de se tirar é o fato de o aumento de interdependência entre mercados crescer ao longo do tempo, induzindo a um aumento do índice de transbordamento. Efeito direto da globalização dos mercados.

YILMAZ (2009) desenvolve uma análise semelhante aos mercados asiáticos e encontra a mesma tendência de crescimento da interdependência ao longo do tempo.

PENG & LON (2012) ao analisar a propensão de contágio de comportamentos no mercado americano em relação ao japonês sugerem ainda um estudo inovador. Os mesmos indicam haver diferenças de efeito transbordamento em períodos ruins e bons, ou seja, ao construir um índice deve-se considerar o sinal do efeito.

Outro trabalho mais recente de AWARTANI & MAGHYEREH (2013) analisa a dinâmica do efeito transbordamento do mercado de ações e o preço do petróleo. Há um forte nível de transmissão do mercado de petróleo para o acionário e um efeito menor no caminho contrário.

A construção de um índice sugerida por DIEBOLD & YILMAZ (2009), considerada como robusta atualmente na literatura de transbordamentos, é escolhida para o artigo, uma vez que ela está validada pelos estudos na área (HAMEISTER, BARBOSA E WAGNER, 2015).

3 METODOLOGIA

Como a quantidade de contratos e períodos diferentes não permite uma análise coesa, optou-se pelo uso de índices. Assim, utilizam-se os índices de valores futuros disponíveis ao público pela ESALQ, já para CBOT utilizam-se os índices apresentados pela Universidade de Illinois. O índice brasileiro foi dolarizado para uniformizar as informações, além de expurgar qualquer efeito inflacionário. As séries foram trabalhadas em retorno e, posteriormente, foi retirado o logaritmo natural das mesmas. De antemão, como característica há o fato das séries CBOT serem trabalhadas com preço por *bushel* e as séries BM&F com preço por saca, assim, as unidades de medida são diferentes, o que, contudo, não interfere na análise que trabalha com retornos.

O período de análise é diferenciado para cada série, devido a limitações nas fontes, o índice soja disponibilizado pela ESALQ abrange o período de março de 2006 até julho de 2013, já o índice milho abrange o período de julho de 2004 até julho de 2013. Já a limitação para o índice Illinois é outra, enquanto a ESALQ disponibiliza as informações em frequência diária a universidade de Illinois disponibiliza apenas em mensal, contudo, em um período mais amplo. Portanto, optou-se, devido às limitações, pela frequência mensal e, é claro, pelo período disponibilizado pela ESALQ.

Para a análise empírica, optou-se pelo uso do *software* R, devido a limitações encontradas em outros *softwares*. A metodologia de Diebold & Yilmaz (2009), ainda não foi disponibilizada em outros formatos.

3.1 O ÍNDICE DE TRANSBORDAMENTO

DIEBOLD & YILMAZ (2009) elaboraram um índice prático de transbordamento com base na decomposição de variância de um Vetor Auto Regressivo (VAR). A estrutura sugerida pelos autores e apresentada no artigo é disponibilizada como pacote do software R, o mesmo utilizado no trabalho.

A ideia do modelo é utilizar choques no erro de previsão de um dado i e avaliar a resposta em outra variável analisada.

Supondo um VAR bivariado, visando à simplificação notacional:

$$x_t = \Phi x_{t-1} + \varepsilon_t$$

Sendo $x_t = (x_1, x_2)$, ou seja, um vetor de retornos ou volatilidade e Φ uma matriz [2,2] de parâmetros do modelo.

Considerando uma previsão de um período posterior:

$$x_{t+1,t} = \Phi x_t,$$

Cujo erro é:

$$e_{t+1,t} = x_{t+1} - x_{t+1,t} = \mathbf{A}_0 u_{t+1} = \begin{bmatrix} \alpha_{0,11} & \alpha_{0,12} \\ \alpha_{0,21} & \alpha_{0,22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_{1,t+1} \\ \mu_{2,t+1} \end{bmatrix},$$

A matriz de covariância pode ser representada por:

$$\mathbf{E}(e_{t+1} e'_{t+1}) = \mathbf{A}_0 \mathbf{A}'_0$$

A variância do erro de previsão de X_1 um período a frente é representada por $\alpha_{0,11}$; $\alpha_{0,12}$, assim como X_2 é representado por $\alpha_{0,21}$; $\alpha_{0,22}$. A decomposição de variância permite, então, identificar qual parte de um choque em X_1 influencia X_2 e, também, o contrário.

