

**TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÃO ENTRE MERCADOS BOLSISTAS: O TAMANHO IMPORTA?**

**Vítor Manuel de Sousa Gabriel**

UDI – Unidade de Investigação para o Desenvolvimento do Interior, Instituto Politécnico da Guarda (Portugal).

**David Rodeiro Pazos**

Departamento Economía Financeira e Contabilidade; Faculdade de Ciências Económicas e Empresariais, Universidade de Santiago de Compostela.

**Área científica:** B) Avaliação e Finanças

**Palavras-chave:** Mercados bolsistas internacionais, segmentos de capitalização, vetor autorregressivo, impulso resposta, GARCH multivariado assimétrico.

# TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÃO ENTRE MERCADOS BOLSISTAS: O TAMANHO IMPORTA?

## RESUMO

Neste estudo é analisada a transmissão de informação no curto prazo entre mercados bolsistas internacionais, através da aplicação de uma nova proposta metodológica, baseada em diversos segmentos de capitalização e num modelo multivariado assimétrico de heterocedasticidade condicionada. Foram selecionados índices relativos a mercados desenvolvidos e a mercados emergentes. Para cada um destes, escolheram-se três segmentos de capitalização, designadamente as *Large*, *Mid* e *Small Caps*.

Os resultados obtidos revelam que o índice desenvolvido *Large Cap* se mostrou particularmente autónomo e que contribuiu para ajudar a explicar movimentos nas rendibilidades dos restantes índices. Foram identificadas evidências de efeito de contágio, quer próprio quer cruzado, mas igualmente de efeito assimétrico na volatilidade dos índices, não dependendo estes efeitos do nível de capitalização dos índices bolsistas. Esta situação coloca grandes desafios aos investidores relativamente à adoção de uma eventual estratégia de diversificação do investimento internacional.

## 1. INTRODUÇÃO

As ligações entre os mercados bolsistas internacionais têm justificado um elevado número de estudos, tendo como inspiração o trabalho pioneiro de Grubel (1968). As conclusões obtidas nos primeiros estudos acerca deste tema nem sempre foram coincidentes. Ripley (1973) concluiu que os mercados abertos a investimentos e a capitais estrangeiros apresentavam um certo grau de interdependência entre si. Em sentido contrário, os trabalhos de Granger e Morgenstern (1970), Agmon (1972) e Branch (1974) não identificaram relações de interdependência entre os mercados bolsistas internacionais. Por sua vez, Bertoneche (1979) estudou as ligações entre os mercados bolsistas dos EUA, do Reino Unido, da Alemanha, da Bélgica, da França, da Holanda e da Itália, tendo identificado um elevado grau de segmentação entre estes mercados. No mesmo sentido, Roll (1988) concluiu que as ligações entre os mercados bolsistas internacionais eram fracas.

Diversos estudos destacam o papel do *crash* bolsista de outubro de 1987 como um facto marcante na aproximação entre os mercados (EUN; SHIM, 1989; LAU; MCINISH; 1996; ARSHANAPALLI; DOUKAS; LANG, 1995).

Eun e Shim (1989) concluíram pela existência de interdependências estatisticamente significativas entre nove mercados bolsistas internacionais. Jeon e Von-Furstenberg (1990) identificaram um aumento significativo dos comovimentos bolsistas internacionais, após a emergência do *crash* de 1987. No mesmo sentido, ao estudarem o período amostral de 1986 a 1989, Lau e McInish (1996) concluíram que o *crash* deu origem a mudanças na interdependência entre os mercados bolsistas internacionais. Finalmente, Arshanapalli; Doukas; Lang, (1995) mostraram que com o *crash* os mercados bolsistas internacionais passaram a reportar respostas mais semelhantes e próximas. A confirmação estatística de interdependências ou de respostas simultâneas, tal como se verificou nos estudos referidos anteriormente, conduz a um certo grau de previsibilidade do comportamento dos mercados, o que pode ser

entendido como uma violação dos pressupostos da hipótese de mercado eficiente, uma vez que, de acordo com Fama (1970), o comportamento dos preços dos ativos é descrito por um passeio aleatório, implicando a não previsibilidade dos preços.

Estudos mais recentes realçaram o progressivo reforço das ligações entre os mercados bolsistas e o papel desempenhado pelo mercado dos EUA na explicação de movimentos noutros mercados (HASSAN; ATSUYUKI, 1996; PEIRO; QUESADA; EZEQUIEL, 1998; OZDEMIR; CAKAN, 2007).

Ao estudarem um período amostral de 150 anos, Goetzmann; Li; Rouwenhorst, (2005) concluíram que a correlação entre os mercados bolsistas mundiais variou consideravelmente e foi particularmente acentuada em fases de integração financeira e económica. De forma coincidente, Bekaert; Harvey; Lundblad; Siegel, (2007) destacaram a relevância da integração dos mercados no contexto global, dos processos de liberalização dos mercados de capitais, da abertura dos mercados bolsistas e dos sistemas bancários, enquanto fatores facilitadores do aprofundamento das ligações entre mercados bolsistas internacionais.

Estudos mais recentes destacam o papel da recente crise financeira global na aproximação dos mercados bolsistas. Recorrendo a testes de causalidade de Granger e a funções de impulso resposta, Tudor (2011) concluiu que as ligações entre alguns mercados bolsistas do centro e do leste da Europa e o mercado dos EUA foram fortalecidas com a emergência da referida crise. Por sua vez, Mandigma (2014) chegou a idêntica conclusão, ao analisar as ligações dinâmicas entre alguns países do sudoeste asiático e o mercado dos EUA.

