

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**INSTITUTO DE MATEMÁTICA**  
**DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA**

**SPILOVER NOS RETORNOS DOS ÍNDICES DE AÇÕES:**  
**UMA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS ÍNDICES DE MERCADOS**  
**SELECIONADOS SOBRE SEUS PARES.**

Autor: Lucas Silva de Oliveira

Orientador: Professor Doutor Hudson da Silva Torrent

Porto Alegre – RS

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA

**SPILOVER NOS RETORNOS DOS ÍNDICES DE AÇÕES: UMA ANÁLISE DA  
INFLUÊNCIA DE ÍNDICES DE MERCADOS SELECIONADOS SOBRE SEUS  
PARES.**

Monografia apresentada para obtenção  
do grau de Bacharel em Estatística.

Banca Examinadora:

Professor Doutor Hudson da Silva Torrent

Professor Doutor Marcio Valk

Porto Alegre, 5 de dezembro de 2014.

## **Agradecimentos**

Faltam-me palavras para agradecer da forma como gostaria à Sr.<sup>a</sup> Rosane Lima da Silva, minha mãe. Teu amor exigente, teus sacrifícios para me oportunizar uma educação de qualidade jamais serão esquecidos. Sinto muito orgulho de ser teu filho.

Agradeço ao meu padrasto, Ricardo Filgueras Nogueira. És exemplo para mim desde que nos conhecemos. Obrigado por ser meu espelho, por me guiar pelo caminho das exatas, por despertar em mim a vontade de trilhar este caminho.

Agradeço também à Pricila Henkes Maciel, minha namorada, pelo apoio incondicional. Por não me deixar desistir. Nos conhecemos durante esta jornada, e saímos dela cada vez mais fortes. Eu te amo.

Agradeço à toda a minha família, que sempre me incentivou a chegar até aqui. Aos amigos que levo desde a época de Ensino Médio, e os que fiz ao longo da ainda curta carreira profissional. Não há oportunidade em que não se possa aprender algo novo, e isso tem se provado real todos os dias.

## **Resumo:**

Este trabalho visa entender o comportamento dos retornos dos índices de ações de mercados selecionados (SP500 – EUA, Nikkei 225 – Japão, DAX – Alemanha, iBovespa – Brasil, FTSE – Inglaterra, Merval – Argentina). De que forma é a interação com seus pares? Existe um “spillover” nos retornos, isto é, uma transmissão na volatilidade dos retornos de um mercado para outro? De que forma ela se dá? Que países influenciam mais os outros? Como o Brasil está inserido neste contexto e de que forma ele tem se posicionado no período do ano 2000 à 2013? Os resultados encontrados nos permitem afirmar que o índice SP500 é o que mais influencia os outros mercados. Além disso, a influência americana cresce no período da crise econômica de 2008. O Brasil apresentou períodos de turbulência, principalmente em datas próximas às eleições presidenciais de 2006 e 2010.

## **Sumário:**

<b>1.</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>Revisão de literatura.....</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>Metodologia.....</b>	<b>12</b>
<b>4.</b>	<b>Aplicação Empírica.....</b>	<b>17</b>
<b>5.</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>19</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>23</b>
<b>7.</b>	<b>Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>25</b>
<b>8.</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>26</b>

## 1. Introdução:

O processo de desenvolvimento da tecnologia da informação tem aproximado países e culturas de forma nunca antes imaginada. Esta é uma verdade que está de forma especialmente presente quando se trata da análise de mercados financeiros. A velocidade com que obtemos informações advindas de outros mercados, apresenta-se como vantagem incalculável para a tomada de decisão acerca da realização de investimentos no mercado financeiro. Neste sentido, a literatura de Séries Temporais tem se dedicado a entender e descrever com assertividade de que forma estes mercados se comunicam, se existe padrão de interação entre eles e, em caso positivo, de que forma esta relação se dá.

A volatilidade está relacionada com a variação dos preços dos ativos negociados em uma bolsa de valores. Ela é frequentemente analisada como uma medida de risco em investimentos. Volatilidades baixas indicam variações pequenas nos retornos, e uma volatilidade alta, o oposto. Esta dicotomia é utilizável na definição de estratégias de investimento. Ativos com volatilidade baixa têm tendência a manter seus retornos muito próximos ao seu valor médio, sendo, portanto, mais indicados a investidores mais cautelosos, que não esperam grandes retornos, mas também não desejam correr riscos de quedas acentuadas. Já ativos com grande volatilidade tendem a apresentar valores de retorno mais extremos, como quedas inesperadas, ou ganhos muito mais expressivos, indicados a investidores mais arrojados.

Não sendo uma variável diretamente observável, a volatilidade pode ser estimada, por exemplo, utilizando-se os desvios padrão dos retornos de ativos em um determinado período de tempo, ou com metodologias GARCH já amplamente utilizadas na modelagem de variâncias não constantes ao longo do tempo.

O objetivo deste trabalho é estudar as relações entre mercados financeiros. Em particular, a transmissão de volatilidade dos índices de retornos de ativos transacionados em bolsas de valores entre mercados financeiros, um fenômeno denominado *spillover*. Essa transmissão pode ser utilizada para medir o nível de influência de um mercado sobre seus pares. Quando analisados ao longo do tempo, os *spillovers* nos permitem entender como se comporta esta influência dos

mercados, à medida que podemos mensurar o quanto de volatilidade nos retornos dos índices das ações é transmitida aos outros mercados.

Segundo Souza (2012):

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.

Ainda, o foco desta monografia está na análise da proporção de volatilidade de um determinado índice de um determinado país que pode ser explicado a partir da volatilidade apresentada por outro país, ou até por mais de um país ao mesmo tempo. Ele contribui para a literatura de séries temporais, representando uma atualização dos dados utilizados por Souza (2012), utilizando bases datados do dia 1º de janeiro do ano 2000, até o último dia do ano de 2013. Ainda, há o incremento de uma análise mais presente na economia brasileira, e de como ela afeta e tem sido afetada por outros mercados, bem como os efeitos da crise imobiliária americana, com um enfoque também no período que vai de 2008 à 2010, onde o mercado americano colapsa frente à quebra de bancos centenários, como o Lehman Brothers, em 2008.

No prosseguimento desta monografia, discutir-se-á as referências bibliográficas a respeito da transmissão de volatilidade, e como esse problema tem sido abordado na literatura. Já na seção 3, serão estabelecidos os requisitos necessários para o cálculo do índice proposto por Diebold e Ylmaz (2008), com a definição de séries temporais, do modelo de Vetores Auto Regressivos e da decomposição de Cholesky, além do desenvolvimento da metodologia proposta por Diebold e Ylmaz (2008) que propõe o índice percentual de *spillovers*. Na seção 4,

serão apresentados detalhes da análise destes *spillovers*, frente uma amostra de dados reais dos retornos dos índices de ações negociadas nas bolsas de valores. Estas bolsas representam o mercado americano, brasileiro, argentino, inglês, alemão e japonês. A seção 5 apresentará os resultados encontrados desta análise. A seção 6 apresentará as conclusões desta monografia, seguida pelos referenciais bibliográficos, na seção 7. Por fim, a seção 8 apresentará os anexos, com as demais tabelas que não foram apresentadas durante a seção de resultados e os algoritmos utilizados durante as análises.

## 2. Revisão de Literatura:

King e Waldhrami (1990) pontuam que períodos de elevada volatilidade e, principalmente, em períodos de crise, aumentam a correlação entre os mercados. Walid, Aloui e Masood, (2011) elencam seis características básicas sobre os retornos das bolsas de valores, sendo:

- *Clusters* de volatilidade: Existem períodos de baixa e de alta volatilidade, onde, em absoluto, períodos de alta volatilidade tendem a ser seguidos por períodos de alta volatilidade, com o oposto sendo verdadeiro, ou seja, períodos de baixa volatilidade também tendem a serem seguidos por períodos de baixa volatilidade.
- Efeito leptocúrtico (curtose  $> 0$  ou  $> 3$ ): a distribuição de probabilidade dos retornos é uma curva com caudas mais pesadas do que a da distribuição Gaussiana (aumentando a probabilidade de retornos extremos).
- Leverage effect: Para iguais magnitude de queda, ou de alta nos preços, a volatilidade tende a ser maior nos períodos de queda. Isso define uma influência assimétrica no nível futuro de volatilidade.
- Assimetria: A distribuição dos retornos exibe algum grau de assimetria.
- Auto correlação nas taxas de retorno, em especial em períodos de baixa variabilidade.
- Memória longa: Para bolsas de valores, é comum admitir que a auto correlação de ordens mais altas dos erros quadráticos é estatisticamente significativa.

Engle e Ng (1993) estudaram a transmissão de volatilidade utilizando-se de modelos GARCH, encontrando, por sua vez, evidências de spillovers. Segundo eles, todos os modelos estudados descobriram que choques negativos introduzem mais volatilidade do que choques positivos.

Pinto (2010), por sua vez, justifica o interesse pela transmissão de volatilidade entre os mercados: “Então, é importante conhecer a dinâmica entre diferentes mercados visando enriquecer a informação dos investidores e potenciando a eficiência nas estratégias de alocação de ativos no mercado de capitais.” Para atingir este objetivo, ele utilizou um modelo multivariado GARCH, estudando períodos de crise nas bolsas de valores americanas e como a volatilidade destes era transmitida para o mercado europeu e, particularmente, o mercado português. Foram encontrados efeitos singulares na transmissão de volatilidade durante a crise do subprime.

Diebold e Yilmaz (2008) propuseram um índice de *spillover*, baseados no modelo VAR utilizando para a estimação 10 passos à frente como horizonte de previsão. Este índice de *spillover* demonstra, em percentual, o quanto da variância de volatilidade é explicada pelos choques internos ao próprio mercado, e quanto é explicável por choques com cada uma das outras variáveis endógenas do modelo. O índice proposto, que admite o cálculo do *spillover* tanto de volatilidade, quanto dos valores de retorno de ações (que será utilizado nesta monografia), teve origem na já amplamente discutida abordagem de Engle, Ito and Lin (1990) que utilizava vetores auto regressivos para estimar *spillovers* nos retornos e volatilidades utilizando uma abordagem *GARCH*, porém Diebold e Yilmaz (2008) tem foco na decomposição de variância, que já é entendida e bem calculada.

