

**COMO SE COMPORTA O INVESTIMENTO AMBIENTAL?**

**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:** Investimento ambiental; cointegração; vetor autorregressivo; GARCH multivariado assimétrico.

## COMO SE COMPORTA O INVESTIMENTO AMBIENTAL?

### RESUMO

No presente estudo é analisada a ocorrência de equilíbrios de longo prazo e de curto prazo entre segmentos de investimento ambientalmente sustentável, através da aplicação de uma proposta metodológica diversificada, baseada no teste de cointegração de Johansen e num modelo multivariado assimétrico de heterocedasticidade condicionada. Foram selecionados índices relativos a cinco segmentos de investimento ambiental, designadamente relativos a energia alternativa, a tecnologia limpa, a construção verde, a água sustentável e a prevenção da poluição, compreendendo um lapso temporal de aproximadamente nove anos. Os resultados obtidos revelam que, no longo prazo, o comportamento dos índices é pautado por uma grande autonomia, abrindo espaço a oportunidade de diversificação do investimento. No curto prazo, os segmentos ambientais evidenciaram um comportamento muito similar, aproximando-os do comportamento descrito por índices convencionais.

### 1. INTRODUÇÃO

No passado, os modelos de gestão empresarial seguiram, fundamentalmente, o ponto de vista financeiro. Porém, nas últimas décadas, ocorreu uma mudança nos modelos de gestão, no sentido em que passaram a acomodar as diferentes perspetivas dos *stakeholders*. A ideia de que a única missão de uma empresa é a maximização de valor para os acionistas, inspirada na proposta de Friedman (1970), tem sido questionada por diversos trabalhos de investigação (WOOD, 2008; FREEMAN, 2008).

O efeito combinado de crises financeiras, de extensa informação acerca das consequências do aquecimento global, de preocupações com a escassez de água, de questões relacionadas com os direitos humanos e a pobreza, de escândalos relacionados com má governança, de desastres ambientais, entre outros, estão a mudar a forma como os *stakeholders* valorizam a integração e a gestão de questões relacionadas com a sustentabilidade, numa perspetiva de valor acrescentado no longo prazo para o próprio investimento (KPMG, 2011).

Atualmente, um número crescente de organizações empresariais contempla fatores de índole social e ambiental no estabelecimento das suas políticas de gestão estratégica. Porter e Kramer (2006) concluíram que a não consideração das diferentes perspetivas dos *stakeholders* pode ter consequências negativas na competitividade empresarial, no médio e longo prazo. Os mercados financeiros têm, progressivamente, incorporado novas alternativas de investimento, de acordo com este novo modelo de gestão.

Há uma evidência crescente de que os investidores estão dispostos a incorporar nas suas decisões de investimento as questões de índole ambiental, social e de governança (LOMBARDO; D'ORIO, 2012). Esses investidores procuram maximizar a rentabilidade financeira dos seus investimentos sem, contudo, pôr em causa a sustentabilidade da sociedade (STATMAN; GLUSHKOV, 2008; LOUCHE, 2004; EUROSIF, 2008). Esta consciencialização para a importância das questões relacionadas com a sustentabilidade terá estado na origem da criação de índices bolsistas sustentáveis, que atraem cada vez mais a atenção de investidores (LOUCHE, 2004; CORTEZ; SILVA; AREAL, 2009).

O chamado investimento socialmente responsável (SRI), também conhecido como investimento ético ou investimento sustentável (RENNEBOOG; HORST; ZHANG, 2008), combina objetivos de cariz financeiro com objetivos não financeiros, designadamente ambientais (política de meio ambiente, sistemas externos/internos de gestão, indicadores de mudança climática, de emissões, de resíduos sólidos, de água, entre outros), sociais (direitos laborais e humanos, entre outros) e de governação (princípios de boa governação, existência de códigos de ética, entre outros).