Os modelos multivariados de heterocedasticidade condicionada têm sido utilizados frequentemente na análise de ligações entre mercados bolsistas, em especial na transmissão de volatilidade. De acordo com diversos estudos, a inclusão do efeito assimétrico sobre a volatilidade no modelo multivariado revela-se um elemento importante, quer em termos de uma adequada especificação da matriz de variância-covariância condicional, quer em termos de implicações ao nível da afetação de ativos (KRONER; NG, 1998; GOEIJ; MARQUERING, 2004), mas igualmente ao nível da modelação de preços de ativos (BEKAERT; WU, 2000), do estudo das ligações entre mercados bolsistas (SORIANO; CLIMENT, 2006; LI; MAJEROWSKA, 2008) e de operações de *hedging* (BROOKS; HENRY; PERSAND, 2002; ARAGÓ; SALVADOR, 2011).

Com o propósito de estudar a eventual existência de interdependências entre mercados bolsistas e de procurar vantagens de diversificação, os estudos referenciados anteriormente consideraram alguns dos mais representativos índices internacionais. Porém, em todos estes estudos, os índices considerados nas análises representaram as maiores empresas dos respetivos mercados, ignorando as empresas com menores níveis de capitalização.

Do ponto de vista da diversificação do investimento, interessa aos investidores aprofundar as alternativas de investimento no plano internacional, mas igualmente identificar eventuais vantagens proporcionadas por empresas de diferentes níveis de capitalização. De acordo com a teoria da carteira, sempre que as taxas de rendibilidade das *Small Caps* não evidenciem uma correlação perfeita com as das *Large Caps* é possível aos investidores obter benefícios de investimento, desde que estes apostem numa estratégia de diversificação baseada no tamanho das empresas. Os referidos benefícios configuram uma melhor relação entre o risco e a rendibilidade, ou seja, traduzem-se na redução do risco do investimento, sem penalizar a rendibilidade do mesmo.

De acordo com Petrella (2005) e Eun; Huang; Lai, (2006) a dimensão empresarial é um elemento relevante na explicação do comportamento das rendibilidades de mercado. As rendibilidades das *Large Caps* são explicadas fundamentalmente por fatores de natureza global, enquanto as rendibilidades das *Small Caps* o são por fatores idiossincráticos. Segundo estes autores, a diferença no mecanismo gerador de rendibilidades pode, porventura, encontrar explicação no facto de as grandes empresas, em alguns casos multinacionais, desenvolverem atividade em diversos países e possuírem uma base acionista internacional. Inversamente, as pequenas empresas, cuja atividade está mais focada localmente, revelam uma exposição internacional mais limitada. Em Consequência, é de supor que as rendibilidades das menores e das maiores capitalizações não se mostrem perfeitamente correlacionados, decorrendo daí vantagens para investidores, que adotem uma estratégia baseada na “*size diversification*”. Contudo, esta linha argumentativa só terá validade se a estrutura temporal de ligações entre mercados for estável e não exibir comportamento assimétrico, isto é, se em períodos de *bear market* a correlação entre as rendibilidades não for superior à que se verifica em períodos de *bull market*.

Com a presente investigação pretende-se expandir a literatura de finanças existente, em termos empíricos e metodológicos, no âmbito da análise das ligações de curto prazo entre mercados bolsistas, recorrendo às rendibilidades e às volatilidades condicionadas dos mesmos. A esmagadora maioria dos trabalhos existentes tendeu a privilegiar, sucessivamente, o recurso a índices dominados por grandes empresas, pelo que o nosso trabalho vem suprir uma lacuna empírica, ao nível da investigação, ao estudar ligações e interdependências entre índices, com diferentes níveis de capitalização bolsista, considerando par tal índices globais, representativos de seis segmentos de capitalização, definidos por mercados desenvolvidos e emergentes e, em cada um destes, por três capitalizações diferenciadas: as *Small*, *Mid* e *Large Caps*. Ao nível metodológico, este estudo diferencia-se de outros, por recorrer a um modelo multivariado assimétrico de heterocedasticidade condicionada, de modo a identificar eventuais diferenças nas reações da volatilidade dos índices face a choques positivos e negativos.

Em termos de estrutura, esta investigação prossegue na secção 2 com a metodologia, na 3 com a descrição dos dados e a apresentação dos resultados empíricos e na 4 com a apresentação do resumo e das principais conclusões.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 2.1 VETOR AUTORREGRESSIVO

Para compreender a interdependência e as dinâmicas das rendibilidades diárias dos índices, revela-se importante a escolha de um modelo que mostre claramente como a rendibilidade é transmitida de um mercado a outro e que permita analisar a simultaneidade das interações entre os mercados. O Vetor Autoregressivo (VAR), desenvolvido por Sims (1980), é um dos modelos mais apropriados, permitindo estimar um sistema de equações dinâmicas simultâneas, sem estabelecer restrições prévias na estrutura das relações entre as variáveis.

O presente estudo expressa o modelo VAR do seguinte modo:

$$Y_t = C + \sum_{s=1}^m A_s Y_{t-s} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Em que  $\varepsilon_t \sim N(0, \Omega)$ ,  $Y_t$  é um vetor coluna ( $6 \times 1$ ), com seis variáveis dependentes estacionárias,  $C$  é um vetor coluna ( $6 \times 1$ ), da componente determinística,  $A_s$  é a

matriz dos parâmetros autorregressivos ( $6 \times 6$ ),  $m$  é o número de defasamentos, definidos através dos habituais critérios de informação,  $s$  indica os 6 índices bolsistas,  $\varepsilon_t$  é o vetor ( $6 \times 1$ ) das perturbações ou das componentes não esperadas, associadas às variáveis dependentes, designadas na terminologia VAR por inovações, choques, ou impulsos e que são independentes e identicamente distribuídas, com distribuição normal, de média zero e variância-covariância  $\Omega$ . As covariâncias estão traduzidas nos elementos não diagonais da matriz  $E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = \Omega$ .