Via decomposição de Cholesky, foi decomposta a variância dos erros de previsão do modelo, e identificada qual a intensidade de participação do próprio mercado em relação à sua variação, e – o foco da análise – o quanto era de responsabilidade dos outros mercados na variação de cada mercado. Neste ponto, havia duas perguntas que poderiam ser respondidas:

- Como essa transmissão se dá ao longo do tempo?
- Existiria um mercado responsável por grande parte da variação, ou ela era igualmente dividida entre todos os países em análise?

Em seus resultados, Diebold e Yilmaz (2008) justificaram a variação dos *spillovers* ao longo do tempo com diversos choques econômicos sofridos por cada mercado, como a crise Brasileira de 1998, ou a queda das Torres Gêmeas em Nova York em 2001. Além disso, encontraram na bolsa americana o maior “transmissor” de volatilidade nos retornos.

Em sua dissertação, Souza (2012), utilizou a metodologia proposta por Diebold e Yilmaz (2008), de decomposição de variância dos erros de previsão, de modo a entender como a transmissão de volatilidade afeta o mercado brasileiro. Os resultados encontrados, evidenciam a transmissão de volatilidade de outros países para o Brasil, e que este resultado varia de intensidade ao longo do tempo.

Diferente de Diebold e Yilmaz (2008), Souza (2012) utiliza a decomposição de variância baseada em um modelo VAR generalizado, conforme proposto por Pesaran e Potter (2006) e Pesaran e Shin (1998) pois, desta maneira, contorna-se a característica da decomposição de Cholesky, que não é invariante à ordem dos países colocados em análise.

Além disso, ele estabelece a diferença fundamental entre ‘spillover’ ou transmissão de volatilidade, e o contágio de preços entre mercados. No primeiro, o foco da análise é entender o quanto da variação da volatilidade pode ser explicada por sua variação em outro país (com mercado semelhante), enquanto o segundo observa o preço de um ativo ser definido por seu preço em outro mercado.

Esta monografia enfim, contribui para a literatura de Séries Temporais com uma atualização da base de dados utilizada por Souza (2008), mas utilizando-se a metodologia de Diebold e Yilmaz (2008) para a decomposição da variância dos erros de previsão, bem como com a utilização e implementação de sua metodologia em software adequado, possibilitando uma atualização constante do modelo. Além disso, ela tem foco na intensidade com que os *spillovers* afetam o mercado brasileiro no período do ano 2000 à 2013, e como a crise americana de 2008 afetou o mercado mundial, com uma comparação do comportamento dos *spillovers* transmitidos pelo mercado americano antes (do ano 2000 à 2006) e depois (2007 à 2012) da crise do mercado dos Estados Unidos.

### 3. Metodologia:

#### Definição 1: Série Temporal.

Uma série temporal  $x_t$  é uma das possíveis trajetórias (ou realizações) de um processo estocástico  $\mathcal{X}_t$   $t \in \mathcal{C}$ , onde  $\mathcal{C}$  é um conjunto arbitrário. Informalmente, uma série temporal  $A$  observada é uma sequência de observações indexadas pelo tempo.

#### Definição 2: Ruído Branco.

A serie temporal  $\omega_t$  será um ruído branco se satisfizer as seguintes condições:

- 1)  $E(\omega_t) = 0$ , para todo  $t$ . De maneira geral,  $E(\omega_t) = 0$
- 2)  $Var(\omega_t) = \sigma^2$  para todo  $t$ .
- 3)  $E(\omega_t \omega_{t-h}) = 0$ ,  $h = 1, 2, 3$

#### Definição 3: Modelo auto regressivo. $AR(p)$

Um processo puramente auto regressivo de ordem  $p$ , denotado por  $AR(p)$ , satisfaz a seguinte equação:

$$Y_t = c + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t,$$

onde  $\varepsilon_t$  é um Ruído Branco.

#### **Definição 4: Vetores auto regressivos (VAR)**

Uma generalização da Definição 3, para um modelo VAR – vetores auto regressivos – de ordem  $p$ , denotado por  $VAR(p)$  com variáveis exógenas é direta e feita por meio da seguinte representação econométrica:

$$Y_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + GZ_{t-i} + \varepsilon_t$$

Em que  $Y_t$  é um vetor  $n \times 1$  de variáveis endógenas.  $G$  é uma matriz de coeficientes  $n \times g$ ;  $Z_t$  é um vetor  $g \times 1$  de variáveis exógenas que pode incluir variáveis determinísticas.

#### **Definição 5: Decomposição de Cholesky.**

Seja  $A$  uma matriz quadrada simétrica positiva. A decomposição de Cholesky é dada pela decomposição dessa matriz  $A$  em um produto entre uma matriz  $C$  diagonal inferior e sua transposta, ou seja:

$$A = C \times C^T$$

De modo a entender a dinâmica de dois mercados de interesse, foi proposto um modelo simples, com dois vetores auto regressivos de primeira ordem da forma:

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

Onde  $x_t = (x_{1,t}, x_{2,t})$ , e  $\Phi$  é uma matriz de parâmetros 2x2. Supondo covariância estacionária, a representação médias móveis do modelo existe e é dada por:

$$x_t = \theta(L)\varepsilon_t,$$

onde  $\theta(L) = (I - \Phi)^{-1}$ .

Se provará útil reescrever a representação médias móveis na forma:

$$x_t = A(L)u_t$$

onde  $A(L) = \theta(L)Q_t^{-1}$ ,  $u_t = Q_t\varepsilon_t$ ,  $E(u_t u_t') = I$  e  $Q_t^{-1}$  é a matriz triangular inferior de Cholesky fatorada da matriz de covariância de  $\varepsilon_t$ .

Consideramos agora, a previsão um passo à frente. A previsão ótima (Wiener-Kolmogorov) é:

$$x_{t-1,t} = \Phi_t$$

com vetor de erro um passo à frente correspondente:

$$e_{t+1,t} = x_{t+1} - x_{t+1,t} = A_0 u_{t+1} = \begin{bmatrix} a_{0,11} & a_{0,12} \\ a_{0,21} & a_{0,22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{1,t+1} \\ u_{2,t+1} \end{bmatrix}$$

que tem como matriz de covariância:

$$E(e_{t+1,t}, e'_{t+1,t}) = A_0 A_0'.$$

Em particular, a variância um passo à frente do erro na previsão de  $x_{1t}$  é:

$$a_{0,11}^2 + a_{0,12}^2$$

e a variância um passo à frente do erro na previsão de  $x_{2t}$  é:

$$a_{0,21}^2 + a_{0,22}^2.$$

Esta decomposição de variâncias torna possível atribuir a cada um dos choques sua parte correspondente nos erros de previsão. Para o caso demonstrado (com previsão um passo a frente de  $x_1$  e  $x_2$ ), é possível então inferir quanto da variação do erro de previsão para  $x_1$  é devido a choques internos em  $x_1$ , e quanto é devido a choques à  $x_2$ .

Definindo “variância interna” como a parte do erro de previsão um passo à frente de  $x_i$ , com  $i = 1,2$ , e variâncias cruzadas ou *spillovers*, como a parte do erro de previsão um passo à frente de  $x_i$ , devido à choques com  $x_j$  para  $i, j = 1,2$  com  $i \neq j$ . No exemplo com duas variáveis, temos duas possibilidades de *spillovers*. Choques em  $x_{1t}$  que afetam a variância do erro de previsão em  $x_{2t}$  (representado por  $a_{0,21}^2$ ) e os choques em  $x_{2t}$  que afetam a variância do erro de previsão em  $x_{1t}$  (representado por  $a_{0,12}^2$ ). Portanto, o total de *spillover* para esse sistema é dado pela soma:

$$a_{0,21}^2 + a_{0,12}^2$$

Podemos facilmente converter esta soma em um índice percentual de fácil interpretação, apresentando-a de forma relativa à total variabilidade do erro de previsão, que seria dado pela soma:

$$a_{0,11}^2 + a_{0,12}^2 + a_{0,21}^2 + a_{0,22}^2 = \text{traço}(A_0 A_0')$$

Enfim, chegamos a forma final do Índice de *Spillover*:

$$S = \frac{a_{0,12}^2 + a_{0,21}^2}{\text{traço}(A_0 A_0')} \times 100.$$

Generalizando o índice para o cenário de N-variáveis, mas mantendo-se a previsão um passo à frente:

$$S = \frac{\sum_{i,j=1, i \neq j}^N a_{0,ij}^2}{\text{traço}(A_0 A_0')} \times 100.$$

E para o caso de N-variáveis e H passos à frente de previsão:

$$S = \frac{\sum_{h=0}^{H-1} \sum_{i,j=1, i \neq j}^N a_{h,ij}^2}{\sum_{h=0}^{H-1} \text{traço}(A_h A_h')} \times 100.$$

Definido o modelo de vetores auto regressivos e o índice de *spillover*, podemos prosseguir para uma aplicação empírica, que utilizará dados de índices de mercados de ações, buscando encontrar estes *spillovers*, e entender a forma com que eles se comportam ao longo do tempo para estes mercados.

#### 4. Aplicação Empírica:

Serão utilizados para a estimação dos *spillovers*, dados obtidos do site [finances.yahoo.com](http://finances.yahoo.com), que mantém base de dados atualizada dos preços de abertura e fechamento de diversas bolsas de valores de todo o mundo, além dos preços de ativos, commodities, letras de câmbio, etc, e os disponibiliza em formato *comma separated value*, ou .csv, para download gratuito, bastando apenas realizar cadastro no site. Estas bases serão concatenadas utilizando o software R 3.1.1, cujo algoritmo de análise dos dados a ser realizada está na seção “anexos”.

