

Fundação Getúlio Vargas
Escola de Economia de São Paulo

Paulo Eduardo Cecilio Nasser de Souza

**Análise da transmissão de volatilidade dos mercados
internacionais para o Brasil**

São Paulo
2012

Paulo Eduardo Cecilio Nasser de Souza

**Análise da transmissão de volatilidade dos mercados
internacionais para o Brasil**

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV/EESP), como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Samy Dana

São Paulo
2012

Souza, Paulo Eduardo Cecilio Nasser.

Análise da transmissão de volatilidade dos mercados internacionais para o Brasil / Paulo Eduardo Cecilio Nasser de Souza. - 2012.

41 f.

Orientador: Samy Dana

Dissertação (MPFE) - Escola de Economia de São Paulo.

1. Mercado financeiro - Modelos econométricos . 2. Avaliação de ativos. 3. Finanças - Brasil. 4. Ações (Finanças) - Brasil. I. Dana, Samy. II. Dissertação (MPFE) - Escola de Economia de São Paulo. III. Título.

CDU 336.76

Paulo Eduardo Cecilio Nasser de Souza

**Análise da transmissão de volatilidade dos mercados
internacionais para o Brasil**

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV/EESP), como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Samy Dana

Data da Aprovação:

23/Abril/2012

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Samy Dana (Orientador)
EESP - FGV

Prof. Dr. João Filipe B. V. de Mendonça
Mergulhão
EESP - FGV

Prof. Dr. William Eid Júnior
EAESP - FGV

São Paulo
2012

Resumo

O objetivo deste trabalho é estimar e analisar o grau de transmissão de volatilidade de ativos como ações e moedas entre países utilizando a metodologia de decomposição de variância dos erros de previsão dos modelos de vetores autorregressivos (VAR). Especificamente para este trabalho, o foco foi a transmissão de volatilidade de outros países, como Estados Unidos e os países da Europa, para o Brasil. Podemos, dessa maneira, testar a hipótese de interdependência do Brasil em relação aos outros países em termos de volatilidade para os índices de ações e moedas. Ao final, encontraram-se evidências de que há transmissão de volatilidade de outros países para o Brasil, e que o grau de transmissão entre eles varia com o tempo, sem tendência e com saltos em períodos de incertezas. As evidências encontradas permitem um melhor balanceamento de carteiras entre diferentes países, facilitando o desenvolvimento de estratégias mais eficientes de *hedge* contra choques propagados entre mercados, além de servir como um sistema de alerta para eventuais distúrbios nos níveis de volatilidade dos mercados brasileiros.

Palavras-chave: Volatilidade, Transmissão, *Spillover* , Vetores autorregressivos, VAR

Sumário

1. Introdução.....	7
2. Revisão Bibliográfica.....	10
2.1 Propagação internacional de choques.....	14
3. Metodologia.....	15
4. Dados Utilizados.....	19
5. Resultados.....	25
6. Conclusão.....	30
7. Referências Bibliográficas.....	32
Anexo I - Gráficos.....	35
Anexo II – Sensibilidade do indexador ao horizonte de previsão.....	40

Lista de Tabelas

Tabela 1: Resumo dos trabalhos citados	13
Tabela 2: Estatística descritiva da série de volatilidade dos índices de ações	20
Tabela 3: Seleção de defasagens para a série de índices de ações.....	21
Tabela 4: Estatística descritiva da série de volatilidade das taxas de câmbio	22
Tabela 5: Seleção de defasagens para série de taxas de câmbio.....	24

Lista de Figuras

Figura 1: Linha do Tempo - Transmissão de volatilidade no Brasil e no mundo	11
---	----

1. Introdução

Eventos econômicos e financeiros originados de eventos de crise podem trazer instabilidade aos mercados financeiros e, conseqüentemente, provocar o aumento da volatilidade nos retornos dos ativos. Com a forte ligação entre mercados, aliada à rápida propagação dos efeitos e o grande impacto gerado pelos eventos de crise, torna-se interessante analisar a transmissão de volatilidade entre os mercados financeiros mundiais. Segundo King e Wadhvani (1990), o forte vínculo entre os mercados depende principalmente da volatilidade. Além disso, os vínculos também intensificam os efeitos de contágio entre mercados, espalhando perdas financeiras em várias regiões em eventos de crise.

Numa breve análise da última década, quatro grandes eventos de crise com grande repercussão mundial podem ser listados: o colapso do câmbio fixo na Argentina em 2001; o estresse pré-eleitoral nas eleições do Brasil em 2002, a crise do mercado imobiliário *subprime* nos Estados Unidos em 2008 e a crise nas finanças públicas dos países da Europa iniciada em 2010. Como se percebe, os choques passaram a se originar também em países considerados desenvolvidos, não sendo mais as crises exclusividade dos mercados emergentes.

Portanto, a análise do grau de transmissão de volatilidade é bastante importante ao prover um entendimento mais adequado de como os mercados se inter-relacionam, ajudando, por exemplo, gestores de risco a desenvolver estratégias mais eficientes de *hedge* contra choques propagados entre mercados. Ou ainda auxiliar gestores de portfólio no rebalanceamento de suas carteiras entre diferentes países, explorando as correlações entre os ativos em diferentes mercados de modo a tirar proveito da diversificação internacional. Conforme bem nota Elton et al (2004, p.233), *“a conveniência de uma estratégia de diversificação internacional depende do coeficiente de correlação entre mercados, do risco de cada mercado e dos retornos em cada mercado”*. Além disso, em função de a movimentação dos mercados financeiros mundiais tender a ser mais forte em períodos de crise (King e Wadhvani, 1990) e, conseqüentemente, com volatilidade mais alta, faz-se

necessário um correto entendimento do comportamento das variações nos níveis de volatilidade de ativos financeiros em diversos países.

O presente trabalho visa a avaliar a hipótese de existência de interdependência do Brasil em relação aos outros países em termos de volatilidade dos índices de ações e da taxa de câmbio, estimando o grau de transmissão de volatilidade para o Brasil observado nesses mercados, tendo como origem os Estados Unidos, a Zona do Euro, a Alemanha, a Inglaterra, o Japão e a China, representando as grandes economias mundiais; e o Chile e a Argentina, como representantes da América do Sul. O grau de transmissão permitirá entender e avaliar percentualmente quanto da variação de volatilidade dos retornos dos ativos brasileiros pode ser explicado pela variação de volatilidade dos retornos dos mesmos tipos de ativos no mercado internacional. Dessa forma, um investidor ou um gestor de risco, por exemplo, poderiam antever e administrar antecipadamente uma transmissão em excesso de volatilidade de mercados externos para o mercado brasileiro, alterando a diversificação de carteiras de ativos, ou montando estratégias que tirem proveito de alterações súbitas de volatilidade.

Aqui a transmissão de volatilidade refere-se a seu grau de variação, para um determinado mercado em um determinado país, em função da variação de volatilidade desse mesmo mercado em outro país, ou seja, quanto da variação de volatilidade em um mercado em um país pode ser explicada por sua variação no mesmo tipo de mercado em um outro país. Diferencia-se, portanto, da propagação ou contágio de preços entre mercados, quando o preço de determinado ativo é influenciado pelo preço desse mesmo ativo em outro mercado.

Este trabalho utiliza-se de modelos de vetores autorregressivos (VAR) para medir o grau de transmissão de volatilidade entre mercados financeiros internacionais. Para tanto, será analisada a decomposição da variância dos erros de previsão, a qual já é bem conhecida e estudada. De maneira simples, trata-se de determinar quanto de variância de uma variável decorre de outras variáveis do modelo. Ou, na aplicação deste trabalho, quanto da volatilidade de um determinado ativo em um determinado país é explicado pela volatilidade de um ativo similar a esse em outro país. O trabalho é baseado no artigo escrito por Diebold e Yilmaz

(2008), com algumas alterações, como o período, os mercados e os ativos financeiros analisados.

O presente trabalho contribui para a literatura brasileira de finanças ao analisar a interdependência de volatilidade dos mercados de ações e moedas do Brasil em relação a outros países, principalmente grandes economias mundiais como os Estados Unidos, a Europa e o Japão, utilizando um método que captura a transmissão direcional de volatilidade de outros países para o Brasil. Além disso, o trabalho contrasta com a literatura nacional existente, que emprega predominantemente o *framework* GARCH para estudar a dinâmica de transmissão de volatilidade, ao usar a decomposição da variância dos erros de previsão dos modelos de vetores autorregressivos (VAR) para tal propósito.

Este trabalho está dividido da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a revisão bibliográfica e a discussão teórica; a Seção 3 descreve a metodologia; a Seção 4 descreve os dados utilizados; a Seção 5 mostra os resultados encontrados, com a conclusão sendo apresentada na Seção 6 e, em seguida, as referências bibliográficas na Seção 7.