A compreensão da ligação entre índices bolsistas internacionais tem sido um tópico de estudo abundantemente analisado em diversos trabalhos de investigação, revelando-se importante por diversas razões. Em primeiro lugar, por ter implicações para os gestores de carteira relativamente às suas decisões de investimento. A teoria de avaliação de ativos sugere que a diversificação internacional reduz o risco idiossincrático. Contudo, uma maior intensidade no comovimento entre os mercados bolsistas internacionais afeta negativamente as possibilidades de diversificação transnacional. Em segundo lugar, as interdependências entre os mercados acarretam consequências significativas, quer para os decisores políticos quer para os reguladores, em particular ao nível da estabilização dos mercados financeiros. O risco de contágio financeiro tem sido alimentado por um mundo cada vez mais globalizado. Para minimizar os efeitos de contágio, os decisores políticos e os reguladores devem avaliar as interdependências entre mercados, no sentido de implementarem mecanismos que permitam um acompanhamento eficaz dos fluxos internacionais de capital. Em terceiro lugar, a compreensão da transmissão de volatilidade entre mercados é essencial para os investidores, uma vez que esta afeta significativamente os preços dos ativos e o cálculo dos respetivos prémios de risco (DRAKOS; KOURETAS; ZARANGAS, 2010; EHRMANN; FRATZSCHER; RIGOBON, 2011).

Tendo em conta a perspetiva do investimento sustentável, um fator crucial na identificação dos potenciais benefícios associados à diversificação internacional deste tipo de investimento é o do grau de ligação e de integração entre índices temáticos sustentáveis. De acordo com a teoria da diversificação da carteira internacional, uma baixa (alta) intensidade das ligações entre os mercados implica maiores (menores) benefícios da diversificação internacional. No entanto, não há um conhecimento concreto acerca das ligações entre os índices globais socialmente responsáveis. Os trabalhos desenvolvidos a partir destes índices têm estudado, sobretudo, a questão do desempenho destes face ao desempenho de índices convencionais (BAUER; DERWALL; OTTEN, 2007; EDMANS, 2007). Porém, pouca atenção tem sido dedicada à análise das ligações entre índices socialmente responsáveis e, menos ainda, às ligações de um dos segmentos deste tipo de investimento – o do investimento ambientalmente sustentável.

Com a presente investigação pretende-se, assim, expandir a literatura de finanças existente, em termos empíricos e metodológicos, no âmbito da análise das ligações de curto prazo e de longo prazo entre índices sustentáveis globais. A esmagadora maioria dos trabalhos existentes tendeu a privilegiar, sucessivamente, o recurso a índices tradicionais, dominados pelas grandes capitalizações e por uma lógica meramente financeira, sem atender às questões de índole ambiental, pelo que o nosso trabalho vem suprir uma lacuna empírica, ao nível da investigação, ao estudar ligações no curto prazo e no longo prazo entre cinco índices temáticos globais (energia alternativa, tecnologia limpa, construção verde, água sustentável e prevenção da poluição), relativos a cinco segmentos de investimento ambientalmente sustentável, analisando-se em particular a intensidade e a duração das ligações.

Em termos metodológicos, este estudo analisa as ligações entre índices, numa dupla perspetiva de longo prazo e de curto prazo, tendo em conta a abordagem de cointegração de Johansen (1988) e a proposta de Engle (2002), consubstanciada num modelo multivariado assimétrico de heterocedasticidade condicionada, de modo a identificar eventuais diferenças nas reações da volatilidade dos índices, face a choques positivos e a choques negativos.

Em termos de estrutura, esta investigação prossegue na secção 2 com a revisão de literatura, na 3 com a metodologia, na 4 com a descrição dos dados e a apresentação dos resultados empíricos e na 5 com uma síntese das principais conclusões.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

A temática das ligações de curto prazo e de longo prazo entre os mercados bolsistas internacionais tem merecido grande atenção ao nível da investigação em finanças, privilegiando-se quer as rendibilidades quer as volatilidades dos mercados. A importância atribuída ao tema deve-se, em boa parte, ao trabalho pioneiro de Grubel (1968). Contudo, os resultados obtidos em trabalhos posteriores a este nem sempre foram coincidentes. Ripley (1973) concluiu pela existência de um certo grau de interdependência entre os mercados abertos a investimentos e à entrada de capitais estrangeiros. Em sentido oposto, Agmon (1972) e Branch (1974) não identificaram evidências de interdependência entre os mercados bolsistas internacionais por eles estudados. Bertoneche (1979) identificou um elevado grau de segmentação nos mercados bolsistas dos EUA, do Reino Unido, da Alemanha, da Bélgica, da França, da Holanda e da Itália. No mesmo sentido, o trabalho de Roll (1988) concluiu pela existência de ligações de fraca intensidade entre os mercados bolsistas internacionais.