O algoritmo em questão, fará uso dos pacotes “moments” – pra o cálculo de estatísticas descritivas – e o pacote “vars”, no qual está contido o procedimento que realiza a modelagem desta série temporal conjunta, utilizando a metodologia VAR. Entretanto, também precisaremos da decomposição da variância dos erros de previsão (proposta por Diebold e Ylmaz em 2008) que é encontrada via decomposição de Cholesky, definida na seção anterior. Por fim, ele nos entrega um gráfico do *spillover* total entre os países (como um índice percentual de participação no total de volatilidade nos retornos apresentado pelo país) e tabelas indicando, de forma específica, o total de volatilidade em *spillover* de um país para outro, e o total de *spillover* recebido dos outros mercados.

A escolha dos países cuja volatilidade será analisada de forma conjunta, foi baseada em informações encontradas dos meios de comunicação, buscando encontrar quais eram as maiores (ou mais representativas) bolsas de valores, de forma arbitrária. Para a análise, será utilizada a ordem das maiores economias do mundo em 2013<sup>1</sup>. Também buscou-se países que tem maiores relações com o mercado brasileiro, de maneira que a bolsa argentina – e seu índice Merval - está representada. Em um mundo essencialmente capitalista, torna-se uma escolha óbvia a bolsa de valores de Nova York, com mais de U\$14.000.000.000.000 em capitalização de mercado. O índice que a representará é o S&P 500. Representando o mercado asiático, a bolsa de Tóquio, onde utilizaremos o índice Nikkei 225.

<sup>1</sup>Fonte: [http://www.funag.gov.br/ipri/images/analise-e-informacao/01-maiores\\_Economias\\_do\\_Mundo.pdf](http://www.funag.gov.br/ipri/images/analise-e-informacao/01-maiores_Economias_do_Mundo.pdf) e <http://economia.terra.com.br/pib-mundial/>

Para o mercado europeu, foram selecionados dois mercados. O alemão, representado pela bolsa de Frankfurt, cujo índice DAX será analisado, bem como o FTSE100, da bolsa de Londres. De maneira geral, procuramos selecionar países bem colocados nos índices de maiores economias mundiais. Embora estejam entre as 10 maiores economias mundiais segundo as fontes citadas, por serem bolsas menos tradicionais, embora não menos importantes, as bolsas de Pequim na China e Bombaim na Índia não foram incluídas na análise.

Tendo o índice de *spillover* em mãos, podemos prosseguir para a escolha dos períodos a serem analisados. Em uma primeira oportunidade, calcularemos o *spillover* utilizando uma amostra de 731 observações. Os valores são os fechamentos das bolsas de valores selecionadas, em todas as quartas feiras do ano 2000 até o ano de 2013. A escolha das quartas feiras, segundo a metodologia proposta por Diebold e Ylmaz (2008), é realizada pois são momentos em que as bolsas de valores apresentam comportamento menos volátil do que segundas ou sextas feiras. Com a primeira tabela de valores de *spillover* estimados em mãos, realizaremos a mesma análise, porém utilizando janelas de 100 observações, estimando um modelo VAR para este conjunto de dados, utilizando uma previsão de 10 passos à frente, de maneira à análise ser sensível a representar de forma fiel os choques propagados nas respectivas economias, e então pulamos uma observação e uma nova janela de 100 observações é tomada. Este processo se mantém até que seja esgotada a possibilidade de novas janelas de 100 observações. Ao final de cada estimação, guarda-se o valor do *spillover* correspondente, de maneira a compreender de que forma (e principalmente com qual intensidade) os *spillovers* nos retornos se comportam ao longo do tempo.

Algumas perguntas podem ser feitas neste momento. Por exemplo:

- Em que período há uma maior transmissão de volatilidade nos retornos?
- Que países são os maiores responsáveis pelos *spillovers*?
- Como estas variações nos mercados mundiais afetam o Brasil?
- De que maneira o Brasil está influenciando os outros países ao longo do tempo?

## 5. Resultados:

O primeiro resultado a ser analisado é a tabela de estatísticas descritivas dos retornos. A iBovespa apresenta o menor valor absoluto nos retornos, enquanto a MERVAL detém o maior. Em média, a FTSE, de Londres tem o maior valor dos retornos. Todas apresentam certo grau de assimetria.

ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS						
Índice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval
<b>Mínimo</b>	-0,1645	-0,2113	-0,1680	-0,2549	-0,1273	-0,2314
<b>Mediana</b>	0,0018	0,0024	0,0045	0,0057	2,3280	0,0065
<b>Média</b>	0,0004	-0,0002	0,0005	0,0015	0,0440	0,0032
<b>Maxímo</b>	0,1018	0,1479	0,1715	0,1617	0,1359	0,2124
<b>Assimetria</b>	-0,6102	-0,5832	-0,6479	-0,5464	-0,3912	-0,4708
<b>Curtose</b>	7,7299	6,5981	6,7224	6,2619	6,9238	5,3596

Tabela 1: Estatísticas descritivas

Logo após, focamos na primeira estimação de spillover. Este resultado é referente à análise da amostra total, ou seja, é o *spillover* resultante da amostra completa dos dados. Ele está representado na tabela a seguir:

AMOSTRA TOTAL, SEM UTILIZAÇÃO DE JANELAS								
Influência <u>exercida</u> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)								
Influência <u>recebida</u> de outros países (% sobre o total de variação de cada país)	Índice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
	<b>SP500</b>	98,55%	0,32%	0,24%	0,05%	0,19%	0,65%	1,45%
	<b>Nikkei</b>	32,50%	66,57%	0,41%	0,09%	0,12%	0,31%	33,43%
	<b>DAX</b>	59,99%	3,14%	36,51%	0,06%	0,06%	0,24%	63,49%
	<b>iBovespa</b>	39,80%	2,22%	0,70%	56,48%	0,59%	0,21%	43,52%
	<b>FTSE</b>	62,64%	2,41%	9,32%	0,41%	24,55%	0,68%	75,45%
	<b>Merval</b>	24,97%	1,26%	1,02%	5,67%	0,86%	66,22%	33,78%
	<b>Para outros</b>	219,90%	9,34%	11,69%	6,28%	1,83%	2,09%	-

Tabela 2: *Spillover* amostra completa

A tabela 2 nos demonstra o quanto de volatilidade nos retornos de cada mercado é devido aos choques internos na própria economia – a diagonal principal

da “matriz” -, e quanto desta volatilidade pode ser derivado de influências externas. Dessa forma, a coluna “De outros” é a soma de todas as influências externas para aquele mercado, e a coluna “Para outros”, o quanto ela influenciou percentualmente seus pares.

Facilmente, percebe-se o tamanho da influência exercida pela bolsa americana. É comum assumirmos a hipótese de que uma economia interna forte é menos suscetível às variações externas. Temos, portanto, uma demonstração de uma economia bem desenvolvida frente às demais, representada pelo índice SP500, de Nova York. Com um total de 219,9% de influência sobre os outros 5 mercados selecionados.

Amplamente divulgada na mídia, a crise americana deflagrada em 2008 pode ser analisada sobre o enfoque dos *spillovers*. Sendo assim, foi realizada análise da transmissão de volatilidade dos retornos para os mesmos dados, porém divididos em dois períodos. O primeiro deles indo do ano 2000 até o final do ano de 2006, e o segundo período indo do início de 2007 até o fim de 2012. O resultado está nas tabelas 2 e 3, a seguir:

**AMOSTRA ANOS 2000 - 2006**

Influência <b>recebida</b> de outros países (% sobre o total de variação de cada país)	Influência <b>exercida</b> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)							
	Índice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
	<b>SP500</b>	96,56%	0,68%	0,60%	0,04%	1,16%	0,95%	3,44%
	<b>Nikkei</b>	20,60%	77,59%	0,90%	0,38%	0,38%	0,16%	22,41%
	<b>DAX</b>	57,70%	2,97%	38,48%	0,32%	0,10%	0,42%	61,52%
	<b>iBovespa</b>	28,87%	3,22%	0,72%	66,19%	0,95%	0,06%	33,81%
	<b>FTSE</b>	52,11%	2,57%	12,40%	0,21%	31,68%	1,02%	68,32%
	<b>Merval</b>	8,20%	0,62%	0,81%	4,50%	1,54%	84,33%	15,67%
	<b>Para outros</b>	167,48%	10,07%	15,42%	5,46%	4,13%	2,61%	-

Tabela 3: *Spillover* amostra 2000-2006

Observamos que o índice SP500 é o que menos recebe influência externa, com 3,44% do total de sua variação dos retornos sendo recebida de outros países. Da mesma forma, ela é a que mais exerce influência sobre os demais, com 167,48%. Este valor representa a soma de suas influências em seus pares, não necessariamente somando 100%.

**AMOSTRA ANOS 2007 - 2012**

Influência <b>recebida</b> de outros países (% sobre o total de variação de cada país)	Influência <b>exercida</b> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)						
	Índice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval
<b>SP500</b>	95,24%	0,61%	0,14%	0,29%	0,28%	3,43%	4,76%
<b>Nikkei</b>	43,46%	53,11%	0,24%	0,95%	0,47%	1,77%	46,89%
<b>DAX</b>	61,35%	5,59%	28,68%	0,30%	0,19%	3,89%	71,32%
<b>iBovespa</b>	59,00%	2,44%	0,84%	35,91%	0,74%	1,06%	64,09%
<b>FTSE</b>	70,10%	3,41%	6,25%	1,24%	15,28%	3,72%	84,72%
<b>Merval</b>	49,79%	2,51%	2,22%	6,64%	0,28%	38,56%	61,44%
<b>Para outros</b>	283,69%	14,57%	9,68%	9,43%	1,96%	13,88%	-

Tabela 3: *Spillover* amostra 2007-2012

Já quando focamos a amostra dos anos 2007 até 2012, a influência total americana se sobressai. Ela passa para 283,69%, isto é, a bolsa americana é responsável por 56,74% do total da variação nos retornos dos índices de ações dos países analisados.