2. Revisão Bibliográfica

É possível encontrar na literatura diversas definições e formas de avaliar os níveis de interdependência entre mercados e entre países. Esta linha de pesquisa é importante para esclarecer pesquisadores e investidores sobre a dinâmica de integração entre mercados, podendo muitas vezes demonstrar estratégias eficientes para diversificação internacional de portfólios. Vários artigos efetuaram análises sobre a transmissão de volatilidade entre mercados de ativos financeiros. De acordo com Marçal *et al.* (2010), não há uma metodologia única para avaliar a existência de interdependência. Soriano e Climent (2006) pesquisaram a literatura internacional sobre transmissão de volatilidade e encontraram evidências de que estudos utilizando mercado de ações são mais frequentes que os que analisam os mercados de moedas, além de que os principais trabalhos utilizaram os modelos GARCH, Regime Switching e Volatilidade Estocástica.

Engle and Ng (1988) empregaram modelos GARCH e encontraram evidências de transmissão tanto para o mercado de câmbio quanto para o de índices de ações, principalmente para os mercados americano, inglês e japonês. Cheung e Ng (1996) e Hong (2001) desenvolveram testes de transmissão de volatilidade com modelos baseados em uma função de correlação cruzada de resíduos. Em ambos os casos, encontraram as evidências de transmissão de volatilidade entre mercados.

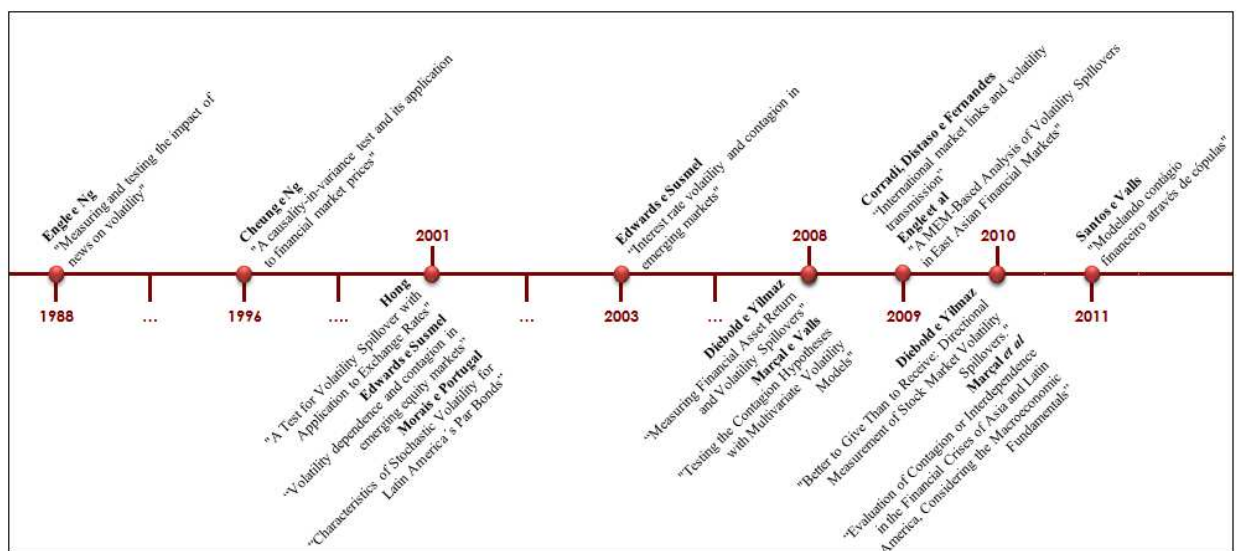
Edwards e Susmel (2001) usaram modelos SWARCH, tanto univariados como bivariados, para avaliar o comportamento da volatilidade do mercado de ações de um pequeno grupo de países latino-americanos, entre outros, que produziam apenas um indicador binário de alta ou baixa volatilidade. Encontraram evidências de que os períodos de alta volatilidade são, em geral, curtos e coincidentes entre os países analisados, estando associados a crises internacionais comuns. Além disso, os resultados também evidenciaram que os mercados desses países são interdependentes em termos de volatilidade. Edwards e Susmel (2003) também avaliaram a hipótese de transmissão de volatilidade entre países para taxa de juros,

novamente utilizando modelos SWARCH, mas não encontraram evidências que a suportassem.

Diebold e Yilmaz (2008), num primeiro trabalho, utilizaram a decomposição da variância dos erros de previsão dos modelos de vetores autorregressivos (VAR) como base para medir a magnitude da transmissão de retornos e volatilidade entre diversos países para os mercados de ações. Os resultados indicam, fortemente, que a volatilidade do mercado de ações de um determinado país é influenciada pelas volatilidades apresentadas em outros países. Engle *et al.* (2009) analisaram a transmissão de volatilidade baseada em dados de alta e baixa frequência diários, também encontrando evidências que justificassem a transmissão de volatilidade entre mercados.

A figura abaixo apresenta uma linha do tempo com alguns dos estudos referentes à transmissão de volatilidade:

Figura 1: Linha do Tempo - Transmissão de volatilidade no Brasil e no mundo



Fonte: Elaboração do autor

Corradi, Distaso e Fernandes (2009) aplicaram a metodologia de *bootstrap* sobre volatilidade realizada para também avaliar a transmissão de volatilidade entre

Estados Unidos, Inglaterra, China e Japão. Encontraram significativa interconexão entre mercados, devido, principalmente, à volatilidade. Diebold e Yilmaz (2010) modificaram a metodologia de seu trabalho anterior para contornar o problema de ordenação das variáveis na fatoração de Cholesky, utilizando para tanto o trabalho desenvolvido por Koop, Pesaran and Potter (1996) e Pesaran and Shin (1998), em que a decomposição da variância é invariante à ordenação das variáveis. Nesse último trabalho, esses autores testaram a transmissão de volatilidade entre os mercados americanos de ações, *bonds*, *commodities* e câmbio e encontraram evidências de transmissão de volatilidade entre eles.

Trabalhos nacionais também contribuíram para a literatura. Morais e Portugal (2001) testaram a existência de interdependência de volatilidade para PAR *bonds* de quatro países latino-americanos (Brasil, Argentina, Venezuela e México), baseado em um modelo de volatilidade estocástica e encontraram evidências que corroboram a existência de interdependência, com as volatilidades possuindo um movimento comum. Assim, é possível que uma crise na América Latina, ao afetar os títulos de dívida externa de um país, exerça influência sobre a volatilidade desses mesmos tipos de ativos para os outros países. Marçal e Valls (2008) testaram a hipótese de contágio financeiro no mercado de títulos de dívida soberana do Brasil, Rússia, Argentina e México, utilizando modelos de volatilidade multivariada, e encontraram evidências de interdependência entre esses ativos.

Em Marçal *et al.* (2010), investigou-se a existência de contágio entre países analisando-se o retorno dos índices de ações, entre os anos de 1994 e 2003, utilizando-se modelos DCC-GARCH e considerando-se os fundamentos macroeconômicos específicos de cada país. Os resultados obtidos por eles indicam evidências de contágio da Ásia para a América Latina, com os Estados Unidos e o Japão como vetores de contágio. Em outro trabalho, Santos e Valls (2011) testaram a hipótese de contágio entre os mercados dos Estados Unidos, Brasil, Japão e Inglaterra para o período de 2000 a 2009, utilizando para tanto a teoria de cópulas. O estudo apontou evidências de contágio no mercado brasileiro.

A tabela abaixo apresenta um resumo dos trabalhos citados, ordenados pelo ano de publicação.

Tabela 1: Resumo dos trabalhos citados

Autores	Ano	Hipóteses testadas	Metodologia	Base de Dados	Transmissão ?
Engle e Ng	1988	Transmissão de volatilidade entre EUA, Japão e Inglaterra, para os mercados de câmbio e de ações	GARCH	1980-1988	Sim
Cheung e Ng	1996	Transmissão de volatilidade entre EUA e Japão nos mercados de ações	GARCH	1986	Sim
Hong	2001	Transmissão de volatilidade entre Marco Alemão e Iene Japonês	GARCH	1976-1995	Sim
Edwards e Susmel	2001	Transmissão de volatilidade entre os mercados de ações do México, China, Chile, Brasil e outros.	SWGARCH	1989-1999	Sim
Morais e Portugal	2001	Transmissão de volatilidade entre os mercados de par bonds do Mexico, Brasil, Argentina e Venezuela.	Volatilidade Estocástica	1994-1999	Sim
Edwards e Susmel	2003	Transmissão de volatilidade das taxas de juros de países da América Latina	SWGARCH	1990s	Não
Diebold e Yilmaz	2008	Transmissão de volatilidade entre os mercados de ações de 19 países	Cholesky FEVD - VAR	1992-2007	Sim
Marçal e Valls	2008	Contágio financeiro nos mercados de dívida para Brasil, Rússia, México e Argentina	GARCH	1994 - 2003	Sim
Engle <i>et al</i>	2009	Transmissão de volatilidade entre mercados de ações da Ásia Oriental	Multiplicative error model	1995-2006	Sim
Corradi, Distaso e Fernandes	2009	Transmissão de volatilidade entre os mercados de ações dos EUA, China, Japão e Inglaterra.	Volatilidade Realizada	2000-2005	Sim
Diebold e Yilmaz	2010	Transmissão de volatilidade entre os mercados de ações, bonds, câmbio e commodities dos EUA	GFEVD - VAR	1999-2009	Sim
Marçal <i>et al</i>	2010	Contágio e interdependência nos índices de ações da Ásia e América Latina	GARCH	1994 - 2003	Sim
Santos e Valls	2011	Contágio financeiro envolvendo o Brasil	Teoria de cópulas	2000-2009	Sim

Fonte: Elaboração do autor

2.1 Propagação internacional de choques

Esta seção descreve como a literatura tem investigado os possíveis canais de propagação de choques entre os mercados financeiros mundiais.