Tomando como o exemplo do VAR bi-variado, o efeito transbordamento total pode ser descrito por $\alpha^2_{0,11} + \alpha^2_{0,12} + \alpha^2_{0,21} + \alpha^2_{0,22} = tr(\mathbf{A}_0 \mathbf{A}'_0)$. Portanto a soma dos efeitos dos choques de X_1 em X_2 , e os choques de X_2 em X_1 .

Demonstrado o efeito do choque de X_1 em X_2 em relação à soma total dos choques em termos percentuais:

$$S = \frac{\alpha^2_{0,12} + \alpha^2_{0,21}}{tr(\mathbf{A}_0 \mathbf{A}'_0)} \times 100$$

Generalizando a notação para um VAR n-variável de ordem p e mantendo o erro de previsão para o período:

$$S = \frac{\sum_{i,j=1}^N \alpha^2_{0,ij}}{tr(\mathbf{A}_0 \mathbf{A}'_0)} \times 100$$

Expandindo a generalização para um erro de previsão ajustável:

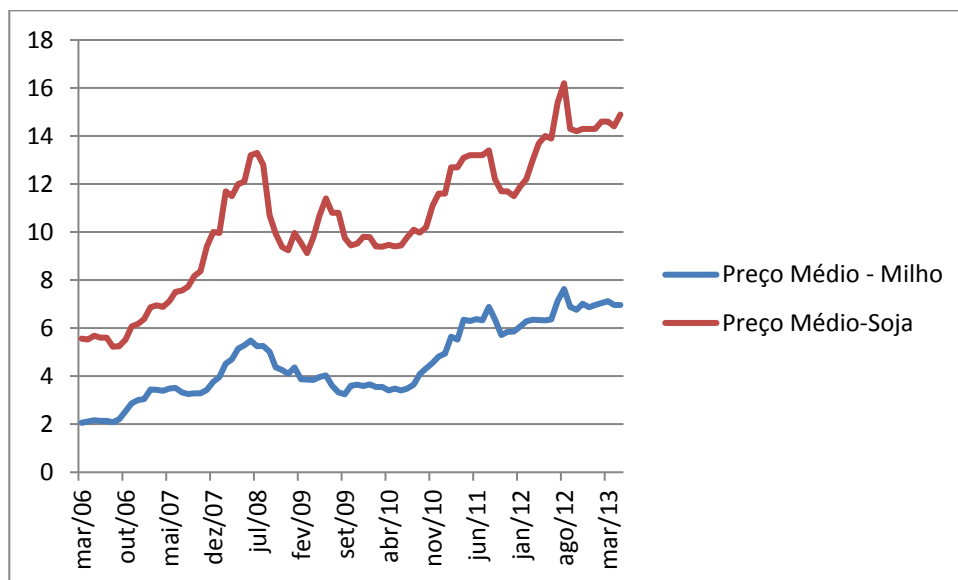
$$S = \frac{\sum_{h=0}^{H-1} \sum_{i,j=1}^N \alpha^2_{0,ij}}{\sum_{h=0}^{H-1} tr(\mathbf{A}_0 \mathbf{A}'_0)} \times 100.$$

Portanto, essa pode ser considerada a notação final do modelo de DIEBOLD & YILMAZ (2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