É de grande interesse, entretanto, entendermos de que forma a transmissão de volatilidade nos retornos comporta-se ao longo do tempo. Visando responder este questionamento, realizou-se a análise também baseada na metodologia proposta por Diebold E Ylmaz (2008), que utiliza o conceito de “janela de dados” para encontrar valores de *spillover* utilizando uma amostra de 100 observações, movendo-se a cada iteração. Isto garante maior possibilidade de análise da dinâmica das interações entre mercados, visto que permite analisar como o *spillover* evolui ao longo de tempo. Além disso, com a utilização de 10 passos a frente como horizonte de previsão, temos tempo suficiente para entender como a propagação dos choques econômicos ocorrem e para onde eles estão transmitindo volatilidade.

O gráfico 2, contido nos anexos, nos mostra o total de *spillover* ao longo do tempo observado. Iniciamos o período com uma variação no índice em torno do valor de 40% até o ano de 2006, onde ele começa a crescer chegando em seu auge entre os anos de 2007 e 2008. Este gráfico resume e descreve de que maneira a crise americana de 2008, que levou o banco Lehman Brothers a pedir concordata em 2008, afeta fortemente outras economias. Este resultado era esperado pois, no momento que a crise atingiu o mercado americano, a reação foi imediata em outros mercados. Com uma volatilidade em alta, era factível pensarmos que a influência

americana cresceria neste período, o que corrobora com o proposto por King e Waldhrami (1990), e com o resultado apresentado na tabela 4, comentada acima.

O Brasil apresenta comportamento semelhante ao dos outros mercados analisados no que tange ao período de 2006 à 2012, quando recebe grande influência do mercado americano. Ainda é importante mencionar que, o segundo índice a mais influenciar a bolsa brasileira é o japonês Nikkei, seguido pelo argentino Merval.

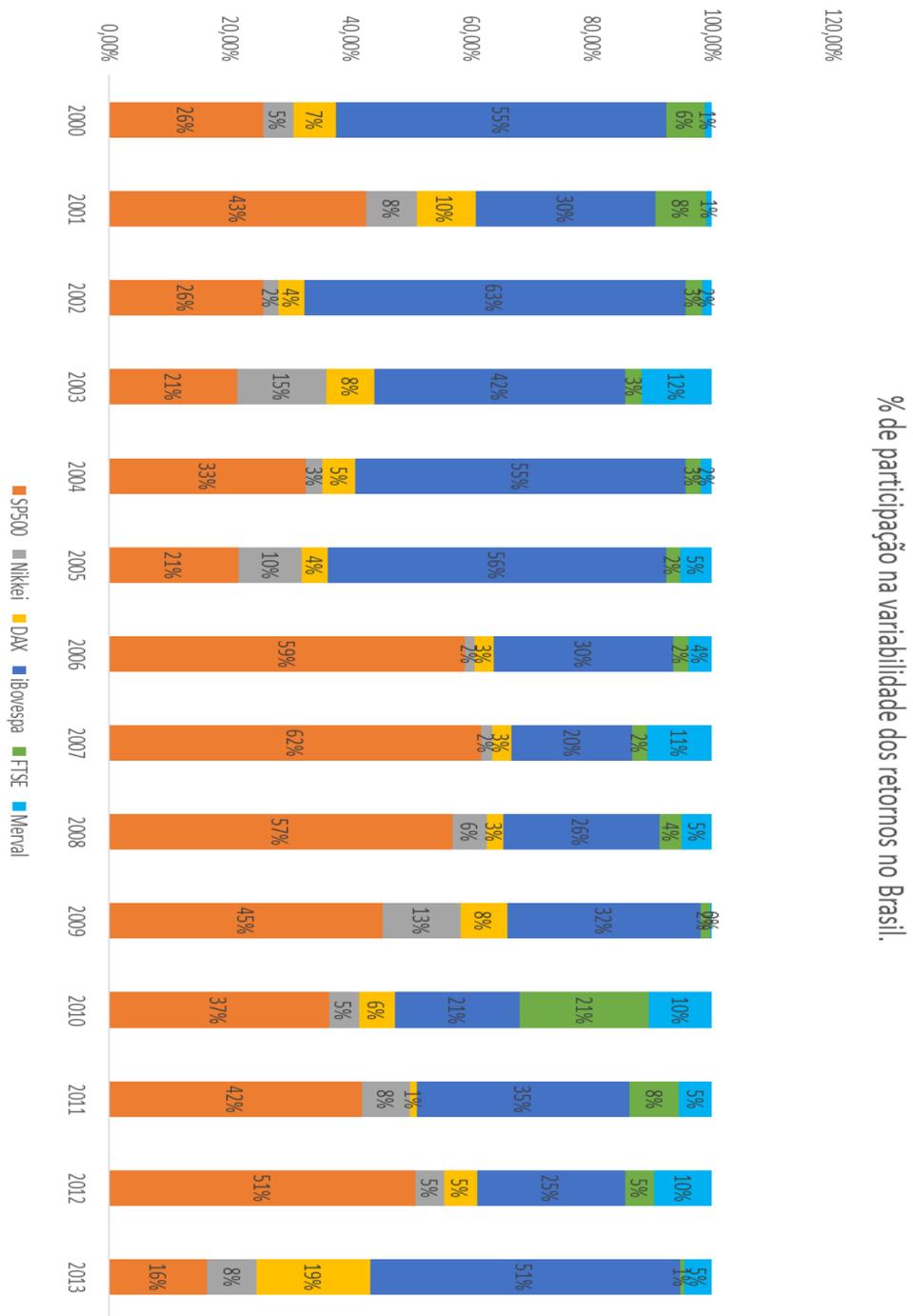
Influência <u>recebida</u> de outros países (% sobre o total de variação de cada país)							
	SP500	Nikkei	DAX	FTSE	Merval	Total Recebido	Choques internos
<b>iBovespa 2000</b>	25,55%	5,04%	6,97%	6,44%	1,19%	45,19%	54,81%
<b>iBovespa 2001</b>	42,65%	8,29%	9,78%	8,41%	0,91%	70,03%	29,97%
<b>iBovespa 2002</b>	25,65%	2,42%	4,33%	2,80%	1,69%	36,89%	63,11%
<b>iBovespa 2003</b>	21,33%	14,69%	8,05%	2,67%	11,65%	58,38%	41,62%
<b>iBovespa 2004</b>	32,67%	2,73%	5,40%	2,55%	1,83%	45,18%	54,82%
<b>iBovespa 2005</b>	21,49%	10,48%	4,30%	2,35%	5,30%	43,92%	56,08%
<b>iBovespa 2006</b>	59,03%	1,55%	3,09%	2,40%	3,96%	70,04%	29,96%
<b>iBovespa 2007</b>	61,74%	1,72%	3,26%	2,44%	10,71%	79,88%	20,12%
<b>iBovespa 2008</b>	56,84%	5,74%	2,72%	3,63%	4,97%	73,90%	26,10%
<b>iBovespa 2009</b>	45,42%	12,87%	7,72%	1,52%	0,38%	67,91%	32,09%
<b>iBovespa 2010</b>	36,55%	4,83%	6,06%	21,48%	10,44%	79,36%	20,64%
<b>iBovespa 2011</b>	41,86%	8,05%	1,05%	8,22%	5,48%	64,66%	35,34%
<b>iBovespa 2012</b>	50,78%	4,81%	5,45%	4,87%	9,57%	75,48%	24,52%
<b>iBovespa 2013</b>	16,24%	8,24%	18,70%	0,71%	4,62%	48,52%	51,48%

Tabela 4: *Spillover* – mercado brasileiro ano a ano.

Percebe-se também que, a partir de 2006, a importância interna do mercado brasileiro sobre sua própria variação, fica em torno de 30%. Este valor retorna aos 50% apenas no ano de 2013, o que sugere uma recuperação na economia brasileira.

Este resultado também é apresentado no gráfico 1, a seguir:

Gráfico 1: % de participação na variabilidade dos retornos no Brasil:



## 6. Conclusões:

Esta monografia tinha por objetivo identificar *spillovers* nos retornos de alguns mercados financeiros selecionados. A análise realizada nos permite afirmar que sim, há transmissão de volatilidade nos retornos quando os países são analisados em conjunto. É importante ressaltar que a análise é possível via um modelo de vetores auto regressivos (VAR), o que nos permite entender o comportamento desses mercados de forma conjunta, ganhando riqueza de interpretação, em um mundo onde a comunicação é instantânea.

Analisou-se de que forma o *spillover* se comporta ao longo do tempo. Uma hipótese existente era que a influência que um mercado pode oferecer aos seus pares cresce em períodos de crise. Isso se dá por diversos motivos, como a falta de pagamentos de dívida externa, acarretando na desconfiança de investidores e retiradas súbitas de investimentos, o que traz imenso prejuízo às bolsas de valores, por exemplo. Isto fica evidente quando percebemos o período de 2006 até 2010 onde a crise americana atingiu seu auge, coincidindo com a disparada do índice de *spillover*. Além disso, é explicitada a origem deste crescimento, sendo o índice SP500 o principal responsável.

Por fim, era de grande interesse e objetivo desta monografia, compreender de que forma o Brasil participa deste contexto. Isto foi possível a partir de uma análise dos *spillovers* ano a ano em relação ao mercado brasileiro. A partir dos resultados, é possível concluir que o Brasil ainda se encontra em posição mediana quanto à apropriação de sua volatilidade, no sentido de permanecer recebendo grande influência de mercados externos, se não a maioria, pelo menos 40% do total de variação de seu índice de retornos. Entretanto, o resultado apresentado para o ano de 2013 nos permite imaginar que o Brasil esteja em período de consolidação de sua economia, ficando assim, menos suscetível às crises do mercado exterior ou talvez seja um período de calma, pois o índice de *spillover* parece voltar a níveis observados antes da crise de 2008.

Para estudos posteriores, sugerimos uma ampliação tanto do período em análise, quanto do número de mercados a serem estudados. Há também a possibilidade de utilizar um modelo invariante quanto à ordem de entrada dos

países nas análises, uma vez que a metodologia de Cholesky é sensível a este tipo de mudança. Outro ponto de interesse, é a avaliação da distribuição dos *spillovers* por mercado, quando adicionamos índices de outros países. Que países teriam sua importância, transmitindo ou recebendo *spillovers*, intensificada, ou ainda, a que país está sendo atribuída essa variabilidade hoje, quando estudamos seis mercados? Uma análise comparativa entre os resultados encontrados nesta monografia ganha interesse, à medida que não fica claro pela metodologia proposta por Diebold E Ylmaz (2008) se os *spillovers* são considerados como variação própria de cada mercado, ou diluídos entre os países que fizeram parte da análise.