Diversos estudos destacam o papel desempenhado pelo *crash* bolsista de outubro de 1987, enquanto fator que contribuiu para uma aproximação entre os mercados bolsistas (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, após a emergência do *crash* de 1987. Ao estudarem o período amostral de 1986 a 1989, Lau e McInish (1996) chegaram a idêntica conclusão, no sentido em que o *crash* deu origem a mudanças na interdependência entre os mercados bolsistas internacionais. Finalmente, Arshanapalli, Doukas e Lang (1995) destacaram o papel do *crash* no desencadear de respostas mais semelhantes e próximas pelos mercados bolsistas. A verificação de interdependências ou de respostas simultâneas estatisticamente significativas, tal como as reportadas nos estudos referidos anteriormente, permite um certo grau de previsibilidade do comportamento dos mercados, questionando os pressupostos da hipótese de mercado eficiente de Fama (1970), de acordo com a qual o comportamento dos preços dos ativos é descrito por um passeio aleatório, o que implica a não previsibilidade dos preços.

Ao estudarem um período amostral de 150 anos, Goetzmann, Li e Rouwenhorst (2005) concluíram que a correlação entre os mercados bolsistas mundiais se alterou consideravelmente ao longo desse período, mostrando-se particularmente acentuada em fases de integração financeira e económica. No mesmo sentido, Bekaert, Harvey, Lundblad e 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. Outros estudos 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 (OZDEMIR;CAKAN, 2007). Do mesmo modo, Park (2010) encontrou evidência de forte comovimento entre mercados asiáticos. Entre estes, os países com sistemas financeiros mais desenvolvidos, designadamente Japão, Singapura e Hong Kong, exibiram fortes ligações com os restantes países asiáticos considerados na sua análise.

Estudos mais recentes destacam o papel da 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 do 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.

Para além dos trabalhos referenciados anteriormente, cuja base metodológica assentou, maioritariamente, no vetor autorregressivo (VAR) e no conceito de causalidade, estimados a

partir das rendibilidades dos mercados, outros trabalhos de investigação têm recorrido a modelos multivariados de heterocedasticidade condicionada, de modo a analisar as ligações de curto prazo entre mercados bolsistas, através da transmissão de volatilidade. De acordo com diversos estudos, a acomodação do efeito assimétrico sobre a volatilidade no modelo multivariado revela-se um importante elemento, quer em termos de uma adequada especificação da matriz de variância-covariância condicionada, quer em termos de implicações ao nível da afetação de ativos (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* (ARAGÓ; SALVADOR, 2011).

O estudo das relações de longo prazo entre mercados bolsistas internacionais também mereceu grande atenção por parte de investigadores na área de finanças. Em grande parte dos trabalhos desenvolvidos, a técnica de cointegração de Johansen foi privilegiada face a outras abordagens. A verificação de cointegração entre mercados acarreta diversas implicações ao nível da avaliação de ativos. Em primeiro lugar, a cointegração entre um grupo de mercados implica que estes partilham uma tendência estocástica comum. Consequentemente, os potenciais benefícios resultantes da diversificação de longo prazo serão reduzidos. Em segundo lugar, como afirma Granger (1986), a confirmação da existência de cointegração entre mercados pode levar à rejeição da hipótese de mercados eficientes, implicando a previsibilidade dos preços de ativos.

Empiricamente, a literatura dedicada ao estudo das relações de longo prazo entre os mercados bolsistas internacionais produziu resultados mistos, à semelhança das conclusões obtidas nos trabalhos acerca das ligações de curto prazo. Recorrendo ao teste de cointegração de Johansen, diversos trabalhos identificaram a existência de uma tendência estocástica comum entre índices bolsistas internacionais (SAMITAS; KENOURGIOS, 2011; TRIPATHI; SETHI, 2012). A par destes trabalhos, Babecky, Komárek e Komárková (2012) investigaram a existência de relações de cointegração entre os países do G8, no período entre setembro de 1995 e novembro de 2010, tendo identificado vários vetores cointegrantes. An e Brown (2010) recorreram à mesma proposta metodológica para encontrarem uma relação significativa entre os mercados de ações dos EUA e da China. Por seu lado, Caporale, Erdogan e Kuzin (2009) analisaram os mercados bolsistas da Alemanha, da França, da Holanda, da Irlanda e do Reino Unido, no período que abrangeu os anos entre 1973 e 2008, tendo concluído pela existência de cointegração no longo prazo entre estes cinco mercados.