## 2.2 TESTES DE CAUSALIDADE

Com o objetivo de estudar as ligações de curto prazo entre os índices selecionados e a direção de influência entre eles, recorre-se ao conceito de causalidade de Granger, introduzido por Granger (1969), e mais tarde popularizado por Sims (1972), que assenta no pressuposto de que  $X_t$  causa  $Y_t$  se a predição da variável  $Y_t$  for melhorada com a informação desfasada de  $X_t$ , isto é, se a predição de  $Y_t$  for mais precisa quando usada a informação desfasada conjunta de  $X_t$  e  $Y_t$ , do que considerando apenas a informação de  $Y_t$ . O teste de causalidade de Granger será obtido a partir do modelo VAR, com o objetivo de saber se os defasamentos da variável excluída afetam a variável endógena. Este teste é designado por *VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests*, pressupondo a hipótese nula de que as variáveis endógenas desfasadas não causam no sentido de Granger a variável dependente.

## 2.3 FUNÇÕES IMPULSO-RESPOSTA

Para aprofundar o estudo das ligações de curto prazo entre os índices bolsistas, são ainda consideradas funções impulso-resposta. Ao considerarem todas as variáveis introduzidas no sistema, estas funções proporcionam uma análise dinâmica, gerada a partir das estimativas do modelo VAR, permitindo analisar as relações de causalidade verificadas, mesmo quando não sejam detetadas previamente relações de causalidade de Granger entre as variáveis (LUTKEPOHL; SAIKKONEN, 1997).

A função impulso-resposta mostra o modo como uma determinada variável responde, com o passar do tempo, a um aumento surpresa nessa variável ou noutra variável incluída no modelo VAR. Dito de outro modo, uma inovação numa determinada variável desencadeia uma reação em cadeia, ao longo do tempo, nas restantes variáveis do VAR. A função impulso-resposta permite calcular essas reações em cadeia.

De acordo com Lutkepohl e Saikkonen (1997) e Aziakpono (2006), se um processo é ruído branco, então o VAR estimado pode ser convertido numa representação de média móvel, cujos coeficientes são impulsos-respostas dos erros de previsão. A média móvel assume a seguinte forma:

$$Y_t = C + \sum_{s=0}^k B_s \varepsilon_{t-s} \quad (2)$$

Onde  $Y_t$  traduz a combinação linear do estado atual e do estado passado dos estímulos dos erros de previsão; o coeficiente  $\beta_s$  expressa a resposta de um índice à inovação de um desvio-padrão, ocorrida há  $s$  períodos, em qualquer dos índices incluídos no modelo.

No presente trabalho, optou-se por recorrer a funções impulso-resposta generalizadas, aplicando a proposta de Koop, Pesaran e Potter (1996) e Pesaran e Shin (1998), de acordo com o procedimento de simulação de Monte Carlo, com repetição de 1000 vezes. Esta proposta diferencia-se da tradicional análise impulso-resposta ortogonalizada, por não depender da ordenação das variáveis no modelo VAR. A abordagem tradicional, baseada na fatorização de Cholesky, para a ortogonalização das inovações do VAR, conduz a diferentes resultados, em função da ordenação de variáveis.

## 2.4 MODELO GARCH-VECH MULTIVARIADO

Para modelar as variâncias condicionais e os efeitos cruzados gerados por estas, recorre-se à representação de Bollerslev; Engle; Wooldridge, (1988) do modelo GARCH multivariado, na forma diagonal VECH, e ao método Full Rank Matrix, seguindo a proposta de Ding e Engle (2001), de modo a garantir a semidefinição positiva da matriz de covariâncias condicionais. Adicionalmente, foi incorporado no modelo o efeito assimétrico, recorrendo à metodologia de Glosten, Jaganathan e Runkle (1993), proposta por Kroner e Ng (1998) e aplicada por Karmakar (2010), a qual pode ser enunciada da seguinte forma:

$$vech(H_t) = C + \sum_{j=1}^q A_j vech(\varepsilon_{t-1} \varepsilon'_{t-1}) + \sum_{j=1}^r D_j vech(\varphi_{t-1} \varphi'_{t-1}) + \sum_{j=1}^p B_j vech(H_{t-j}) \quad (3)$$

Em que  $H_t$  diz respeito à matriz de variâncias e covariâncias condicionais.