## **7. Referências Bibliográficas:**

Diebold, Francis X.; Yilmaz, Kamil (2008). "Measuring Financial Asset Return and Volatility Spillovers, with Application to Global Equity Markets." NBER Working Papers 13811, National Bureau of Economic Research, Inc.

Engle, Robert F.; Lin, Wen-Ling; Ito, Takatoshi (1990). "Meteor Showers or Heat Waves? Heteroskedastic intra-daily volatility in the foreign exchange market." National Bureau of Economic Research, working paper N° 2609.

Bueno, Rodrigo de Losso da Silveira. Econometria de séries temporais. 1. ed. São Paulo: Cengage, 2008.

King, M.; Wadhvani, S., (1990), Transmission of volatility between stock markets, National Bureau of Economic Research. The Review of Financial Studies 3, 5-33.

Souza, Paulo Eduardo Cecilio Nasser. Análise da transmissão de volatilidade dos mercados internacionais para o Brasil/Paulo Eduardo Cecilio Nasser de Souza. 2012. 41f.

Walid, C; Aloui, C; Masood, O. ; Fry, J. Stock market volatility and exchange rates in emerging countries : a Markov-state switching approach. Emerging markets review.- Amsterdam [u.a.] : Elsevier, ISSN 1566-0141, ZDB-ID 2025202X. - Vol. 12.2011, 3, p. 272-292.

Pinto, Sónia Margarida dos Santos Silva, Transmissão de Volatilidade nos Mercados Financeiros durante períodos de Crise, 2010.

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.

## 8. Anexos:

Gráfico 2: Plot dos retornos ao longo do tempo nos seis mercados selecionados:

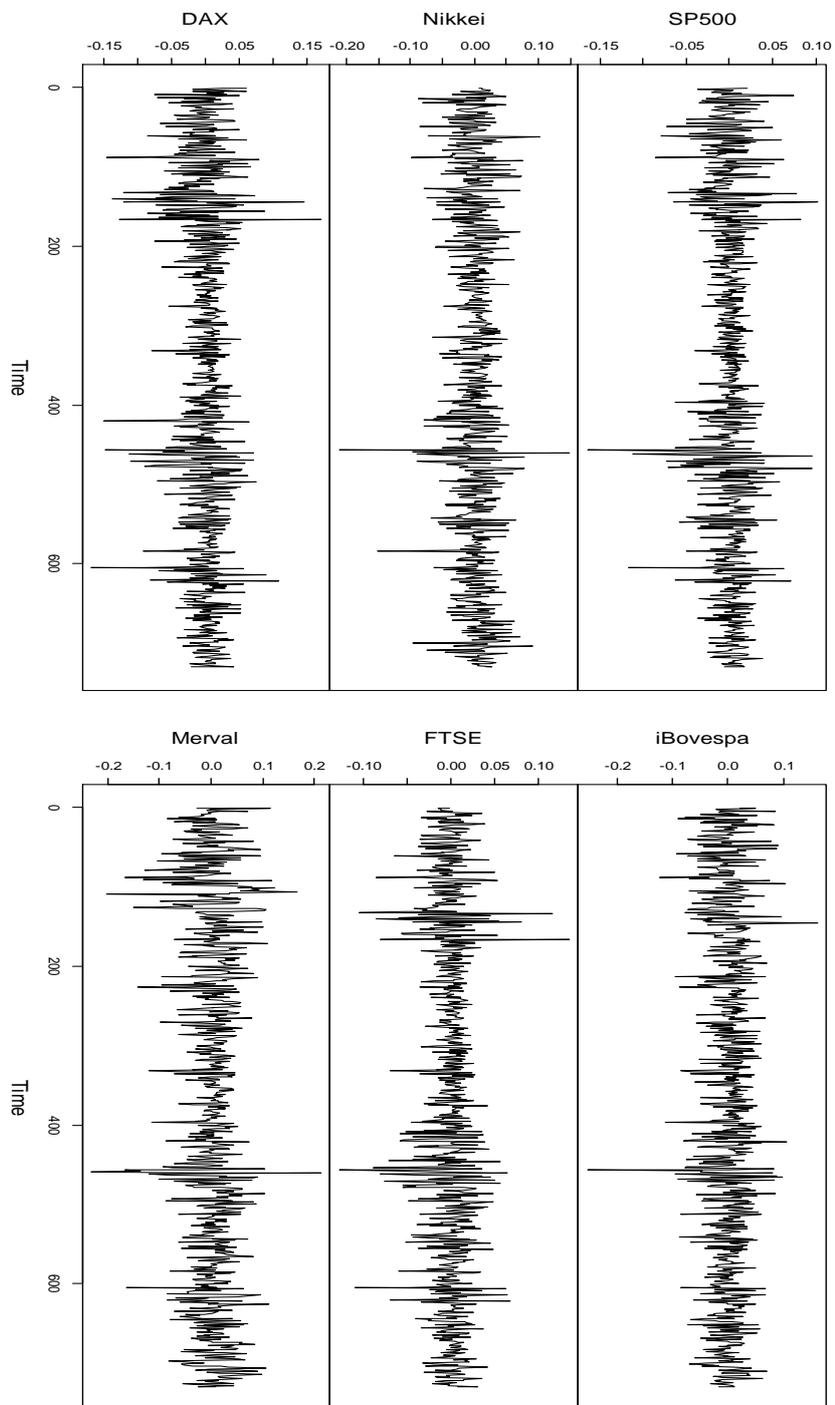


Gráfico 3: Variação do total de spillover ao longo do tempo.

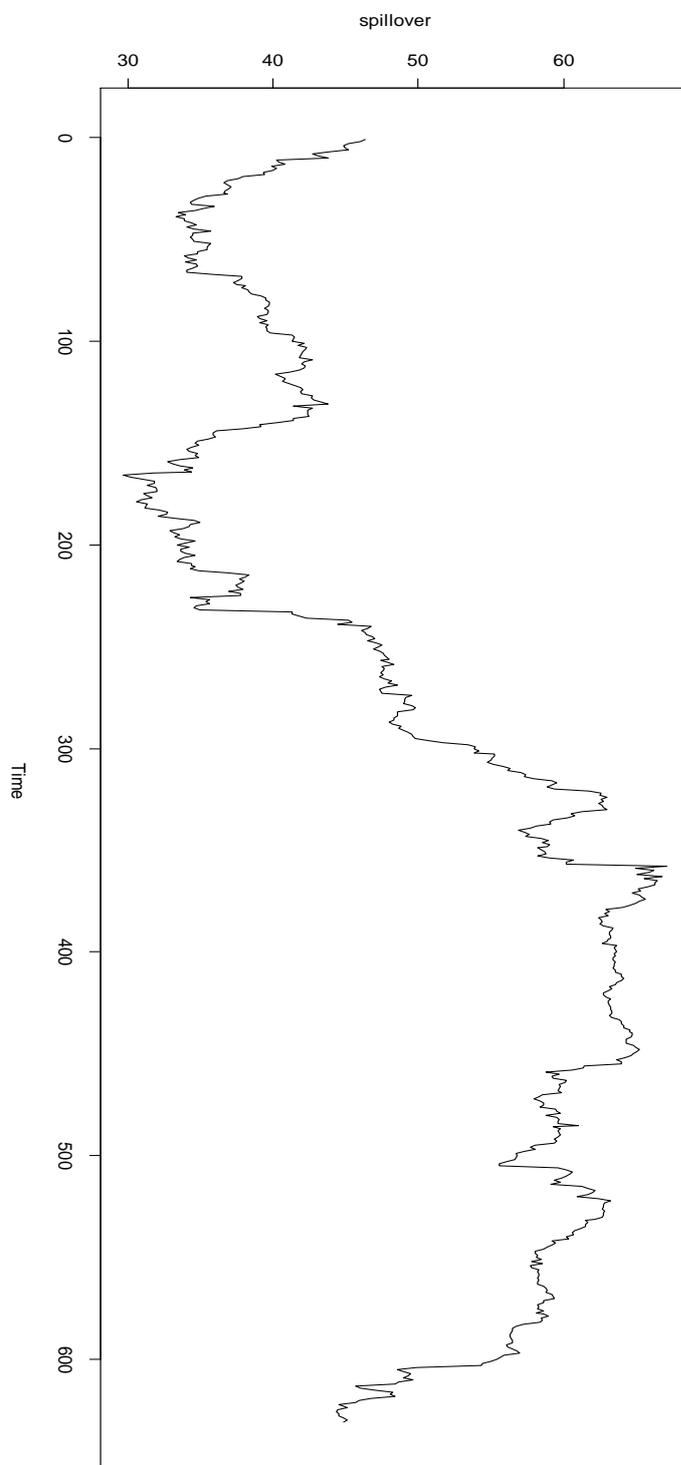


Gráfico 4: Influência distribuída do índice SP500 ao longo do tempo.