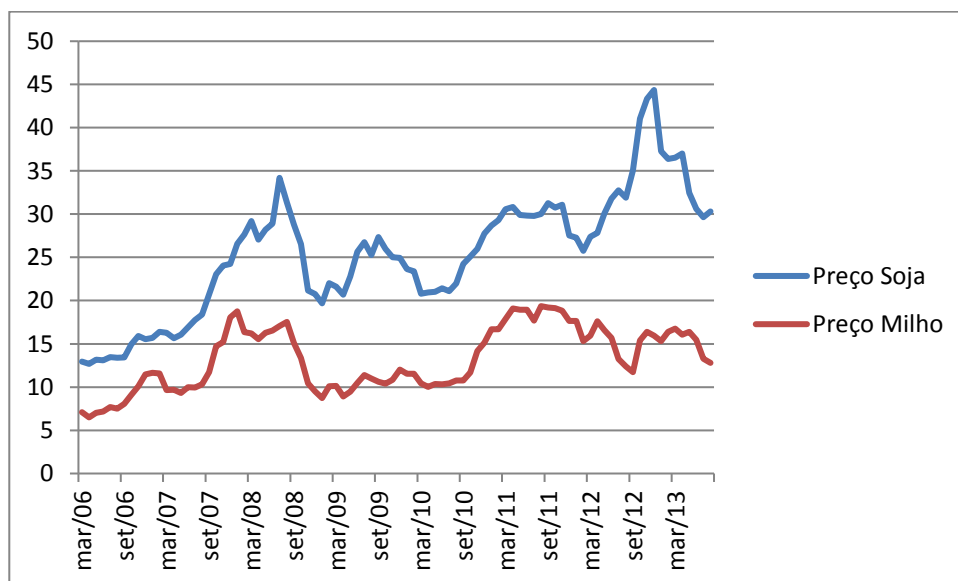
Conforme CALDARELLI & BACCHI (2012), não é estranho averiguar comportamentos semelhantes entre o preço do milho e soja, como se pode ver nos gráficos abaixo, tanto a bolsa de Chicago quanto a bolsa brasileira apresentam comportamentos semelhantes entre milho e soja, ou seja, picos de preço na soja são acompanhados de picos de preços no milho.

GRÁFICO 1 – Evolução do preço médio da soja e milho CBOT



Fonte: Elaborado pelos autores

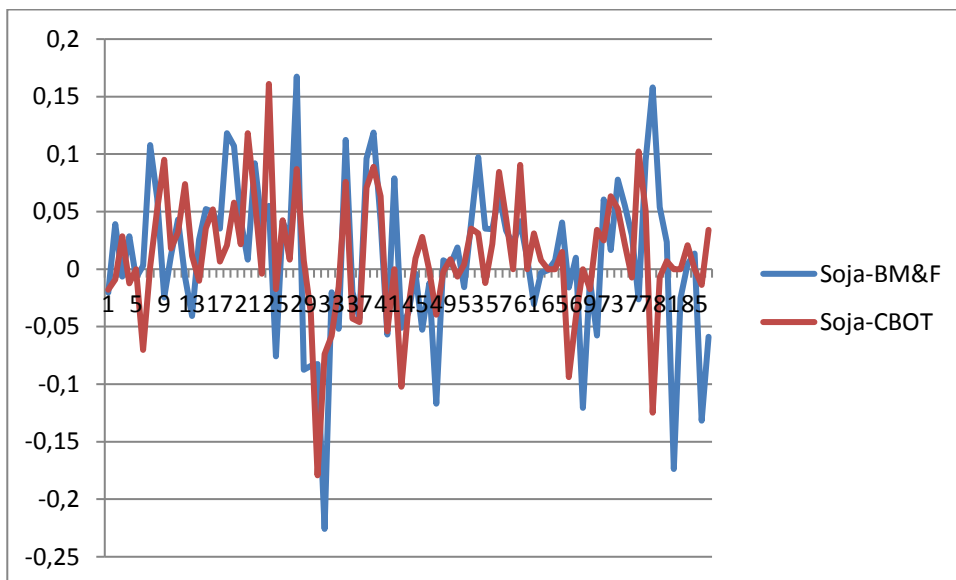
GRÁFICO 2 – Evolução do preço médio da soja e milho BM&F