A representação diagonal VECH é baseada no pressuposto de que a variância condicional depende do quadrado dos resíduos desfasados e a covariância condicional depende dos resíduos cruzados e desfasados e das covariâncias desfasadas de outras séries (Harris e Sollis, 2003). Na equação do modelo,  $A$ ,  $B$  e  $D$  são matrizes de coeficientes, de tamanho  $\frac{1}{2}N(N+1) \times \frac{1}{2}N(N+1)$ , e  $C$  é um vetor de termos constantes, de tamanho  $\frac{1}{2}N(N+1) \times 1$ . Os elementos diagonais da matriz  $A$ ,  $(a_{1,1}, a_{2,2}, a_{3,3}, \dots, a_{12,12})$ , medem as influências das inovações passadas na volatilidade presente, ou seja, os choques de volatilidade próprios, enquanto os elementos não diagonais ( $a_{ij}$  quando  $i \neq j$ ) medem os efeitos do produto cruzado das inovações desfasadas na covolatilidade, ou seja, os choques na volatilidade cruzada. De forma idêntica, os elementos da diagonal da matriz  $B$   $(b_{1,1}, b_{2,2}, b_{3,3}, \dots, b_{12,12})$  medem as influências das volatilidades passadas na volatilidade presente, ou seja, os contágios na volatilidade própria; os elementos não diagonais ( $b_{ij}$  quando  $i \neq j$ ) medem os efeitos do produto cruzado das covolatilidades desfasadas na covolatilidade presente, isto é, os contágios da volatilidade cruzada. Por sua vez, os elementos da matriz  $D$  permitem conhecer a existência de efeitos assimétricos sobre a volatilidade.

## 3. DADOS E RESULTADOS EMPÍRICOS

### 3.1 DADOS

A nossa análise baseia-se em dados de periodicidade diária, relativos a um lapso de tempo de aproximadamente nove anos, correspondentes a mercados desenvolvidos e a mercados emergentes. Cada um destes mercados compreende os segmentos de capitalização *Small Cap*, *Mid Cap* e *Large Cap*, dando origem a seis índices bolsistas: Desenvolvidos *Large Cap* (D\_S), Desenvolvidos *Mid Cap* (D\_M), Desenvolvidos *Small*

Cap (D\_S), Emergentes *Large Cap* (E\_L), Emergentes *Mid Cap* (E\_M) e Emergentes *Small Cap* (E\_S). Os dados considerados no presente estudo foram fornecidos pela Morgan Stanley Capital International e compreendem o período amostral de 1/08/2004 a 5/12/2013, traduzido em 2399 observações diárias.

As séries dos valores de fecho dos índices foram transformadas em séries de rendibilidades logarítmicas, instantâneas ou compostas continuamente,  $r_t$ , através da seguinte expressão:

$$r_t = \ln P_t - \ln P_{t-1} \quad (4)$$

Em que  $r_t$  é a taxa de rendibilidade, no dia  $t$ , e  $P_t$  e  $P_{t-1}$  são os valores de fecho das séries, nos momentos  $t$  e  $t-1$ , respetivamente.

As principais estatísticas descritivas das taxas de rendibilidade dos seis índices, relativas ao período amostral estudado, são apresentadas na tabela 1.

A análise das estatísticas descritivas permite a conclusão de que todos os índices apresentaram rendibilidade média diária positiva. Todas as séries de rendibilidade evidenciaram sinais de desvio face à hipótese de normalidade, atendendo aos coeficientes de assimetria e de curtose, diferentes de zero e três, respetivamente. As séries analisadas são leptocúrticas e apresentam abas assimétricas.

Para saber da adequação do ajustamento da distribuição normal às distribuições empíricas das seis séries, foi também aplicado o teste de aderência de Jarque-Bera, cujos valores estatísticos podem ser vistos na tabela 1. Os valores dos testes e as respetivas probabilidades (iguais a zero) permitem concluir que todas as séries são estatisticamente significativas a 1%, rejeitando-se claramente a hipótese de normalidade das mesmas.

**Tabela 1 - Estatísticas descritivas das rendibilidades**

	<b>D_L</b>	<b>D_M</b>	<b>D_S</b>	<b>E_L</b>	<b>E_M</b>	<b>E_S</b>
Média	0,00017	0,00025	0,00029	0,00035	0,00037	0,00041
Mediana	0,00064	0,00094	0,00100	0,00132	0,00126	0,00151
Máximo	0,09225	0,08359	0,07325	0,10296	0,08658	0,06543
Mínimo	-0,07301	-0,07480	-0,08067	-0,10148	-0,09068	-0,08162
Desvio Padrão	0,01106	0,01172	0,01190	0,01394	0,01298	0,01152
Assimetria	-0,43520	-0,57694	-0,61127	-0,46968	-0,75579	-1,12960
Curtose	12,42838	10,08360	8,77991	11,19848	9,87324	9,61662
Jarque-Bera (Prob.)	(0,00000)	(0,00000)	(0,00000)	(0,00000)	(0,00000)	(0,00000)
ADF (Prob.)	(0,00000)	(0,00000)	(0,00000)	(0,00000)	(0,00000)	(0,00000)

Com o objetivo de averiguar da estacionaridade das séries de rendibilidades, foram aplicados os tradicionais testes de Dickey-Fuller aumentado (ADF). A hipótese nula ( $H_0$ ) deste teste estipula que a série tem raiz unitária, ou seja, que a série é integrada de ordem 1,  $I(1)$ , face à hipótese alternativa ( $H_a$ ) de a série não possuir raiz unitária ou ser  $I(0)$ . Os resultados dos testes à estacionaridade das séries são apresentados na tabela 1. As séries de rendibilidades evidenciaram estacionaridade,  $I(0)$ , ao nível de significância de 1%.

### 3.2 RESULTADOS EMPÍRICOS

De modo a analisar o comportamento dos mercados bolsistas, foram calculados os coeficientes de correlação contemporânea entre as taxas de rendibilidade dos índices bolsistas (tabela 2).

Todos os coeficientes de correlação registaram valores positivos e foram estatisticamente significativos, ao nível de significância de 1%, tendo em conta os valores dos respetivos *p-values*. Os valores dos coeficientes de correlação foram, em geral, bastante elevados, em particular os dos pares formados exclusivamente por mercados desenvolvidos e por mercados emergentes. Em qualquer destes casos, geraram correlações muito fortes, superiores a 90%, o que permite formar a ideia de que estes mercados bolsistas descreveram, no curto prazo, movimentos bastante próximos.