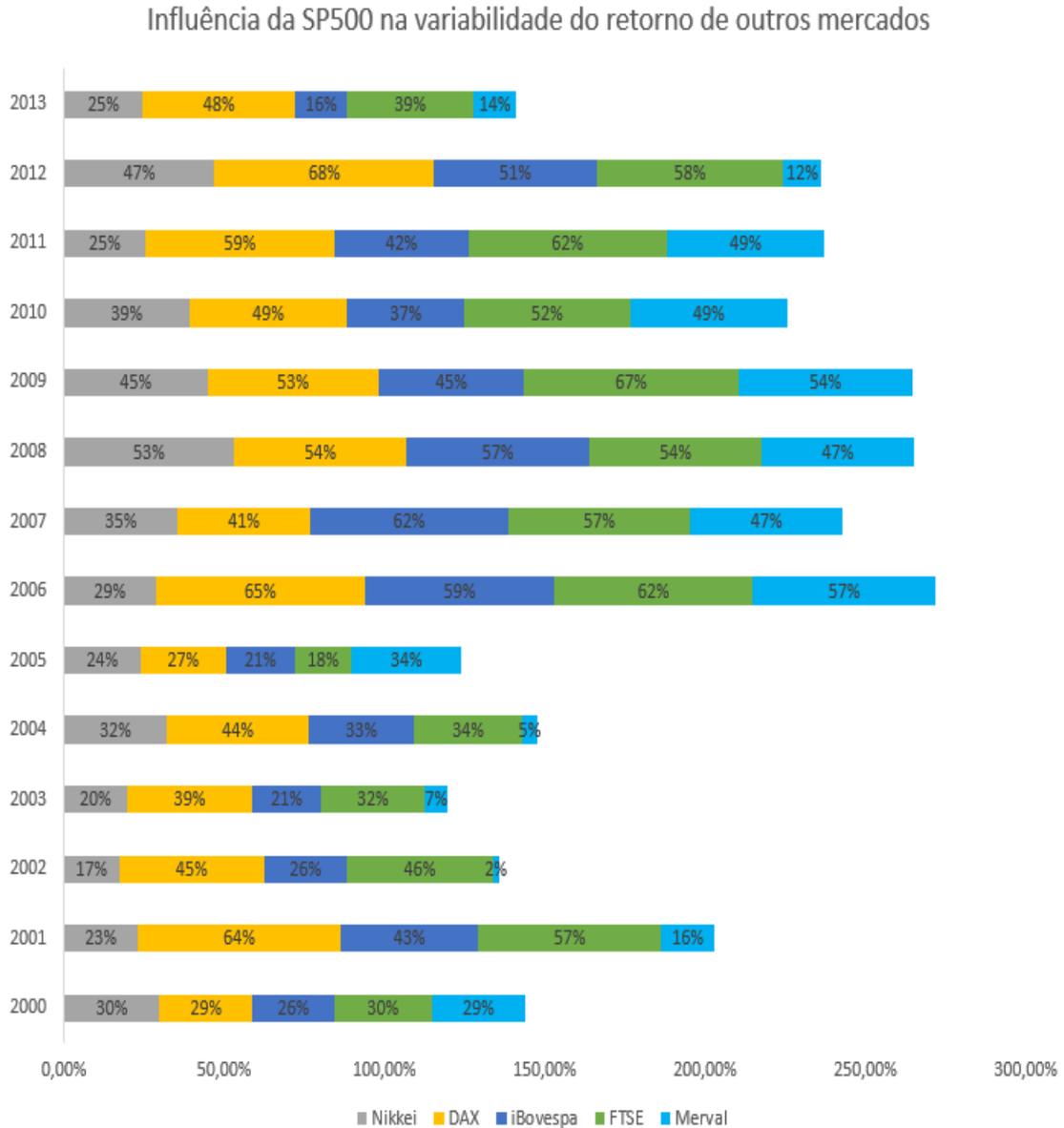


Gráfico 5: % de influência do Brasil x outros mercados externos.

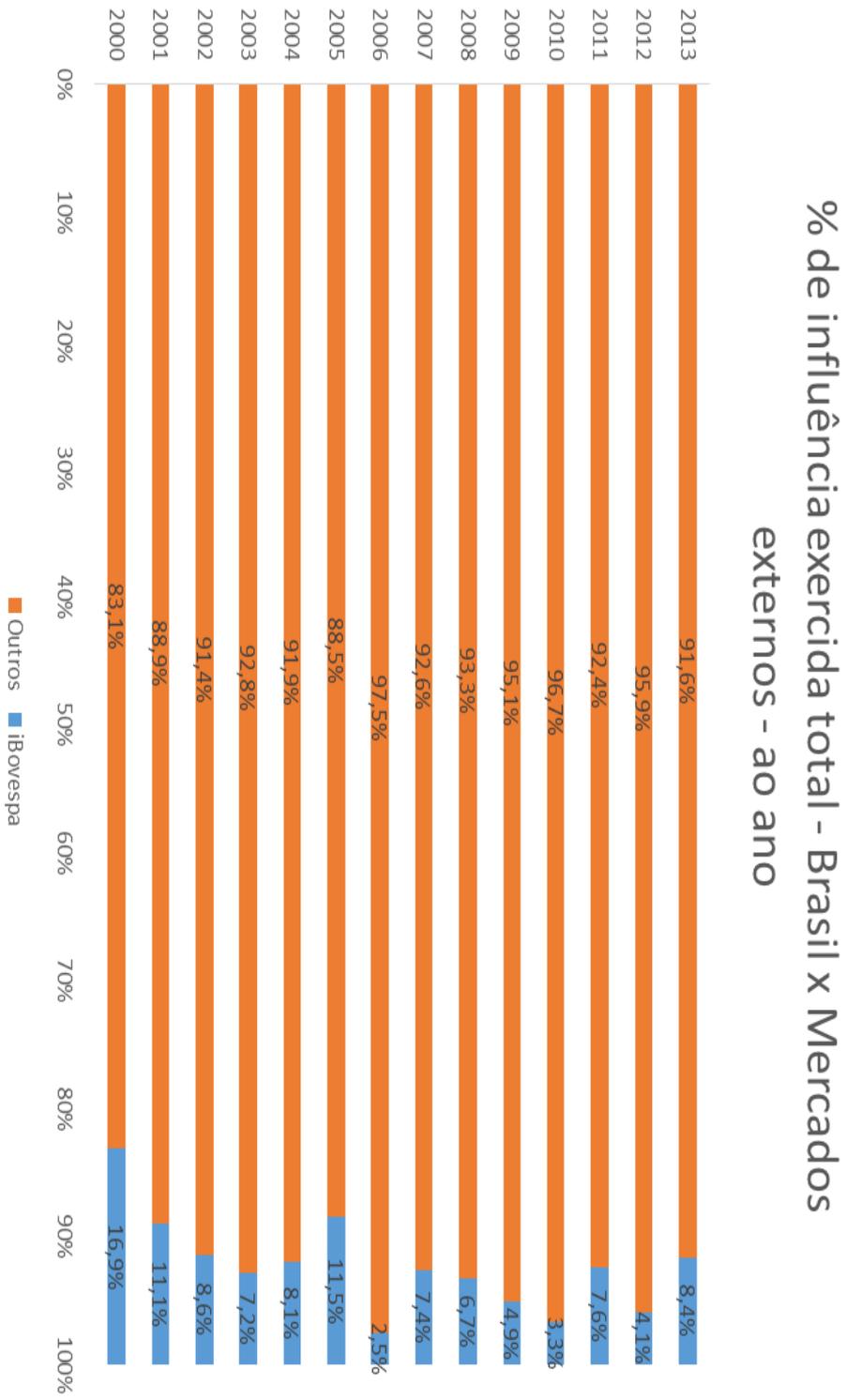


Gráfico 6: % de Influência exercida sobre outros mercados – ao ano.