Dornbusch, Park e Claessens (2000) relatam que, enquanto é difícil determinar se os movimentos interdependentes dos mercados financeiros são irracionais ou excessivos, sua pesquisa encontrou padrões na vulnerabilidade de países à volatilidade e identificou possíveis canais de transmissão, como vínculos de comércio, vínculos através de centros financeiros internacionais, similaridades macroeconômicas ou mesmo fatores institucionais. Eichengreen, Rose e Wyplosz (1996) encontraram resultados que sugerem que vínculos de comércio seriam mais importantes na propagação de choques que similaridades macroeconômicas entre países.

De acordo com Forbes e Rigobon (2002), os mercados de ações de um país (ou um grupo de países) afetados por um choque se moveriam conjuntamente, em maior ou menor grau, de modo que, logo após o choque, as correlações entre os mercados de cada país aumentariam. Em outro artigo, Forbes e Rigobon (2000) dividem os choques em dois grupos: crise contingente e não contingente. O primeiro grupo inclui os eventos em que há fenômenos irracionais, como efeito manada de investidores, pânico financeiro ou aumento da aversão ao risco. Nesse caso, os canais de transmissão são diferentes antes e após o evento de crise, e isso explicaria porque os vínculos entre os mercados internacionais aumentariam após o choque. Já no segundo grupo, de crise não contingente, os canais de transmissão são os mesmos de antes do choque e, portanto, os vínculos entre mercados não aumentariam após este evento. Assim, a transmissão seria resultante de interdependência já existente entre mercados, indicando que não houve uma mudança estrutural, ou seja, os choques não foram propagados por um canal não existente em outros períodos estáveis.

3. Metodologia

Após a introdução dos objetivos do trabalho e da revisão bibliográfica da literatura em questão, esta seção apresenta o modelo proposto para o cálculo do grau de transmissão direcional de volatilidade entre mercados.

A ferramenta básica deste trabalho é a metodologia de decomposição da variância dos erros de previsão associada a um vetor autorregressivo (VAR) generalizado de n variáveis. Esta mostra em termos percentuais quanto da realização de uma variável é dada por seus próprios choques e quanto provém de choques de cada uma das outras variáveis endógenas do modelo ao longo do horizonte de previsão.

Da mesma maneira que Diebold e Yilmaz (2010), a decomposição da variância utilizada neste trabalho foi baseada num VAR generalizado, descrito em Koop, Pesaran e Potter(1996) e Pesaran e Shin(1998), no qual a decomposição da variância é invariante a ordem. A abordagem generalizada do VAR permite choques correlacionados, mas trata-os de maneira adequada, usando a distribuição observada histórica dos erros, ao contrário da fatoração de Choleski, de choques ortogonalizados. Como os choques para cada variável não são ortogonalizados, a soma das contribuições das variâncias do erro de previsão não necessariamente é igual a um. Para contornar essa limitação, cada componente é normalizado ao fim do processo.

Suponha-se um modelo VAR de ordem p com N variáveis:

$$X_t = \sum_{i=1}^p \theta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

com ε_t representando um vetor de erros *iid*. A representação VMA para esse modelo VAR é dada por:

$$X_t = \sum_{i=0}^{\infty} A_i \varepsilon_{t-i} \quad (2)$$

com a matriz NxN A_i de coeficientes seguindo a recursão:

$$A_i = \theta_1 A_{i-1} + \theta_2 A_{i-2} + \dots + \theta_p A_{i-p} \quad (3)$$

Sendo A_0 uma matriz identidade NxN e $A_i = 0$ para $i < 0$. Considere-se $\theta_{ij}^g(H)$ como a decomposição da variância dos erros de previsão de H-passos à frente:

$$\theta_{ij}^g(H) = \frac{\sigma_{ij}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \sum e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e_i' A_h \sum A_h' e_i)} \quad (4)$$

Com \sum sendo a matriz de variâncias do vetor de erros ε , σ_{ij} o desvio padrão dos erros para a n-ésima equação e e_i um vetor de seleção com 1 como o n-ésimo elemento e 0 caso contrário. Além disso, considere-se que cada componente da matriz de decomposição da variância é normalizado com base no somatório das linhas:

$$\tilde{\theta}_{ij}^g(H) = \frac{\theta_{ij}^g(H)}{\sum_{j=1}^N \theta_{ij}^g(H)} \quad (5)$$

Utilizou-se, então, a fórmula abaixo para medir a transmissão direcional, isto é, o impacto da transmissão de volatilidade no mercado i recebido de todos os outros mercados j , usando os elementos normalizados da matriz de decomposição da variância generalizada:

$$S_i^g(H) = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)}{\sum_{j=1}^N \tilde{\theta}_{ij}^g(H)} \quad (6)$$

Essa será a equação usada para medir o grau de transmissão de volatilidade dos mercados estrangeiros de índices de ações e taxa de câmbio para os mesmos mercados no Brasil, ou seja, a hipótese de existência de interdependência do Brasil em relação aos outros países em termos de volatilidade dos índices de ações e da taxa de câmbio será avaliada com base nos resultados obtidos para $S_i^g(H)$, para cada um dos ativos separadamente. Um indicador $S_i^g(H) > 0$, com $S_i^g(H)$ sendo o grau de transmissão direcional, indicará a aceitação da hipótese de interdependência da volatilidade dos mercados brasileiros desses ativos em relação aos mesmos mercados nos outros países.

Além disso, o método será executado sobre toda a série, utilizando-se uma janela móvel de 100 realizações, com previsão de 10 passos à frente para a decomposição da variância, permitindo, dessa maneira, a avaliação do indicador, ou do grau de transmissão direcional, ao longo dos últimos anos, tornando mais fácil a

interpretação da série, como também a avaliação de suas eventuais tendências, saltos e dinâmica.

Cabe destacar que o método será aplicado sobre a série de volatilidade dos retornos dos ativos destacados e não sobre a série de preços ou retorno propriamente dito desses mesmos ativos. A descrição detalhada de cada uma das séries de volatilidade dos ativos avaliados, bem como a seleção das defasagens para cada série, com base em critérios de informação, é apresentada e discutida na seção seguinte.

4. Dados Utilizados

Esta seção apresenta uma análise descritiva detalhada das séries de volatilidade dos índices de ações e taxas de câmbio utilizadas ao longo deste trabalho.

Foram utilizadas duas classes de ativos: índices de ações e moedas. Para índices de ações foram selecionadas as séries de preços dos principais indicadores das principais bolsas de valores de cada país selecionado. Para o Brasil, foi escolhido o índice Bovespa (BVSP); para os Estados Unidos, o S&P500 (SPX); para a Inglaterra, o FTSE; para a Alemanha, o DAX; para o Chile, o IPSA; para a Argentina, o Merval; e, finalmente, para o Japão, o índice Nikkei 225 (Nikkei).

O período analisado dos índices de ações compreende o período de janeiro de 2003 a novembro de 2011; utilizando-se um intervalo semanal, preços de abertura da segunda-feira, fechamento na sexta-feira e mínimas e máximas durante a semana. A escolha de um intervalo semanal minimiza o efeito de *overlapping* de dados, que ocorre quando há diferenças nos horários ou no calendário dos pregões dos ativos analisados.

Para os índices de ações foi assumido que a volatilidade é fixa dentro do período de cada realização, nesse caso, semanas; mas variável entre períodos. Seguindo Diebold e Yilmaz (2008), foi utilizada a mesma fórmula para estimar a volatilidade dos retornos semanais dos ativos, previsto em Garman and Klass (1980) e Alizadeh, Brandt e Diebold (2002):

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}^2 = & 0.511(H_t - L_t)^2 \\ & - 0.019[(C_t - O_t)(H_t + L_t - 2O_t) - 2(H_t - O_t)(L_t - O_t)] \\ & - 0.383(C_t - O_t)^2 \end{aligned} \quad (7)$$

Com H sendo a cotação máxima da semana, L a mínima, O a cotação de abertura na segunda-feira e C o fechamento na sexta-feira, todos os valores com logaritmo natural. Além disso, o estimador semanal $\tilde{\sigma}^2$ é transformado para anual, com $\hat{\sigma}^2 = 100 \times \sqrt{52} \times \tilde{\sigma}^2$. A escolha dessa abordagem se justifica ao analisarmos as evidências que Garman and Klass (1980) e Alizadeh, Brandt e Diebold (2002) encontraram na sua utilização: maior eficiência, menor variância, ausência de viés e robustez a ruídos de microestrutura.