Fonte: Elaborado pelos autores

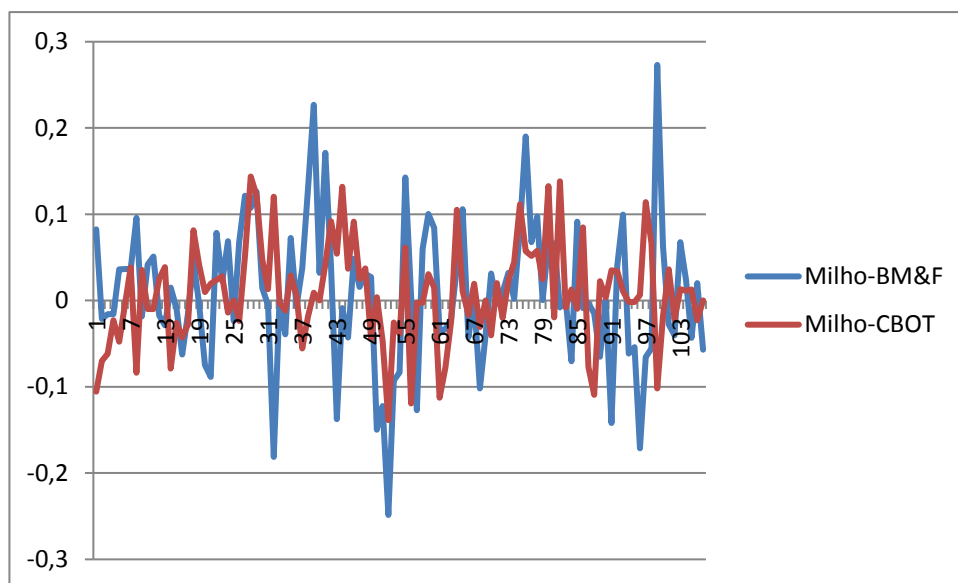
Visualizando o mesmo período para retornos e estendendo a análise para soja BM&FxCBOT e milho BM&FxCBOT pode-se constatar maiores picos de retornos/perdas nas séries BM&F em relação à CBOT. Esse comportamento é visível nas estatísticas descritivas das séries. É interessante notar que os testes apontam tendência e sazonalidade para os preços, mas não indicam o mesmo para retornos.

GRÁFICO 3 – Evolução do retorno soja BM&F e CBOT



Fonte: Elaborado pelos autores

GRÁFICO 4 – Evolução do retorno Milho BM&F e CBOT



Fonte: Elaborado pelos autores

TABELA 1 – Estatísticas Descritivas

	Milho BM&F	Milho CBOT	Soja BM&F	Soja CBOT
Máximo	0,273	0,143	0,167	0,161
Mínimo	-0,248	-0,138	-0,225	-0,179
Média	0,008	0,008	0,009	0,011
Variância	0,006	0,003	0,004	0,002

Fonte: Elaborado pelos autores

4.1 ESTIMAÇÃO DO ÍNDICE DE TRANSBORDAMENTO

A estimação foi realizada através de máxima verossimilhança, para identificação utilizou-se o método AIC, HQ sugerido por HULL (2005). Para matriz de covariância os métodos de Pearson, Kendall e Spearman, também demonstrados por HULL (2005). Como o índice necessita de uma matriz de covariância retirada de uma estrutura VAR, aplicou-se o procedimento HAC para correção de heterocedasticidade. O número de *lags* do modelo foi calculado a partir da resposta do VAR.

Os resultados podem ser simplificados na tabela abaixo:

TABELA 2 – Transbordamento de retorno bidirecional entre mercados de Soja e Milho

Variáveis	Soja	Milho	Soja CBOT	Milho
	BM&F	BM&F		CBOT
Soja CBOT	10,5			20,7
Milho CBOT		4,2	20,7	
Soja BM&F		18,1	10,5	
Milho BM&F	18,1			4,2

Fonte: Elaborado pelo autor

Seguindo a notação de DIEBOLD & YILMAZ (2009), cujo índice varia de 0 a 100, onde 100 representa transmissão total, os resultados para os índices bi-direcionais indicam que uma maior interdependência internacional para a soja em relação ao milho, 10,5, para soja enquanto o índice indica 4,2 para o milho. Essa razão já é era esperada, visto que vários trabalhos como CALDARELLI & BACCHI (2012) demonstram o fato de a maior parcela

da produção brasileira de soja ser focada para a exportação, enquanto o milho é destinado em grande parte para o mercado interno.