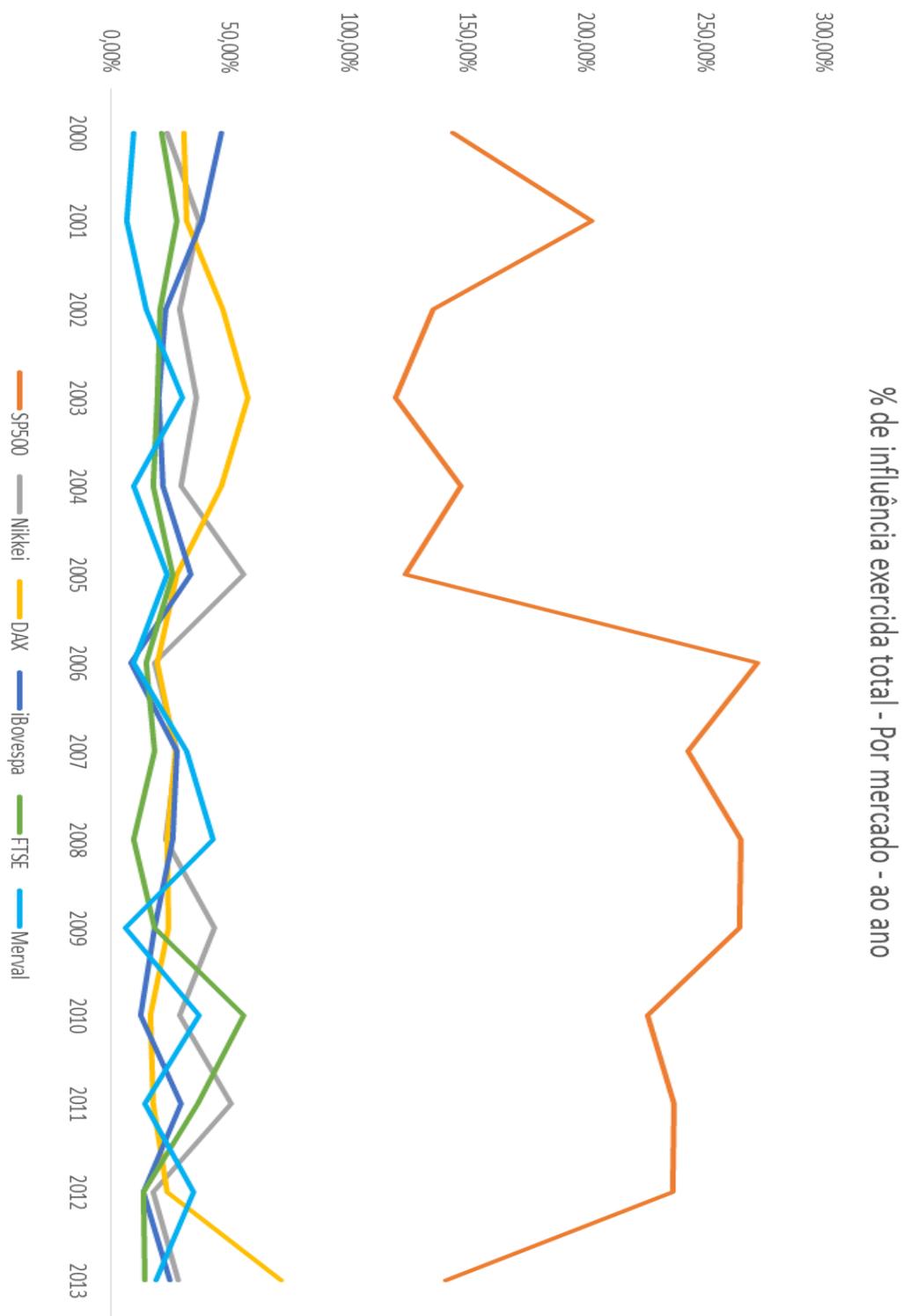
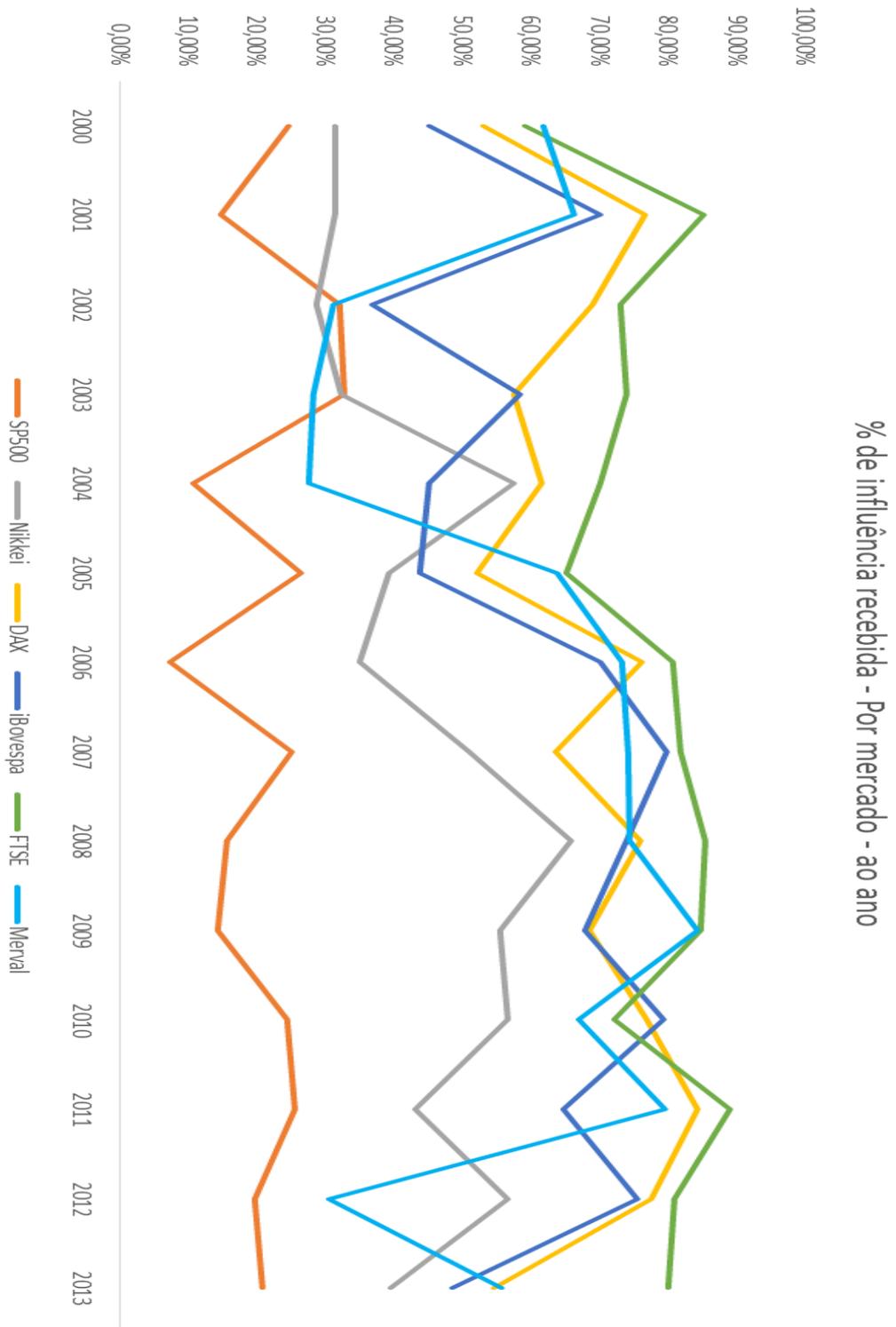


Gráfico 5: % de Influência recebida de outros mercados – ao ano



Tabelas Spillover – ano a ano.

		AMOSTRA ANO 2000						
		Influência <u>exercida</u> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)						
Influência <u>recebida</u> de outros países (% sobre o total de variação de cada país)	Indice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
	SP500	75,36%	4,31%	0,61%	9,10%	9,17%	1,44%	24,64%
	Nikkei	29,83%	68,60%	0,14%	0,80%	0,33%	0,30%	31,40%
	DAX	28,94%	6,55%	46,93%	10,77%	4,32%	2,48%	53,07%
	iBovespa	25,55%	5,04%	6,97%	54,81%	6,44%	1,19%	45,19%
	FTSE	30,30%	6,22%	11,67%	6,89%	40,94%	3,99%	59,06%
	Merval	29,28%	1,63%	11,10%	18,86%	0,92%	38,21%	61,79%
	<b>Para outros</b>	<b>143,89%</b>	<b>23,74%</b>	<b>30,49%</b>	<b>46,43%</b>	<b>21,19%</b>	<b>9,41%</b>	<b>-</b>

		AMOSTRA ANO 2001						
		Influência <u>exercida</u> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)						
Influência <u>recebida</u> de outros países (% sobre o total de variação de cada país)	Indice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
	SP500	85,20%	3,77%	1,21%	6,67%	0,91%	2,24%	14,80%
	Nikkei	22,91%	68,49%	4,57%	2,35%	0,86%	0,82%	31,51%
	DAX	63,50%	5,68%	23,26%	5,97%	1,14%	0,44%	76,74%
	iBovespa	42,65%	8,29%	9,78%	29,97%	8,41%	0,91%	70,03%
	FTSE	57,31%	6,79%	10,90%	8,15%	14,79%	2,06%	85,21%
	Merval	16,34%	12,61%	5,57%	14,98%	16,71%	33,79%	66,21%
	<b>Para outros</b>	<b>202,71%</b>	<b>37,14%</b>	<b>32,04%</b>	<b>38,12%</b>	<b>28,03%</b>	<b>6,47%</b>	<b>-</b>

		AMOSTRA ANO 2002						
		Influência <u>exercida</u> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)						
Influência <u>recebida</u> de outros países (% sobre o total de variação de cada país)	Indice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
	SP500	67,79%	3,43%	13,92%	4,67%	8,14%	2,05%	32,21%
	Nikkei	17,12%	71,20%	5,29%	2,91%	0,21%	3,27%	28,80%
	DAX	45,33%	9,12%	30,94%	2,77%	5,83%	6,01%	69,06%
	iBovespa	25,65%	2,42%	4,33%	63,11%	2,80%	1,69%	36,89%
	FTSE	45,69%	6,16%	16,61%	2,47%	26,95%	2,11%	73,05%
	Merval	1,78%	7,98%	7,03%	10,46%	4,01%	68,75%	31,25%
	<b>Para outros</b>	<b>135,58%</b>	<b>29,11%</b>	<b>47,18%</b>	<b>23,28%</b>	<b>20,97%</b>	<b>15,14%</b>	<b>-</b>

**AMOSTRA ANO 2003**

Influência recebida de outros países (% sobre o total de variação de cada país)

Influência <u>exercida</u> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)							
Índice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
<b>SP500</b>	67,24%	3,25%	19,83%	2,80%	2,04%	4,84%	32,76%
<b>Nikkei</b>	19,61%	67,64%	2,69%	1,95%	3,90%	4,20%	32,36%
<b>DAX</b>	39,15%	4,56%	42,50%	3,40%	6,62%	3,77%	57,50%
<b>iBovespa</b>	21,33%	14,69%	8,05%	41,62%	2,67%	11,65%	58,38%
<b>FTSE</b>	32,48%	8,68%	24,33%	3,03%	26,03%	5,45%	73,97%
<b>Merval</b>	7,05%	4,86%	2,79%	9,24%	4,33%	71,73%	28,27%
<b>Para outros</b>	119,62%	36,04%	57,69%	20,42%	19,55%	29,91%	-

**AMOSTRA ANO 2004**

Influência recebida de outros países (% sobre o total de variação de cada país)

Influência <u>exercida</u> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)							
Índice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
<b>SP500</b>	89,18%	2,95%	0,86%	2,88%	2,37%	1,76%	10,82%
<b>Nikkei</b>	32,05%	42,48%	15,11%	2,33%	5,63%	2,40%	57,52%
<b>DAX</b>	44,34%	10,59%	38,35%	3,62%	2,40%	0,70%	61,65%
<b>iBovespa</b>	32,67%	2,73%	5,40%	54,82%	2,55%	1,83%	45,18%
<b>FTSE</b>	33,90%	7,43%	22,88%	3,01%	29,76%	3,02%	70,24%
<b>Merval</b>	4,58%	5,59%	2,22%	10,20%	5,00%	72,41%	27,59%
<b>Para outros</b>	147,54%	29,30%	46,46%	22,04%	17,94%	9,72%	-

**AMOSTRA ANO 2005**

Influência recebida de outros países (% sobre o total de variação de cada país)

Influência <u>exercida</u> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)							
Índice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
<b>SP500</b>	73,49%	2,60%	1,20%	8,94%	2,52%	11,25%	26,51%
<b>Nikkei</b>	23,86%	60,61%	3,66%	5,91%	4,64%	1,32%	39,39%
<b>DAX</b>	26,62%	15,10%	47,89%	2,72%	4,76%	2,91%	52,11%
<b>iBovespa</b>	21,49%	10,48%	4,30%	56,08%	2,35%	5,30%	43,92%
<b>FTSE</b>	17,62%	22,82%	17,47%	4,42%	34,90%	2,77%	65,10%
<b>Merval</b>	34,39%	4,74%	1,34%	11,55%	11,75%	36,23%	63,77%
<b>Para outros</b>	123,98%	55,75%	27,98%	33,54%	26,01%	23,55%	-