Os dados foram obtidos das bases de dados da Reuters. A Tabela 3 apresenta as estatísticas descritivas para as séries de volatilidade dos índices de ações, calculadas com base na equação 7. Percebe-se pela tabela que todas as séries apresentam excesso de curtose, isto é, são leptocúrticas, indicando caudas mais pesadas que uma distribuição normal. Apresentam, também, assimetria positiva, indicando que altas são mais prováveis que baixas, o que seria esperado, dado que as bolsas de valores apresentaram, durante o período analisado, uma valorização significativa. Por fim, o teste de Jarque-Bera rejeita a hipótese de normalidade para todas as séries.

Tabela 2: Estatística descritiva da série de volatilidade dos índices de ações

Estatística Descritiva - Índices de Ações, Jan/2003-Nov/2011							
	<i>BVSP</i>	<i>SPX</i>	<i>FTSE</i>	<i>DAX</i>	<i>Nikkei</i>	<i>IPSA</i>	<i>Merval</i>
Média	24.3326	15.1501	17.3664	18.7446	16.9061	13.4221	22.7418
Mediana	21.4983	11.8808	12.8289	15.4960	14.6550	11.0660	19.1971
Desvio Padrão	14.1697	11.1822	12.7109	12.4067	11.3776	10.0247	13.7545
Curtose	16.4384	18.4937	5.5955	8.8860	25.8353	15.2405	12.6377
Assimetria	3.1633	3.5369	2.0487	2.4721	4.1859	3.2466	2.7513
Mínimo	3.4873	3.9507	3.8305	4.0567	3.1287	1.8300	2.6116
Máximo	132.4767	102.9585	85.9385	95.4203	117.5941	87.3856	123.3089
Jarque-Bera	5860.4690	7406.7480	910.0865	1954.8240	13931.2500	5185.5390	3589.2190
Probability	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Registros	463	463	463	463	463	463	463

Fonte: Elaboração do Autor

O Gráfico 3 apresenta as sete séries de volatilidade (anualizadas, em percentual, indicadas no eixo vertical) dos índices de ações escolhidos para a

análise, também calculadas com base na equação 7. Os gráficos mostram os saltos elevados nos níveis de volatilidade, para todas as séries, durante a recente crise de 2008, quando os índices dos mercados acionários mundiais desabaram. A alta volatilidade desse período é uma característica comum de todas as séries dos índices de ações avaliadas, diferenciando-se apenas pela persistência e intensidade. Além disso, com exceção do IPSA, podemos perceber, na primeira metade da década, um comportamento mais brando das séries de volatilidade, com os anos seguintes à primeira metade apresentando uma maior turbulência, como consequência de inúmeros eventos de estresse ocorridos neste período, como a crise imobiliária americana e a crise de endividamento dos países europeus.

O modelo VAR para índices de ações foi rodado utilizando-se ordem 3, com base nos critérios de Akaike (AIC), Schwartz (BIC) e também Hannan-Quinn (HQC), conforme Tabela 4 apresentada abaixo. Os asteriscos indicam os melhores valores, isto é, valores minimizados, dos respectivos critérios de informação.

Tabela 3: Seleção de defasagens para a série de índices de ações

Seleção de Defasagens			
Defasagens	AIC	BIC	HQC
1	47.3342	47.7901*	47.5141
2	47.1082	48.0200	47.4679
3	46.8280*	48.1957	47.3676*
4	46.8348	48.6584	47.5543
5	46.8429	49.1224	47.7422
6	46.8589	49.5943	47.9381
7	46.9236	50.1150	48.1827
8	47.0277	50.6749	48.4666

Fonte: Elaboração do autor

Também foram analisadas as séries temporais para as taxas de câmbio de alguns países contra o dólar. Foram selecionados o real (BRL), o euro (EUR), a libra inglesa (GBP), o iene (JPY), o peso chileno (CLP) e o peso argentino (ARS), utilizando-se as bases de dados da Bloomberg. O período analisado compreende o

período de janeiro de 2003 a dezembro de 2011, com dados diários, excluindo-se fins de semana. Foi utilizada a mesma metodologia executada para as séries dos índices de ações para estimar a volatilidade dos retornos semanais das taxas de câmbio:

$$\begin{aligned} \tilde{\sigma}^2 = & 0.511(H_t - L_t)^2 \\ & - 0.019[(C_t - O_t)(H_t + L_t - 2O_t) \\ & - 2(H_t - O_t)(L_t - O_t)] - 0.383(C_t - O_t)^2 \end{aligned} \quad (8)$$

Com H sendo a cotação máxima da semana, L a mínima, O a cotação de abertura na segunda-feira e C o fechamento na sexta-feira, todos os valores com logaritmo natural. Além disso, o estimador semanal $\tilde{\sigma}^2$ é transformado para anual, com $\hat{\sigma}^2 = 100 \times \sqrt{52 \times \tilde{\sigma}^2}$.

Abaixo, na Tabela 5, são apresentadas as estatísticas descritivas para as séries de volatilidade das taxas de câmbio, calculadas com base na equação 8.

Tabela 4: Estatística descritiva da série de volatilidade das taxas de câmbio

Estatística Descritiva - Taxa de Câmbio , Jan/2003-Dez/2011						
	<i>Euro</i>	<i>Real</i>	<i>Libra</i>	<i>Iene</i>	<i>Peso Chileno</i>	<i>Peso Argentino</i>
Média	9.8721	13.7525	9.4687	9.9850	9.0659	3.5557
Mediana	9.1022	11.4371	8.2815	8.7792	7.8654	2.6502
Desvio Padrão	4.4461	9.6231	5.1898	5.2186	5.5495	2.8891
Curtose	13.6289	15.3488	25.0284	13.6952	6.3415	8.0356
Assimetria	2.5149	3.2370	3.8850	2.8875	1.9335	2.5019
Mínimo	2.6178	3.3829	3.1377	3.0471	1.0768	0.5238
Máximo	46.3379	88.3016	58.6816	50.7355	42.2377	21.7296
Jarque-Bera	4046.3280	5324.1950	13171.0100	4237.7220	1058.7730	1721.0960
Probabilidade	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Registros	470	470	470	470	470	470

Fonte: Elaboração do Autor

A tabela 5 mostra que as séries são todas assimétricas positivamente, o que indicaria que baixas são menos prováveis que altas de mercado. Observam-se, também, valores de curtose positivos e em excesso para todas as séries, indicando caudas mais pesadas que uma distribuição normal, isto é, são leptocúrticas. Adicionalmente, o teste Jarque-Bera rejeita a hipótese nula de normalidade para todas as séries de volatilidade.

O Gráfico 4 apresenta a dinâmica das seis séries de volatilidade das moedas selecionadas para a análise, calculadas utilizando-se a equação 8. Todas as séries apresentam bastante variabilidade, com alguns saltos na volatilidade, mas não apresentam tendência definida nem forte persistência. Percebe-se, como nas séries dos índices de ações, um comportamento mais brando ao longo da primeira metade da amostra, entre os anos de 2004 e 2007, e uma variação mais intensa após 2008, já decorrente dos efeitos da crise no mercado mundial. Como nas séries dos índices de ações, observa-se também aqui um ponto em comum entre as séries das taxas de câmbio, que vêm a ser os saltos na volatilidade entre os anos de 2008 e 2009, no ápice da crise imobiliária americana. A alta volatilidade das séries nesse período diferencia-se apenas pela intensidade e persistência.

Executaram-se os testes de seleção de defasagens de Akaike (AIC), Schwartz (BIC) e também Hannan-Quinn (HQC) sobre a série de moedas. Como cada critério apresentou valores ótimos divergentes, optou-se por rodar o modelo VAR com ordem 2 para as séries de moedas baseado apenas nos critérios de Schwartz (BIC) e Hannan-Quinn (HQC). Os valores obtidos são mostrados na Tabela 6; os asteriscos indicam os melhores valores (valores minimizados) de cada um dos critérios de informação.