De modo a identificar a eventual existência de relações de causalidade entre as seis capitalizações, foi aplicado o procedimento *VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests*, cuja hipótese nula estabelece a não existência de relação causal. Este procedimento avalia a significância conjunta de cada variável endógena desfasada, em cada uma das equações do VAR, através dos valores da estatística  $\chi^2$ , e, em simultâneo, a significância conjunta de todas as variáveis endógenas desfasadas, presentes na equação, recorrendo à estatística F. Para cada uma das equações do modelo VAR estimado são apresentadas as estatísticas do teste Wald, acerca da significância conjunta de cada uma das outras variáveis endógenas, com base nos desfasamentos selecionados, definidos pelos critérios de informação de Akaike e de Schwarz, que no caso em apreço foi de 3.

**Tabela 2 - Correlações contemporâneas entre as rendibilidades**

	D_L	D_M	D_S	E_L	E_M	E_S
D_L	1,000					
D_M	0,978	1,000				
	(0,000)					
D_S	0,946	0,976	1,000			
	(0,000)	(0,000)				
E_L	0,739	0,759	0,720	1,000		
	(0,000)	(0,000)	(0,000)			
E_M	0,679	0,699	0,666	0,960	1,000	
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)		
E_S	0,618	0,643	0,615	0,917	0,969	1,000
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	(0,000)	

Na tabela 3 é apresentado um resumo dos resultados dos testes de causalidade de Granger. Estes resultados revelaram diversas relações unidirecionais e bidirecionais, estatisticamente significativas, de modo consistente com os resultados obtidos noutros trabalhos recentes, nomeadamente os de Tudor (2011) e de Mandigma (2014), o que favorece a ideia de que o mecanismo gerador de rendibilidades nos índices segmentados globais possa não se diferenciar do mecanismo gerador de índices



convencionais, que consideram na sua formação as maiores capitalizações bolsistas de determinados mercados.

Os índices relativos aos mercados emergentes revelaram-se os mais endógenos, em particular os *Large Cap* e *Mid Cap*, ao serem causados, no sentido de Granger, por quatro índices. Importa salientar o facto de todos os índices dos mercados emergentes serem causados pelos índices dos mercados desenvolvidos, para o nível de significância de 1%. Por outro lado, o índice menos endógeno foi o dos mercados desenvolvidos *Large Cap*, que só foi causado individualmente, no sentido de Granger, pelo índice desenvolvido *Small Cap*. Importa, igualmente, destacar o facto de os movimentos individuais de cada índice serem explicados, no sentido de Granger, por movimentos conjuntos desfasados dos seis índices. Ao nível da exogeneidade, os índices relativos aos mercados desenvolvidos *Large Cap* e *Small Cap* evidenciaram-se perante os seus pares, por conterem informação sobre os movimentos dos restantes índices. Refira-se, também, que os índices dos mercados desenvolvidos ajudaram a explicar movimentos nos três índices emergentes. Os resultados levam-nos a concluir que o comportamento dos mercados desenvolvidos foi caracterizado por uma certa autonomia face aos mercados emergentes, e que os primeiros terão desempenhado o papel de *driver* dos segundos, ajudando a explicar os seus movimentos.

A significância estatística de diversas relações de causalidade permite questionar os pressupostos de passeio aleatório, definidos pela hipótese de eficiência dos mercados, de Fama (1970), uma vez que os movimentos ocorridos num determinado índice são precedidos por movimentos passados noutros índices, o que resulta numa certa previsibilidade nesses movimentos e possibilita o desenvolvimento de operações de arbitragem.

**Tabela 3 - Testes de causalidade de granger/block exogeneity wald tests**

		Variável Dependente					
		D_L	D_M	D_S	E_L	E_M	E_S
Variáveis excluídas	D_L		29,732 (0,000)	36,082 (0,000)	19,821 (0,000)	14,631 (0,002)	12,859 (0,005)
	D_M	0,112 (0,990)		12,407 (0,006)	19,025 (0,000)	15,751 (0,001)	16,033 (0,001)
	D_S	25,180 (0,000)	16,243 (0,001)		18,766 (0,000)	17,006 (0,001)	13,710 (0,003)
	E_L	4,050 (0,256)	2,395 (0,495)	2,153 (0,541)		4,697 (0,195)	1,880 (0,598)
	E_M	4,044 (0,257)	3,761 (0,289)	3,761 (0,289)	0,330 (0,954)		2,904 (0,407)
	E_S	5,971 (0,113)	7,008 (0,072)	5,277 (0,153)	27,197 (0,000)	30,536 (0,000)	
	Todos	80,508 (0,000)	74,926 (0,000)	59,722 (0,000)	415,125 (0,000)	490,794 (0,000)	512,935 (0,000)

O teste de Granger ajudou a perceber da existência de ligações de causalidade entre os mercados bolsistas, mas não permitiu perceber se ocorreram efeitos positivos ou negativos entre estes, ou mesmo se umas ligações foram mais fortes do que outras. Com o objetivo de aprofundar a análise, recorreu-se a funções impulso resposta generalizadas, de amplitude correspondente a um desvio-padrão, de modo a obter

evidências adicionais acerca dos mecanismos de transmissão dos movimentos de curto prazo. Os resultados das funções impulso resposta são resumidos na tabela 4. As funções de resposta a impulsos, geradas a partir do modelo VAR, permitem perceber que as seis capitalizações evidenciaram reações estatisticamente significativas, em consequência de choques provenientes dos seus pares (tabela 4). Uma parte significativa desses choques produziu efeitos estatisticamente significativos, por dois ou três dias, desvanecendo-se de seguida. A grande maioria das reações apresentou o sinal esperado, isto é, acompanhou o sentido de variação do índice onde teve origem o choque, embora tenham ocorrido algumas reações de correção face ao choque inicial.