Outro resultado curioso é o resultado relevante para o transbordamento entre o mercado de soja e milho. No caso brasileiro o índice chega a 18,1, ou seja, 18% dos movimentos em um dos dois mercados é repercutido no outro. A parcela aumenta ainda mais quando se trata para o mercado americano, o índice de transbordamento bate a casa de 20,7%, portanto, pode-se afirmar que o mercado americano de soja e milho é um pouco mais dependente de movimentos internos.

5 CONCLUSÕES

Os resultados apontam para uma maior dependência de retornos de contratos futuros de soja brasileiro em relação aos negociados em Chicago em relação à soja, o motivo pode ser explicado pelo alto volume de exportação brasileira de soja, ou seja, como os produtores brasileiros operam em grande quantidade tanto em Chicago quanto na Bovespa o preço fixado pelos mesmos no *output* de venda pode ter uma influência sobre o movimento da bolsa de Chicago mais relevante que os produtores brasileiros, que devido à produção destinada ao mercado interno, influenciam menos nos movimentos em Chicago. O contrário também pode ser afirmado, visto que a soja BM&F detém maior parcela de volume de investimentos externos em relação ao milho, ou seja, os investidores externos cujo portfólio é mais diversificado tendem a seguir mais os movimentos externos do que o investidor interno cuja carteira é menos diversificada.

A interdependência entre os mercados de soja e milho também se refletiram no índice de transbordamento, o efeito já era esperado, dado a vasta literatura econômica sobre a relação de oferta e demanda entre soja e milho.

REFERÊNCIAS

- AWARTANI, Basel,; MAGHYEREH, Aktham. **Dynamic Spillovers between Oil and Stock Markets in the Gulf Cooperation Council Countries**. Workpaper 2013.
- BLACK, Clarissa. **Preços de commodities, termos de troca e crescimento econômico brasileiro nos anos 2000**. Indicadores Econômicos FEE, v. 42, n. 3, p. 27-44, 2015.
- CALDARELLI, Carlos; BACCHI, Mirian;. **Fatores de Influência do Preço do Milho no Brasil**. Revista Nova Economia, Belo Horizonte v. 22, n. 1, p. 141-164, jan/abr. 2012.
- COE, Davit,; HELPMAN, Elhanan. **International R&D Spillovers**. European Economic Review Vol 39, Pag 859-887. Apr 1994.
- DIEBOLD, Francis,; YILMAZ, Kamil. **Measuring Financial Asset Return and Volatility Spillovers, With Application to Global Equity Markets**. Economic Journal Jan 2009.
- EVERSON, Robert,; SIGH, Lakhwinder. **Economic Growth, International Technological Spillovers and Public Policy: Theory and Empirical Evidence from Asia**. Discussion Paper. 2007.
- FILHO, Umberto,; MORETTO, Antonio,; RODRIGUES, Rossana,; GUILHOTO, Joaquim. **Interações sinérgicas e transbordamento do efeito multiplicador de produção das grandes regiões do Brasil**. Economia Aplicada. Vol 10 p 225-247 N° N 2006.
- HAMEISTER, Bianca da Rocha; BARBOSA, Paola Vargas; WAGNER, Adriana. **Conjugalidade e parentalidade: Uma revisão sistemática do efeito spillover**. Arquivos brasileiros de psicologia. Rio de Janeiro. Vol. 67, n. 2 , p. 140-155., 2015,
- HERSEN, Amarildo,; LIMA, Jandir. **O efeito transbordamento da crise econômica internacional**. Textos de Economia. Vol 13 N° 1. p. 25-45. Jan 2010.
- HULL. John C. **Fundamentos dos mercados futuros e de opções**. 4. ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 2005
- MADSEN, Jakob. **Technology Spillover through Trade and TFP Convergence: 120 Years of Evidence for the OECD Countries**. Workpaper. 2005
- YILMAZ, Kamil. **Return and Volatility Spillovers Among The East Asian Equity Markets**. Journal Of Asian Economics. 2009
- PENG, Yue,; LON Wing. **Extreme Spillover Effects of Volatility Indices**. Journal Economis Research Vol 17 1-17. 2012