**AMOSTRA ANO 2006**

Influência **recebida** de outros países (% sobre o total de variação de cada país)

Indice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
<b>SP500</b>	92,50%	2,25%	3,62%	0,26%	1,28%	0,09%	7,50%
<b>Nikkei</b>	28,57%	64,93%	1,19%	3,26%	0,14%	1,91%	35,07%
<b>DAX</b>	65,31%	7,73%	23,78%	0,46%	0,79%	1,93%	76,22%
<b>iBovespa</b>	59,03%	1,55%	3,09%	29,96%	2,40%	3,96%	70,04%
<b>FTSE</b>	61,82%	6,14%	9,36%	1,74%	19,23%	1,71%	80,77%
<b>Merval</b>	57,22%	0,66%	2,42%	2,80%	10,10%	26,79%	73,21%
<b>Para outros</b>	271,96%	18,33%	19,68%	8,52%	14,72%	9,59%	-

**AMOSTRA ANO 2007**

Influência **recebida** de outros países (% sobre o total de variação de cada país)

Indice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
<b>SP500</b>	74,95%	3,33%	5,55%	4,09%	6,45%	5,62%	25,05%
<b>Nikkei</b>	35,48%	49,00%	3,39%	3,80%	1,37%	6,95%	51,00%
<b>DAX</b>	41,26%	14,22%	36,43%	3,38%	1,48%	3,22%	63,57%
<b>iBovespa</b>	61,74%	1,72%	3,26%	20,12%	2,44%	10,71%	79,88%
<b>FTSE</b>	56,94%	4,11%	10,28%	4,94%	18,24%	5,49%	81,76%
<b>Merval</b>	47,32%	4,13%	4,53%	11,44%	6,70%	25,87%	74,13%
<b>Para outros</b>	242,75%	27,52%	27,01%	27,66%	18,44%	32,00%	-

**AMOSTRA ANO 2008**

Influência **recebida** de outros países (% sobre o total de variação de cada país)

Indice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
<b>SP500</b>	84,39%	0,70%	2,76%	1,80%	1,10%	9,26%	15,61%
<b>Nikkei</b>	53,00%	34,13%	1,17%	4,54%	1,83%	5,33%	65,87%
<b>DAX</b>	53,92%	7,41%	24,01%	1,81%	1,49%	11,37%	75,99%
<b>iBovespa</b>	56,84%	5,74%	2,72%	26,10%	3,63%	4,97%	73,90%
<b>FTSE</b>	53,91%	3,54%	11,49%	4,27%	14,47%	12,31%	85,53%
<b>Merval</b>	47,35%	5,64%	5,61%	13,87%	1,88%	25,66%	74,34%
<b>Para outros</b>	265,01%	23,03%	23,75%	26,28%	9,93%	43,24%	-

**AMOSTRA ANO 2009**

Influência **recebida** de outros países (% sobre o total de variação de cada país)

Influência <b>exercida</b> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)							
Indice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
<b>SP500</b>	85,57%	5,00%	4,05%	1,99%	2,43%	0,95%	14,43%
<b>Nikkei</b>	44,76%	44,52%	5,00%	0,85%	3,35%	1,53%	55,48%
<b>DAX</b>	53,32%	10,31%	31,48%	1,75%	1,46%	1,67%	68,52%
<b>iBovespa</b>	45,42%	12,87%	7,72%	32,09%	1,52%	0,38%	67,91%
<b>FTSE</b>	66,76%	9,89%	3,76%	2,98%	15,23%	1,38%	84,77%
<b>Merval</b>	54,35%	5,62%	4,05%	10,96%	9,39%	15,63%	84,37%
<b>Para outros</b>	264,61%	43,70%	24,58%	18,54%	18,15%	5,90%	-

**AMOSTRA ANO 2010**

Influência **recebida** de outros países (% sobre o total de variação de cada país)

Influência <b>exercida</b> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)							
Indice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
<b>SP500</b>	75,41%	5,67%	1,46%	1,32%	11,50%	4,64%	24,59%
<b>Nikkei</b>	39,07%	43,38%	2,66%	1,61%	8,72%	4,57%	56,62%
<b>DAX</b>	49,27%	8,76%	23,07%	1,38%	7,89%	9,63%	76,93%
<b>iBovespa</b>	36,55%	4,83%	6,06%	20,64%	21,48%	10,44%	79,36%
<b>FTSE</b>	51,60%	5,45%	3,89%	3,43%	27,94%	7,70%	72,06%
<b>Merval</b>	49,13%	4,02%	2,47%	4,77%	6,64%	32,98%	67,02%
<b>Para outros</b>	225,61%	28,72%	16,54%	12,51%	56,23%	36,97%	-

**AMOSTRA ANO 2011**

Influência **recebida** de outros países (% sobre o total de variação de cada país)

Influência <b>exercida</b> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)							
Indice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
<b>SP500</b>	74,40%	8,62%	2,30%	4,65%	7,62%	2,41%	25,60%
<b>Nikkei</b>	25,37%	56,75%	7,89%	5,61%	2,84%	1,53%	43,25%
<b>DAX</b>	58,93%	10,35%	15,66%	5,89%	6,61%	2,56%	84,34%
<b>iBovespa</b>	41,86%	8,05%	1,05%	35,34%	8,22%	5,48%	64,66%
<b>FTSE</b>	61,71%	15,37%	2,46%	7,09%	11,02%	2,35%	88,98%
<b>Merval</b>	49,40%	7,99%	4,41%	6,32%	11,53%	20,35%	79,65%
<b>Para outros</b>	237,28%	50,38%	18,11%	29,55%	36,81%	14,34%	-

**AMOSTRA ANO 2012**

Influência **recebida** de outros países (% sobre o total de variação de cada país)

Influência <b>exercida</b> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)							
Indice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
<b>SP500</b>	80,26%	0,73%	3,22%	0,95%	0,85%	13,99%	19,74%
<b>Nikkei</b>	47,02%	43,36%	2,27%	4,59%	1,25%	1,51%	56,64%
<b>DAX</b>	68,33%	1,69%	22,53%	1,36%	0,80%	5,28%	77,47%
<b>iBovespa</b>	50,78%	4,81%	5,45%	24,52%	4,87%	9,57%	75,48%
<b>FTSE</b>	58,14%	5,07%	6,80%	6,24%	19,15%	4,60%	80,85%
<b>Merval</b>	11,89%	5,63%	5,97%	0,89%	6,11%	69,51%	30,49%
<b>Para outros</b>	236,17%	17,94%	23,71%	14,02%	13,89%	34,96%	-

**AMOSTRA ANO 2013**

Influência **recebida** de outros países (% sobre o total de variação de cada país)

Influência <b>exercida</b> sobre outros países (% sobre o total de variação de cada país)							
Indice	SP500	Nikkei	DAX	iBovespa	FTSE	Merval	De outros
<b>SP500</b>	79,02%	4,68%	9,32%	1,92%	3,53%	1,54%	20,98%
<b>Nikkei</b>	24,57%	60,45%	6,72%	0,07%	2,25%	5,94%	39,55%
<b>DAX</b>	47,51%	1,78%	45,46%	1,96%	1,19%	2,10%	54,54%
<b>iBovespa</b>	16,24%	8,24%	18,70%	51,48%	0,71%	4,62%	48,52%
<b>FTSE</b>	39,28%	7,31%	25,45%	3,40%	19,99%	4,57%	80,01%
<b>Merval</b>	13,52%	6,46%	11,51%	17,74%	6,52%	44,24%	55,76%
<b>Para outros</b>	141,12%	28,47%	71,70%	25,08%	14,20%	18,77%	-

## Algoritmos utilizados na análise:

```
rm(list=ls())
```

```
x = read.csv(file="C:/Users/Lucas de Oliveira/Desktop/base.csv",header=T,sep=";")
```

```
require(vars)
```

```
require(moments)
```

```
## funcao para transformar o indice em retornos ##
```

```
tr.dados = function(x){
```

```
  n = length(x)
```

```
  x1 = x[1:(n-1)]
```

```
  x2 = x[2:n]
```

```
  x3 = log(x2/x1)
```

```
  x3
```

```
}
```

```
x1=x
```

```
# escolhendo a ordem #
```

```
attach(x1)
```

```
#y = data.frame(Merval,iBovespa,SP500,DAX,Nikkei,FTSE)
```

```
y = data.frame(SP500,Nikkei,DAX,iBovespa,FTSE,Merval)
```

```
detach(x1)
```

```
z = apply(y,2,tr.dados) # serie com os retornos
```

```
z = ts(data.frame(z))
```

```
apply(z, 2, summary)
```

```
skewness(z)
```

```

kurtosis(z)

plot(z) # ver como colocar as datas no eixo x

## Grafico spillover ##

h.prev = 10 # horizonte de previsao

reg1 = VAR(z,p=2,type="const")

res.var = resid(reg1) # matriz com as series dos residuos (nao ortogonais)

dimnames(res.var) = list(NULL,colnames(z))

## Decomposicao do erro de previsao na mao #

nv = ncol(z) # numero de variaveis endogenas

cov.var = summary(reg1)$covres # matriz de covariancia (nao ortogonalizada)

cov.u = t(chol(cov.var)) # cholesky decomposition

#psis = Psi(reg1,nstep=10)

psis = Phi(reg1,nstep=h.prev)

A.h = matrix(0,nrow=nv,ncol=nv,dimnames=list(colnames(y),colnames(y)))

for(j in 1:h.prev){

  A.aux = (psis[,j])%*%cov.u

  A.h = A.h+A.aux^2

}

m.l = apply(A.h,1,sum)

M.l = matrix(m.l,nrow=nv,ncol=nv,byrow=F)

S.m = A.h/M.l

S.m

```