Relativamente à persistência das reações, os resultados obtidos permitem a conclusão de que, em geral, os índices relativos aos mercados emergentes desencadearam respostas mais persistentes, em particular o *Small Cap*, que evidenciou respostas significativas de quatro dias, em qualquer dos casos. A superioridade da persistência dos índices dos mercados emergentes, face à dos mercados desenvolvidos, pode ser interpretada como uma evidência de que as informações relativas aos primeiros não foram incorporadas instantaneamente, contrariando os pressupostos subjacentes à hipótese do mercado eficiente.

**Tabela 4 - Resumo dos resultados das funções de resposta a impulsos**

	<i>D_L</i>	<i>D_M</i>	<i>D_S</i>	<i>E_L</i>	<i>E_M</i>	<i>E_S</i>
<i>D_L</i>		2 1,2 +,+	2 1,2 +,+	2 1,2 +,+	2 1,2 +,+	2 1,2 +,+
<i>D_M</i>	3 1,2,3 +,+,-		2 1,2 +,+	2 1,2 +,+	2 1,2 +,+	2 1,2 +,+
<i>D_S</i>	3 1,2,6 +,+,-	3 1,2,6 +,+,-		2 1,2 +,+	2 1,2 +,+	2 1,2 +,+
<i>E_L</i>	2 1,2 +,+	2 1,2 +,+	3 1,2,5 +,+,-		3 1,2,5 +,+,-	3 1,2,5 +,+,-
<i>E_M</i>	2 1,2 +,+	3 1,2,3 +,+,+	3 1,2,3 +,+,+	3 1,2,3 +,+,+		4 1,2,3,5 +,+,+,-
<i>E_S</i>	4 1,2,3,4 +,+,+,+	4 1,2,3,4 +,+,+,+	4 1,2,3,4 +,+,+,+	4 1,2,3,4 +,+,+,+	4 1,2,3,4 +,+,+,+	

**Notas:** Respostas dos mercados em linha a impulsos provenientes dos mercados em coluna; Cada célula tem três linhas: na primeira linha indica-se o número de períodos durante os quais a resposta do mercado em linha teve significância estatística, de acordo com o critério de um desvio-padrão, na segunda linha indica-se o número de ordem desses períodos, enquanto na terceira linha indica-se o sinal da resposta ao impulso.

Para modelar as variâncias condicionais e os efeitos próprios e cruzados produzidos por estas, foi estimado o modelo GARCH multivariado, de acordo com as

especificações anteriormente enunciados. As estimativas do modelo são resumidas na tabela 5.

**Tabela 5 - Estimativas do modelo GARCH multivariado**

	C <sub>ij</sub>						A <sub>ij</sub>					
	D_L	D_M	D_S	E_L	E_M	E_S	D_L	D_M	D_S	E_L	E_M	E_S
D_L	0,000 (0,000)						0,004 (0,002)					
D_M	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)					0,005 (0,001)	0,006 (0,000)				
D_S	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)				0,004 (0,002)	0,005 (0,001)	0,004 (0,001)			
E_L	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)			0,010 (0,000)	0,012 (0,000)	0,010 (0,000)	0,026 (0,000)		
E_M	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)		0,013 (0,000)	0,015 (0,000)	0,013 (0,000)	0,032 (0,000)	0,039 (0,000)	
E_S	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,015 (0,000)	0,018 (0,000)	0,015 (0,000)	0,038 (0,000)	0,046 (0,000)	0,055 (0,000)
	D <sub>ij</sub>						B <sub>ij</sub>					
	D_L	D_M	D_S	E_L	E_M	E_S	D_L	D_M	D_S	E_L	E_M	E_S
D_L	0,069 (0,000)						0,941 (0,000)					
D_M	0,065 (0,000)	0,062 (0,000)					0,942 (0,000)	0,942 (0,000)				
D_S	0,065 (0,000)	0,062 (0,000)	0,062 (0,000)				0,943 (0,000)	0,943 (0,000)	0,944 (0,000)			
E_L	0,048 (0,000)	0,046 (0,000)	0,046 (0,000)	0,033 (0,000)			0,932 (0,000)	0,933 (0,000)	0,934 (0,000)	0,923 (0,000)		
E_M	0,042 (0,000)	0,040 (0,000)	0,040 (0,000)	0,030 (0,000)	0,026 (0,000)		0,924 (0,000)	0,924 (0,000)	0,925 (0,000)	0,915 (0,000)	0,907 (0,000)	
E_S	0,036 (0,000)	0,035 (0,000)	0,035 (0,000)	0,025 (0,000)	0,023 (0,000)	0,019 (0,000)	0,917 (0,000)	0,918 (0,000)	0,919 (0,000)	0,908 (0,000)	0,900 (0,000)	0,894 (0,000)