Tabela 5: Seleção de defasagens para série de taxas de câmbio

Defasagens	Seleção de Defasagens		
	AIC	BIC	HQC
1	32.8242	33.2001	32.9722
2	32.4607	33.1589*	32.7356*
3	32.4219	33.4424	32.8237
4	32.3439*	33.6867	32.8726
5	32.3562	34.0212	33.0117
6	32.4011	34.3883	33.1835
7	32.3970	34.7064	33.3062
8	32.3784	35.0101	33.4146

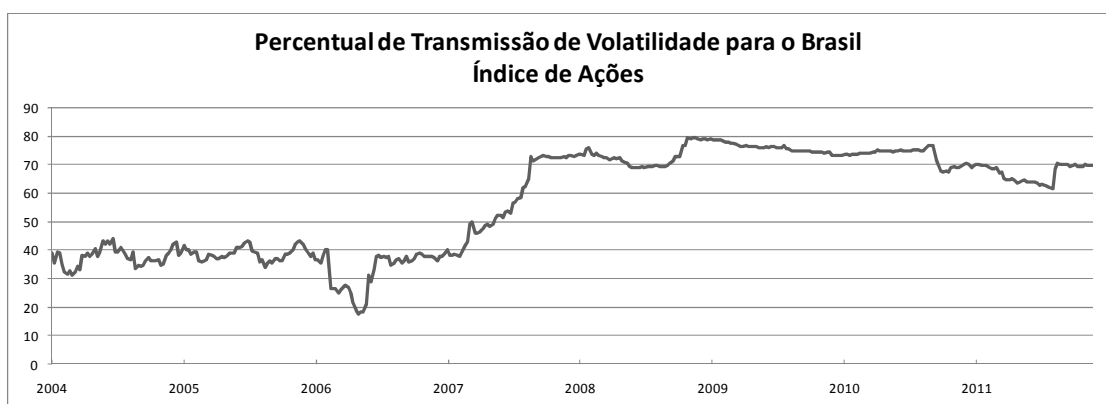
Fonte: Elaboração do autor

5. Resultados

Nesta seção são apresentados e avaliados os resultados obtidos com a execução da metodologia proposta sobre as séries de volatilidade dos ativos em questão, índices de ações e taxa de câmbio, abordando, inclusive, o lado prático e as implicações dos resultados encontrados.

A metodologia proposta foi executada sobre as séries de volatilidade dos índices de ações e também de taxas de câmbio, utilizando-se uma janela móvel com 100 realizações e previsão com 10 passos à frente¹, e com a seleção de defasagens do modelo VAR conforme descrito na seção anterior, para que fosse capturado o percentual de transmissão de volatilidade dos mercados de outros países para o Brasil ao longo do tempo. A execução sobre as séries de ambos os ativos gerou duas novas séries, uma para o indicador do percentual de transmissão dos índices de ações e outra para o de taxas de câmbio. Os gráficos seguintes apresentam os resultados para ambos indicadores resultantes, índices de ações e taxas de câmbio, respectivamente:

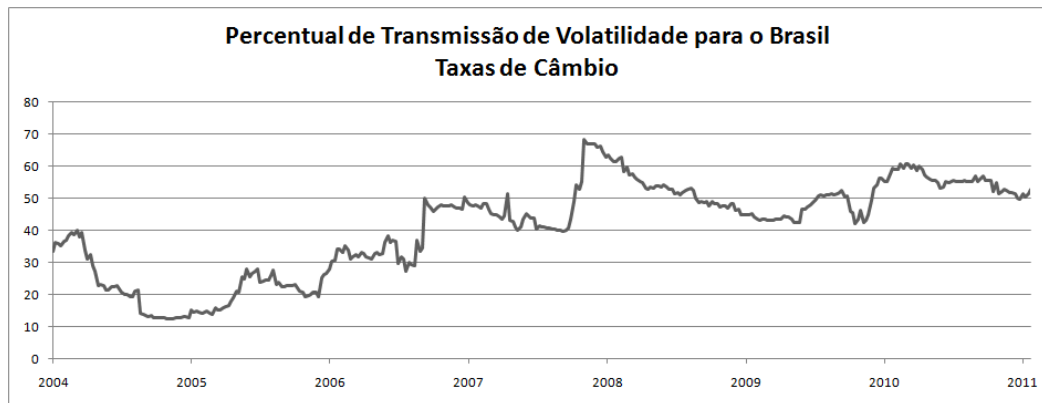
Gráfico 1: Percentual de transmissão de volatilidade para o Brasil - Índice de Ações



Fonte: Elaboração do autor.

¹ Foi utilizada, posteriormente, a mesma metodologia com diferentes horizontes de previsão (2, 5 e 7 passos à frente). Os resultados podem ser consultados no Anexo II.

Gráfico 2: Percentual de transmissão de volatilidade para o Brasil - Taxa de Câmbio



Fonte: Elaboração do autor.

Os valores apresentados no Gráfico 1 acima devem ser interpretados como o percentual de variação na volatilidade do índice de ações Bovespa, que é decorrente da variação na volatilidade dos índices de ações dos outros países, descritos na seção 4; e, da mesma maneira, o Gráfico 2 indica qual percentual da volatilidade da moeda BRL/USD é derivada das variações de volatilidade das outras moedas, também descritas na seção anterior.

O Gráfico 1 indica que o percentual de transmissão para o índice de ações variou com o tempo, apresentando alguns momentos de evolução gradual e vários pontos de saltos nítidos, tipicamente ocorrendo em correspondência com eventos de crise, ou de instabilidade, como a ascensão do indicador ao longo de 2007 e 2008, já capturando um aumento das preocupações de que a crise imobiliária iniciada nos Estados Unidos pudesse se espalhar mundo afora. Dessa forma, a percepção de que os mercados estavam se tornando mais arriscados começou a se refletir no aumento da volatilidade dos ativos financeiros, e nesse caso, no índice de ações, que começou a se propagar de um país para outro. É interessante notar que a alteração, ou o aumento, no índice de transmissão de volatilidade, nesse caso específico, correspondente à crise de 2008, ocorre em um período anterior ao evento de crise propriamente dito, isto é, o índice reagiu previamente ao choques que se seguiriam mais à frente na série de volatilidade. Neste ponto, o indicador

contrasta com a literatura sobre a análise de choques transmitidos entre mercados. Segundo Forbes e Rigobon (2002), podemos definir contágio financeiro como o aumento significativo de correlação entre mercados após choques em um deles (ou um grupo deles). Dessa forma, a análise de transmissão de choques, incluindo choques de volatilidade, é feita após o evento de instabilidade, diferentemente do que este trabalho capturou, em que houve uma reação prévia do indicador.

O índice mantém-se em um patamar próximo de 40% ao longo do período de 2004 a 2007, quando começa a elevar-se acentuadamente, coincidindo com o desenrolar da crise imobiliária americana, e mantém-se em patamar elevado e persistente após 2008, começando a declinar apenas após 2010, com o arrefecimento das preocupações sobre a crise iniciada anos antes. Ao final da série, já decorrendo o ano de 2011, percebe-se novamente um salto no indicador, coincidindo com o aumento das preocupações em relação à saúde financeira dos países da zona do euro.

Conforme afirmado na metodologia proposta, um grau de transmissão de volatilidade maior que zero indica a aceitação da hipótese de interdependência em relação à volatilidade do mercado acionário do Brasil, tendo como fonte os outros mercados internacionais. Num cenário em que o percentual de transmissão se mantenha alto ou que se apresente em crescimento, a diversificação de portfólio entre mercados internacionais pode ter pouco efeito quando de choques negativos, dado que os choques nos níveis de volatilidade dos ativos selecionados nos mercados internacionais se propagarão para o Brasil de maneira mais intensa. Esse efeito é consideravelmente impactante, pois, quando mais se espera obter ganhos decorrentes da diversificação, esses ou não são observados, ou ocorrem de maneira irregular. Dessa maneira, a execução e avaliação recorrente do indicador proveriam a um gestor de risco uma melhor análise sobre o cenário nacional e internacional, tanto dos níveis de volatilidade quanto da transmissão de volatilidade de mercados internacionais para o Brasil, tornando mais eficiente a execução de estratégias de *hedge* contra choques negativos propagados entre mercados.

Prosseguindo com a análise para as séries de taxa de câmbio, o Gráfico 2 mostra a dinâmica do grau de transmissão de volatilidade dos mercados internacionais para o Brasil, para as moedas analisadas. Observa-se que esse fator

também varia com o tempo, com vários saltos nítidos ao longo da série, e sem tendência definida. Esses saltos nítidos correspondem a eventos que geraram turbulências no mercado financeiro mundial, como as primeiras indicações de preocupação com o mercado *subprime* americano já em 2007, e, em seguida, a implosão da crise em 2008, em que se percebe claramente no indicador um salto do patamar de 40% para um pico de 70% em poucos meses.

Diferentemente da série para o índice de ações, a série com o grau de transmissão de volatilidade das taxas de câmbio apresenta mudanças frequentes de patamar e menor persistência. De uma maneira geral, a dinâmica apresentada pela série de taxas de câmbio coincide com a de índice de ações apenas no aumento acentuado pré-crise imobiliária americana.

Complementando, o alto grau apresentado ao longo da série para o indicador de transmissão para as taxas de câmbio permite afirmar que há interdependência de volatilidade em relação aos outros mercados também para a moeda brasileira, o real. Aqui cabe também a colocação feita acima acerca do baixo efeito de diversificação da carteira quando do indicador do grau de transmissão de volatilidade em um patamar alto ou em crescimento.

Visto de outra maneira, dados os resultados encontrados para ambos indicadores, podemos afirmar que, em termos de volatilidade do mercado de ações brasileiro e da taxa de câmbio, não há descolamento em relação aos outros países citados e avaliados, isto é, choques negativos, procedentes de eventos de crise ou não, continuam afetando os mercados e ativos brasileiros. No entanto, não é possível afirmar se a propagação dos choques ocorridos deriva de um efeito manada de investidores, devido a um comportamento irracional deles, ou ainda da assimetria de informações presentes nos mercados.

Os indicadores encontrados para o grau de transmissão de volatilidade corroboram com a tese levantada por King and Wadhwani (1990), de que o forte vínculo entre os mercados financeiros depende principalmente da volatilidade, e que períodos de alta volatilidade tornam os vínculos entre esses mercados mais fortes. Também vão de encontro às evidências, apresentadas nos trabalhos de Marçal e Valls (2008) e de Morais e Portugal (2001), de que há interdependência na volatilidade entre mercados internacionais e o brasileiro, respectivamente em títulos

de dívida e em *par bonds*. É interessante notar também que os resultados encontrados para a transmissão direcional para o Brasil, ao longo da série de índice de ações, seguem um padrão de comportamento muito próximo ao encontrado por Diebold e Yilmaz (2008) para o *spillover* de volatilidade dos mercados de ações mundiais, refletindo talvez uma maior inserção do Brasil nos mercados financeiros mundiais.

O melhor entendimento dessa interdependência entre mercados em diferentes países auxilia fortemente a avaliação de riscos dos ativos descritos, pois permite quantificar mais facilmente o quanto os choques nas realizações na série de volatilidade dos ativos brasileiros em questão são originados de choques nas séries dos outros ativos estrangeiros. Isso permitiria, por exemplo, uma melhor alocação de ativos entre países por um gestor, ao buscar uma diversificação internacional de uma carteira, ou além, como citado anteriormente, o desenvolvimento de melhores estratégias de *hedge* contra choques que se originam em outros países e são transmitidos para o Brasil.

Permite também, do ponto de vista de um investidor, avaliar eventuais alterações nos níveis de volatilidade do mercado local, analisando o percentual de transmissão de mercados internacionais para este e antecipando estratégias direcionais de modo a se beneficiar de choques que se perceberão em seguida.

Além disso, como o método proposto pode ser utilizado para medir o grau de transmissão de volatilidade ao longo do tempo, de maneira recorrente, é possível utilizá-lo como um sistema de alerta para eventuais distúrbios nos níveis de volatilidade dos mercados financeiros internacionais que possam afetar o mercado de ações local ou moeda brasileira, sendo útil também para formuladores de políticas a fim de avaliar a possibilidade de contágio financeiro.

6. Conclusão

O trabalho estimou e detalhou o grau de transmissão de volatilidade para o Brasil, tendo como origem outros países, utilizando a metodologia de decomposição de variância dos erros de previsão dos modelos VAR (vetores autorregressivos), para os mercados de ações e moedas. Com isso foi possível avaliar a hipótese de interdependência do Brasil em relação aos outros países em termos de volatilidade para esses ativos. A análise abrangeu o período de 2003 a 2011.

Utilizando a metodologia proposta, foi possível detalhar a magnitude do grau de transmissão de volatilidade para o Brasil ao longo do período analisado. Os resultados comprovam que a volatilidade nesses mercados no Brasil possui interdependência com os mesmos mercados nos outros países incluídos na análise, continuamente ao longo dos períodos em questão. Percebe-se claramente nos resultados que o grau de transmissão reage fortemente a eventos de crise, sendo mais persistente para o mercado de ações que para o de moedas.

Além disso, por sua característica variável e contínua ao longo do tempo, o índice com o grau de transmissão de volatilidade se mostra um bom indicador de futuros distúrbios nos níveis de volatilidade dos mercados internacionais que possam afetar os mercados brasileiros.

Para trabalhos futuros há pontos interessantes a serem avaliados, tanto do ponto de vista dos ativos analisados quanto da abordagem metodológica. Pelo lado dos ativos, seria interessante analisar o grau de transmissão entre mercados intra-país, avaliando a interdependência entre o mercado de ações, a taxa de câmbio e o mercado de *commodities* no Brasil, ou ainda a transmissão direcional de volatilidade tendo como origem os mercados de crédito, tanto nacionais quanto internacionais. Adicionalmente, seria interessante avaliar o impacto no mercado de câmbio excluindo-se os efeitos de variações na volatilidade decorrentes de interferências do governo nesse mercado, como ocorre nos dias atuais, com as medidas inseridas pelos formuladores de políticas cambiais gerando assimetrias no mercado local.

Quanto ao aspecto metodológico, seria interessante comparar as diversas metodologias utilizadas para cálculo dos percentuais de transmissão, mantendo tudo o mais constante, com vistas a avaliar eficiência e robustez de resultados; ou ainda aprimorar a metodologia VAR proposta, permitindo coeficientes variáveis no tempo, por exemplo.

7. Referências Bibliográficas

- Alizadeh, S., Brandt, M. W. and Diebold, F. X. (2002), Range-Based Estimation of Stochastic Volatility Models. *The Journal of Finance*, 57: 1047–1091. doi: 10.1111/1540-6261.00454
- Bueno, Rodrigo de Losso da Silveira . *Econometria de séries temporais*. 1. ed. São Paulo: Cengage, 2008.
- Cheung, Y.-W., Ng, L., (1996). A causality-in-variance test and its application to financial market prices. *Journal of Econometrics* 72, 33-48.
- Corradi, V., Distaso, W., Fernandes, M., (2009). “International market links and volatility transmission”. Working Paper, Imperial College London
- Dickey DA, Fuller WA (1981). “Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root.” *Econometrica*, 49, 1057-1072.
- Diebold, Francis X.; Yilmaz, Kamil (2009). "Equity Market Spillovers in the Americas," *Journal Economía Chilena (The Chilean Economy)*, Central Bank of Chile, vol. 12(2), pages 55-65, August.
- Diebold, F.X. and K. Yilmaz. (2008). “Measuring Financial Asset Return and Volatility Spillovers, with Application to Global Equity Markets.” NBER Working Papers 13811, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Diebold, F.X. and K. Yilmaz. (2010). "Better to Give Than to Receive: Directional Measurement of Stock Market Volatility Spillovers." *International Journal of Forecasting*, forthcoming.
- Dornbusch, Rudiger & Park, Yung Chul & Claessens, Stijn, 2000. "Contagion: Understanding How It Spreads," *World Bank Research Observer*, Oxford University Press, vol. 15(2), pages 177-97, August.
- Edwards, S. and R. Susmel (2001): “Volatility dependence and contagion in emerging equity markets”, *Journal of Development Economics*, 66, 505-532
- Edwards, S. and R. Susmel (2003): “Interest rate volatility and contagion in emerging markets: evidence from the 1990s”, *Review of Economics and Statistics*, 85, 328-348.
- Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J., & Goetzmann, W. N. (2004). *Moderna Teoria de Carteiras e Análise de Investimentos*. Atlas, São Paulo.
- Eichengreen, B., Rose, A. K. e Wyplosz C. (1996). Contagious currency crises. National Bureau of Economic Research (NBER). Enders, W. (2009) *Applies Econometric Time Series*. New York: John Willey. 3e.

- Engle, R. F., Ng, V., 1988, "Measuring and testing the impact of news on volatility", *Journal of Finance* 48, 1749-1778.
- Engle, R. F., Gallo, G. M., Velucchi, M., (2009). A MEM-Based Analysis of Volatility Spillovers in East Asian Financial Markets. Working paper, No. FIN-08-036, New York University.
- Forbes, K. J. and Rigobon, R. (2000) "Contagion in Latin America: Definitions, Measurement, and Policy Implications." *Economía*, Volume 1, Number 2, Spring 2001, pp. 1-46
- Forbes, K. J. and Rigobon, R. (2002), No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Comovements. *The Journal of Finance*, 57: 2223–2261.
- Garman, M.B. and M.J. Klass. (1980). "On the Estimation of Security Price Volatilities from Historical Data." *Journal of Business* 53(1): 67-78.
- Greene, W.; *Econometric Analysis*, 6th Ed., Prentice Hall, 2008
- Hong, Y., (2001). A Test for Volatility Spillover with Application to Exchange Rates. *Journal of Econometrics* 103, 183-224.
- King, M., Wadhwani, S., (1990), Transmission of volatility between stock markets, *Review of Financial Studies* 3, 5-33
- Koop, Gary & Pesaran, M. Hashem & Potter, Simon M., (1996). "Impulse response analysis in nonlinear multivariate models," *Journal of Econometrics*, Elsevier, vol. 74(1), pages 119-147, September.
- Marçal, E.F., Valls Pereira, P.L., Martin, D. M. L. and Nakamura, W. T., "Evaluation of Contagion or Interdependence in the Financial Crises of Asia and Latin America, Considering the Macroeconomic Fundamentals" (2007).
- Marçal, E.F. ; VALLS PEREIRA, P. L. (2008). Testing the Contagion Hypotheses with Multivariate Volatility Models. *Revista de Econometria*, v. 28, p. 193-218.
- Morais, I. A. C. de & Portugal, M. (2001) "Characteristics of Stochastic Volatility for Latin America's Par Bonds"; Seminário do FinanceLab; IBMEC Business School; Agosto; São Paulo.
- Parkinson, M. (1980), "The Extreme Value Method for Estimating the Variance of the Rate of Return," *Journal of Business*, 53, 61-65.
- Pesaran, M.H. & Pick, A., (2004). "Econometric Issues in the Analysis of Contagion", *Cambridge Working Papers in Economics* 0402, Faculty of Economics, University of Cambridge.