As estimativas do modelo mostraram elevada significância estatística, o que reflete uma evidente proximidade entre os índices estudados. Os parâmetros da matriz C revelaram-se estatisticamente significativos, para o nível de significância de 1%, o que nos permite concluir que a volatilidade manteve um nível mínimo. Por seu lado, os coeficientes da matriz A, que medem o efeito ARCH, também se revelaram significativos, para o mesmo nível de significância, pelo que a volatilidade da rendibilidade dos índices foi influenciada pelos valores passados, quer próprios quer cruzados. A volatilidade mostrou elevada persistência na estrutura de variância e covariância, atendendo à significância estatística e aos valores elevados dos coeficientes da matriz B, e de forma particularmente acentuada nos índices relativos aos mercados desenvolvidos. Finalmente, a elevada significância estatística dos coeficientes da matriz D (ns de 1%) revela, claramente, a existência de choques assimétricos na volatilidade das rendibilidades diárias dos índices, com os choques negativos, quer próprios quer cruzados, a produzirem volatilidade mais acentuada do que os choques positivos de idêntica dimensão. O efeito assimétrico mostrou-se

particularmente acentuado nos mercados desenvolvidos, porventura devido a uma maior exposição destes a eventos de mercado.

Os resultados obtidos permitem, pois, perceber que a transmissão de volatilidade entre os vários segmentos de capitalização não depende dos níveis de capitalização, sendo antes o reflexo da grande proximidade entre estes. Esta proximidade é uma característica típica da globalização financeira, que proporciona condições altamente favoráveis à ocorrência de fenómenos de contágio financeiro, em que as menores capitalizações reúnem condições que lhes permitem influenciar movimentos na volatilidade das maiores capitalizações, dificultando desse modo uma eventual estratégia de diversificação do investimento à escala global.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo das ligações e das interdependências entre os mercados bolsistas tem sido um tópico de estudo muito popular na área de finanças. A não existência de ligações entre mercados traduz-se numa vantagem em termos de diversificação de carteiras de investimento no contexto global. Diversos estudos têm reportado uma diminuição dos benefícios associados à diversificação, em especial após a ocorrência de eventos extremos, como são os crashes bolsistas.

No presente estudo, foram considerados vários índices bolsistas globais, representativos de diferentes segmentos de capitalização, referentes a mercados desenvolvidos e a mercados emergentes. Para cada um destes mercados foram considerados os índices *Small Cap*, *Mid Cap* e *Large Cap*, perfazendo seis índices distintos. De modo a averiguar da eventual existência de comovimentos de curto prazo, foram calculados coeficientes de correlação contemporânea, aplicados testes de causalidade e estimadas funções impulso-resposta, com base no vetor autorregressivo, e foi estimado um modelo GARCH multivariado assimétrico, de modo a analisar a transmissão de volatilidade entre os índices.

Os coeficientes de correlação contemporânea registaram valores bastante elevados, particularmente entre os pares formados exclusivamente por mercados desenvolvidos e por mercados emergentes.

Os resultados dos testes de causalidade de Granger revelaram várias ligações unidirecionais e bidirecionais estatisticamente significativas. O índice relativo aos mercados desenvolvidos *Large Cap* evidenciou-se perante os seus pares, surgindo como o menos endógeno, mas também como o mais exógeno. Este facto reflete, por um lado, um comportamento de certo modo autónomo deste índice face aos restantes e, por outro lado, a elevada capacidade deste índice para ajudar a explicar movimentos nos seus pares. Por sua vez, as funções de impulso resposta mostraram que, em geral, as reações dos índices desenvolvidos foram menos persistentes face à dos mercados emergentes. Os resultados obtidos neste trabalho questionam a validade dos pressupostos da hipótese da eficiência dos mercados, uma vez que a previsão do movimento de alguns índices pode ser melhorada se considerados os movimentos desfasados dos restantes, dando azo a operações de arbitragem, o que está em contradição com a génese desta teoria.

O modelo multivariado de heterocedasticidade condicionada permitiu concluir pela ocorrência de efeitos de contágio sobre a volatilidade dos índices, independentemente dos níveis de capitalização dos mesmos. Os resultados permitiram igualmente a identificação de um forte efeito assimétrico sobre a volatilidade, com os choques negativos a produzirem volatilidade mais acentuada do que os choques positivos de idêntica dimensão.

Em futuras investigações, pretendemos aprofundar o estudo da temática das ligações entre os mercados bolsistas, privilegiando novamente a utilização dos segmentos de capitalização, de modo a estudar alternativas de afetação do investimento internacional, baseadas na *size diversification* e em modelos de otimização.

## **BIBLIOGRAFIA**

AGMON, T. (1972). The relations among equity markets: a study of share price comovements in the United States, United Kingdom, Germany and Japan. *Journal of Finance*, v. 27, pp. 839-855.

ARAGÓ, V.; SALVADOR, E. (2011). Sudden changes in variance and time varying hedge ratios. *European Journal of Operational Research*, v. 215, pp. 393-403.

ARSHANAPALLI, B; DOUKAS, J; LANG, L. (1995). Pre and post-October 1987 stock market linkages between U.S. and Asian markets. *Pacific-basin Finance Journal*, v. 3, pp. 57-73.

AZIAKPONO, M. (2006). Financial Integration amongst the SACU countries: evidence from Interest Rate Pass-Through Analysis. *Studies in Economics and Econometrics*, v. 30, n. 2.

BEKAERT, G.; WU, G. (2000). Asymmetric volatility and risk in equity markets. *Review of Financial Studies*, v. 13, n. 1, pp. 1-42.

BEKAERT, G.; HARVEY, C; LUNDBLAD, C.; SIEGEL, S. (2007). Global growth opportunities and market integration. *Journal of Finance*, v. 62, n. 3, pp. 1081-1137.

BERTONECHE, M. (1979). An empirical analysis of the interrelationships among equity markets under changing exchange rate systems. *Journal of Banking and Finance*, v. 3, n. 4, pp. 397-405.

BOLLERSLEV, T.; ENGLE, R.; WOOLDRIDGE, J. (1988). A Capital asset pricing model with time-varying covariances. *Journal of Political Economy*, v. 96, n. 1, pp. 116-131.

BRANCH, B. (1974). Common stock performance and inflation: an international comparison. *Journal of Business*, v. 47, pp. 48-52.

BROOKS, C.; HENRY, O.; PERSAND, G. (2002). The effect of asymmetries on optimal hedge ratios. *Journal of Business*, v. 75, n. 2, pp. 333-352.

DICKEY, D.; FULLER, W. (1979). Distribution of the estimators for time series regressions with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, v. 74, pp. 427-31.

Ding, Z.; Engle, R. (2001). Large scale conditional covariance matrix modeling, estimation and testing. *Academia Economic Papers*, v. 29, pp. 157-184.

EUN, C.; SHIM, S. (1989). International transmission of stock market movements. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, v. 24, pp. 241-256.

EUN, C.; HUANG, W.; LAI, S. (2006). International diversification with large and small-caps. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, v. 43, n. 2, pp. 489-524.

FAMA, E. (1970). Efficient capital markets: A review of empirical work. *Journal of Finance*, v. 25, pp. 383-417.

GLOSTEN, L.; JAGANATHAN, R.; RUNKLE, D. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *Journal of Finance*, v. 48, n. 5, pp. 1779-1801.

GOEIJ, P.; MARQUERING, W. (2004). Modeling the conditional covariance between stock and bond returns: a multivariate GARCH approach. *Journal of Financial Econometrics*, v. 2, pp. 531-564.

GOETZMANN, W.; LI, L.; ROUWENHORST, K. (2005). Long-term global market correlations. *Journal of Business*, v. 78, n. 1, pp. 1-38.

GRANGER, C. (1969). Investigating causal relationships by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, v. 37, n. 3, pp. 424-438.

GRANGER, C.; MORGENSTERN, O. (1970). *Predictability of stock market prices*. Lexington Books.

GRUBEL, H. (1968). Internationally diversified portfolios: welfare gains and capital flows. *American Economic Review*, v. 58, pp. 1299-1314.

HARRIS, R.; SOLLIS, R. (2003). *Modelling and forecasting financial time series*. New York, Wiley.

HASSAN, M.; ATSUYUKI, N. (1996). Short-run and long-run dynamic linkages among international stock markets. *International Review of Economics and Finance*, v. 5, n. 4, pp. 387-405.

JEON, B.; VON-FURSTENBERG, G. (1990). Growing international co-movement in stock price indexes. *Quarterly Review of Economics and Business*, v. 30, n. 3, pp.15-30.

KARMAKAR, M. (2010). Information transmission between small and large stocks in the national stock exchange in India: an empirical study. *Quarterly Review of Economics and Finance*, v. 50, pp. 110-120.

KOOP, G.; PESARAN, M.; POTTER, S. (1996). Impulse response analysis in non-linear multivariate models. *Journal of Econometrics*, v. 74, pp. 119-147.

KRONER, K.; NG, V. (1998). Modeling asymmetric comovements of asset returns. *Review of Financial Studies*, v. 11, pp. 817-844.

- LAU, S.; MCINISH, T. (1996). Comovements of international equity returns: a comparison of pre- and post-October 19, 1987, periods. *Global Finance Journal*, v. 4, pp. 1-19.
- LI, H.; MAJEROWSKA, E. (2008). Testing stock market linkages for Poland and Hungary: a multivariate GARCH approach. *Research in International Business and Finance*, v. 22, pp. 247-266.
- LUTKEPOHL, H.; SAIKKONEN, P. (1997). Impulse response analysis in infinite order cointegrated vector autoregressive processes. *Journal of Econometrics*, v. 81, pp. 127-157.
- MANDIGMA, M. (2014). Stock market linkages among the ASEAN 5+3 countries and US: further evidence. *Management and Administrative Sciences Review*, v. 3, pp. 53-68.
- OZDEMIR, Z.; CAKAN, E. (2007). Non-linear dynamic linkages in the international stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 377, pp. 173-180.
- PEIRO, A.; QUESADA, J.; EZEQUIEL, U. (1998). Transmission of movements in stock markets. *The European Journal of Finance*, v. 4, pp. 331-343.
- PESARAN, H.; SHIN, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economics Letter*, v. 58, pp. 17-29.
- PETRELLA, G. (2005). Are Euro area small cap stocks an asset class? Evidence from Mean-Variance Spanning Tests. *European Financial Management*, v. 11, pp. 229-253.
- RIPLEY, D. (1973). Systematic elements in the linkage of national stock market indices. *Review of Economics and Statistics*, v. 55, n. 3, pp. 356-361.
- ROLL, R. (1988). The international crash of October 1987. *Financial Analysts Journal*, v. 44, pp. 19-35.
- SIMS, C. (1972). Money, Income and causality. *American Economic Review*, v. 62, pp. 540-552.
- SIMS, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, v. 48, pp. 1-48.
- SORIANO, P.; CLIMENT, F. (2006). Region vs industry effects and volatility transmission. *Financial Analyst Journal*, v. 62, n. 6, pp. 52-64.
- TUDOR, C. (2011). Changes in stock markets interdependencies as a result of the global financial crisis: Empirical investigation on the CEE region. *Panoeconomicus*, v. 4, pp. 525-543.