Pesaran, M.H. and Shin, Y. (1998), "Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models," *Economics Letters*, 58, 17-29.

Ramchand, Latha and Susmel, Raul, (1997) "Volatility and Cross Correlation Across Major Stock Markets". Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=57948>

Reinhart, C.M.; Rogoff, K.S. (2008) "This Time is Different: A Panoramic View of Eight Centuries of Financial Crises," NBER Working Papers 13882, National Bureau of Economic Research, Inc.

Reinhart, C.M.; Rogoff, K.S. (2009) "The Aftermath of Financial Crises," *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 99(2), pages 466-72, May.

Rose, Andrew K & Spiegel, Mark, (2010) ."Cross-Country Causes and Consequences of the Crisis: An Update," CEPR Discussion Papers 7901, C.E.P.R.

Santos, R. P. S.; Valls Pereira, P. L., (2011). "Modelando contágio financeiro através de cópulas," *Textos para discussão 292*, Escola de Economia de São Paulo, Getulio Vargas Foundation (Brazil).

Sims C.A. (1980). "Macroeconomics and Reality." *Econometrica*, 48, 1-48.

Soriano, P., Climent, F. J., (2006). "Volatility Transmission Models: A Survey". *Revista de Economía Financiera* 10, 32-81.

Anexo I - Gráficos

Gráfico 3: Volatilidade em percentual, anualizada, dos índices de ações.

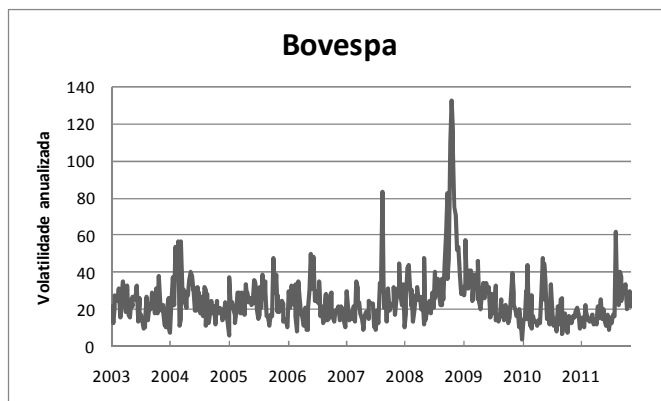


Gráfico 3.a - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

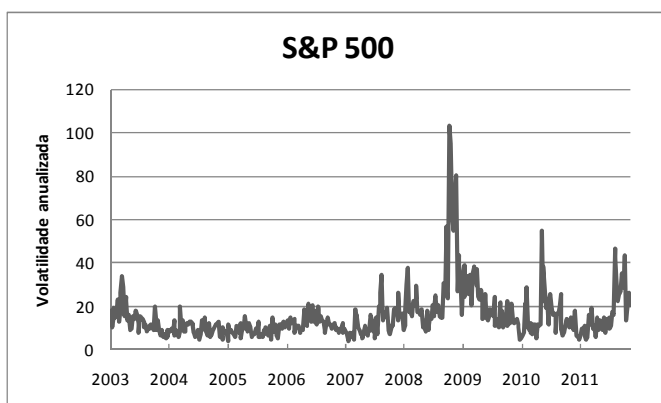


Gráfico 3.b - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

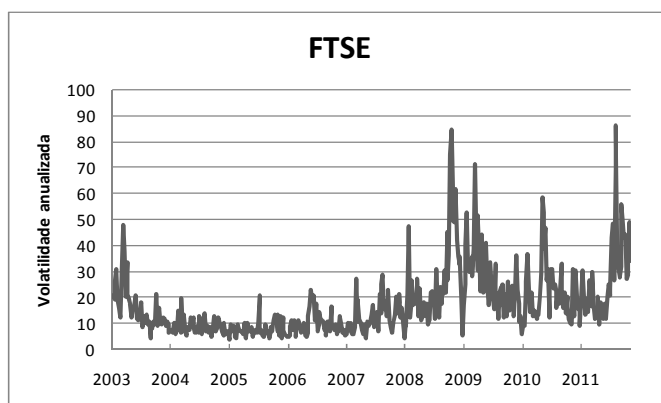


Gráfico 3.c - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

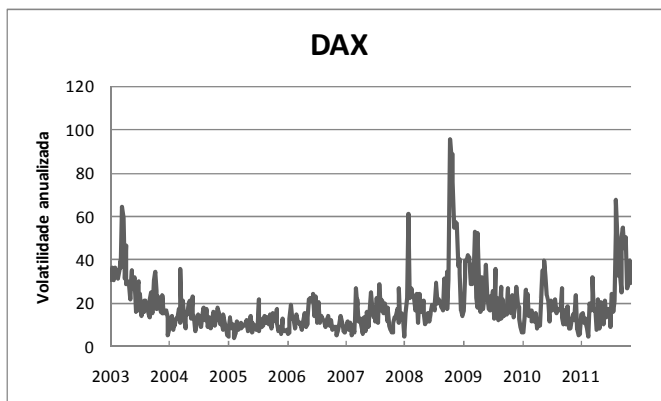


Gráfico 3.d - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

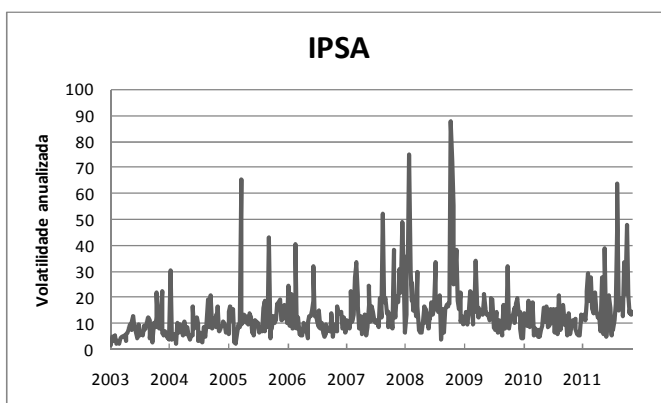


Gráfico 3.e - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

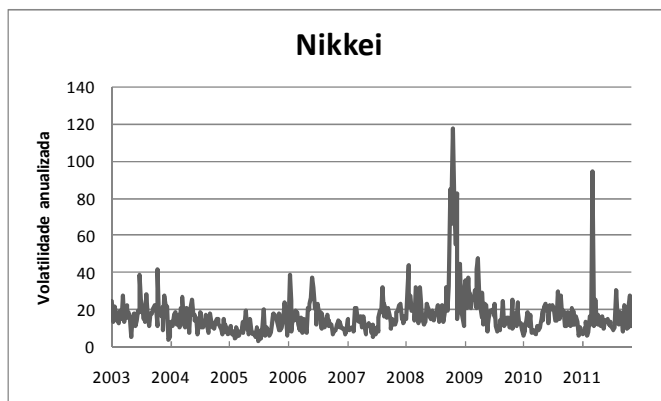


Gráfico 3.f - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

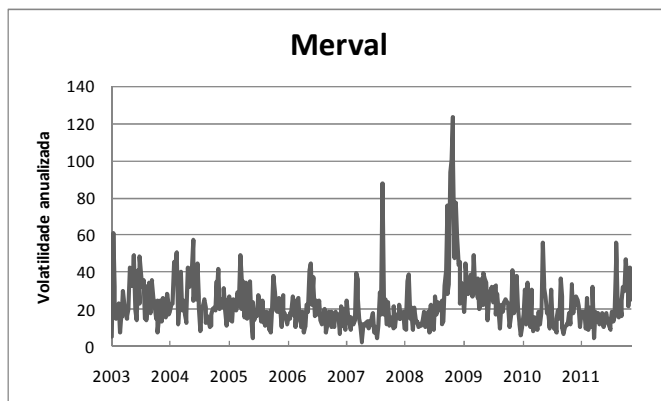


Gráfico 3.g - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

Gráfico 4: Volatilidade em percentual, anualizada, das taxas de câmbio

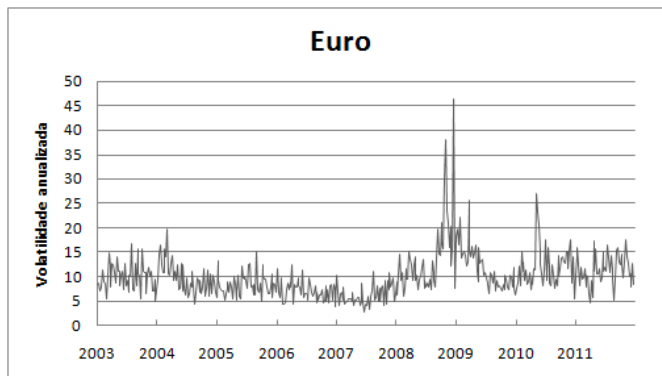


Gráfico 4.a - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

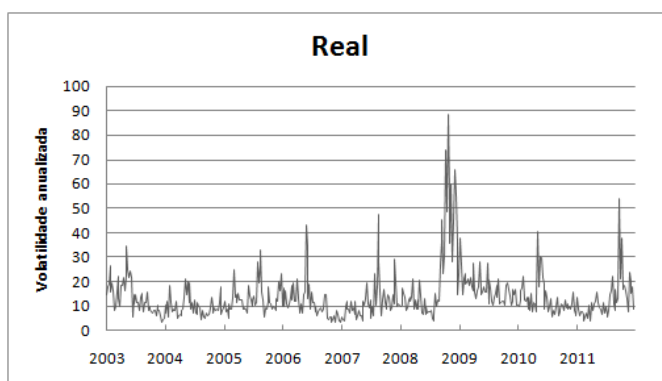


Gráfico 4.b - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

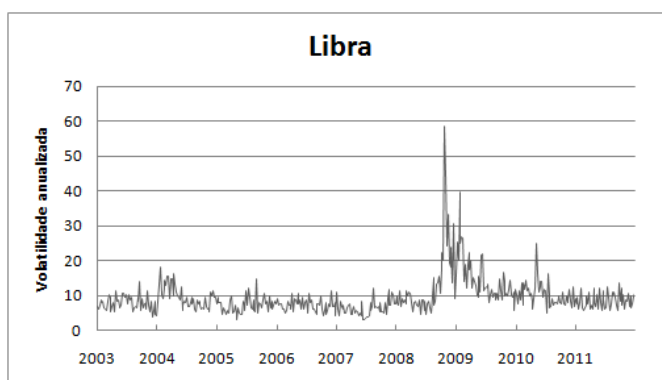


Gráfico 4.c - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

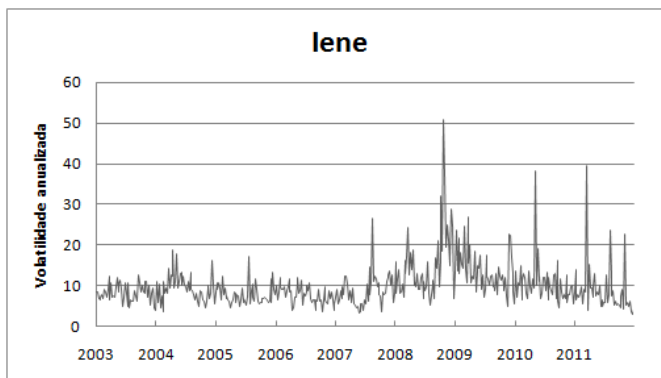


Gráfico 4.d - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

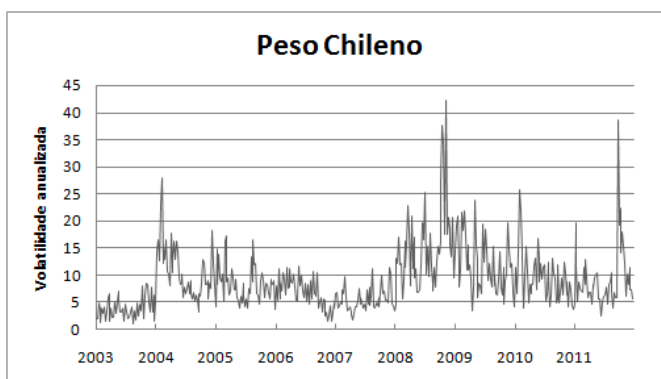


Gráfico 4.e - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

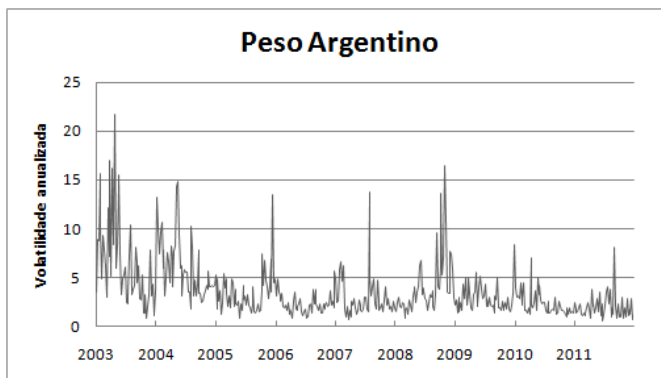
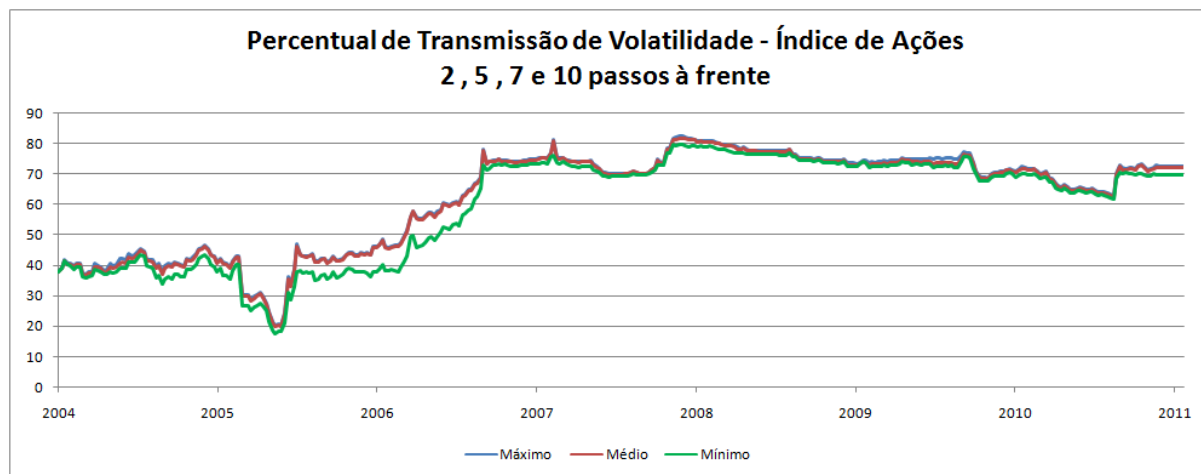


Gráfico 4.f - Elaboração do autor - Fonte: Reuters

Anexo II – Sensibilidade do indexador ao horizonte de previsão

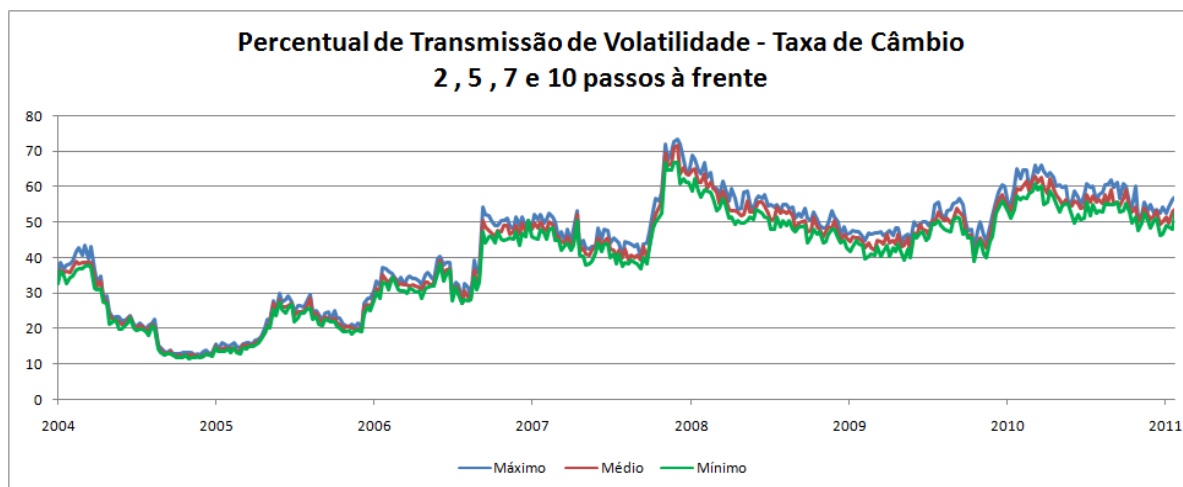
A metodologia foi executada novamente utilizando novos horizontes de previsão, com $H=2$, $H=5$, $H=7$; ou seja, 2, 5 e 7 passos à frente para a decomposição da variância dos erros de previsão, para cada uma das séries avaliadas, de índice de ações e de taxa de câmbio. A esse conjunto foram adicionados os resultados obtidos com um horizonte de previsão de 10 passos à frente ($H=10$), já executados nas seções anteriores. Os resultados são apresentados nos dois gráficos seguintes, onde se percebem os valores máximos, mínimos e médios para cada uma das datas da série em questão.

Gráfico 5 - Percentual de Transmissão de Volatilidade com alteração dos passos à frente - Índice de Ações



Fonte: Elaboração do autor.

Gráfico 6 - Percentual de Transmissão de Volatilidade com alteração dos passos à frente - Taxa de Câmbio



Como observado nos gráficos 3 e 4 , a alteração nos horizontes de previsão não alterou significativamente a estrutura e a dinâmica do indicador do percentual de transmissão de volatilidade.