Recorrendo igualmente ao teste de cointegração de Johansen, outros trabalhos concluíram em sentido contrário, não identificando relações de longo prazo entre mercados bolsistas (LI, 2006; OLUSI; ABDUL-MAJID, 2008; KARIM; KASSIM; ARIP, 2010) ou identificando sinais muito ténues (AHLGREN; ANTELL, 2002). De acordo com Bley (2009), a ocorrência de resultados mistos é fortemente condicionada pelos fatores tempo e país.

Como se pode comprovar, na literatura acerca das ligações de curto prazo e de longo prazo entre os mercados bolsistas internacionais, existe um gap no referente a estudos relativos a índices sustentáveis globais, pelo que nos seguintes epígrafes tentaremos colmatar esta falta de trabalhos neste âmbito de estudo. Tendo em consideração a literatura analisada, definimos duas hipóteses de investigação:

Hipótese 1: Existem relações de equilíbrio no longo prazo entre os índices ambientais

Hipótese 2: Existem relações de equilíbrio no curto prazo entre os índices ambientais

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 Testes de cointegração

O estudo das ligações de longo prazo entre os índices temáticos globais envolve a consideração do conceito de cointegração, recorrendo à abordagem de Johansen (1988), que se revela particularmente útil no caso multivariado.

Depois de testar a integração das séries, recorrendo ao teste aumentado de Dickey-Fuller, é aplicada a abordagem de Johansen a um vetor de correção do erro (VECM), na forma:

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{n-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \mu + u_t \quad (1)$$

A abordagem de cointegração de Johansen recorre aos testes do traço ( $\lambda_{traço}$ ) e do valor próprio máximo ( $\lambda_{max}$ ), baseados no rácio de verosimilhança. As estatísticas são expressas do modo seguinte:

$$\lambda_{traço} = -T \sum_{i=r+1}^k \log(1 - \lambda_i) \quad (2)$$

O teste do traço testa a hipótese nula de que o número de vetores cointegrantes é  $r$ , contra a hipótese alternativa de ser  $r + 1$ .

Por sua vez, o teste do valor próprio máximo é dado por:

$$\lambda_{max} = -T \log(1 - \lambda_{r+1}) \quad (3)$$

O valor próprio máximo testa a hipótese de o número de vetores cointegrantes ser maior do que  $r$ , contra a hipótese alternativa de ser  $r + 1$ .

#### 3.2 Modelo multivariado assimétrico de correlação condicional dinâmica

O modelo de correlação condicional dinâmica (DCC-AGARCH), proposto por Engle (2002) e Tse e Tsui (2002), distingue-se de outros modelos, como por exemplo o de correlação condicional constante, proposto por Bollerslev (1990), por permitir que a matriz de correlação condicional seja variável ao longo do tempo.

A estimação deste modelo envolve duas etapas. Na primeira etapa são aplicados modelos GARCH univariados a cada uma das séries. Finalmente, na segunda usam-se os resíduos estandardizados, obtidos na primeira etapa, para obter a correlação condicional.

No modelo DCC-AGARCH a matriz de covariâncias condicionais escreve-se como:

$$\Sigma_t = D_t \Gamma_t D_t \quad (4)$$

onde

$$D_t = \text{diag}(\sqrt{h_{11,t}}, \sqrt{h_{22,t}}, \dots, \sqrt{h_{nn,t}}) \quad (5)$$

$$\Gamma_{t+1} = [\text{diag}(Q_t)]^{-1/2} Q_t [\text{diag}(Q_t)]^{-1/2} \quad (6)$$

$$Q_t = (1 - \alpha - \beta) \bar{Q} + \alpha u_{t-1} u'_{t-1} + \beta Q_{t-1} \quad (7)$$

e  $h_{it}$  segue um processo GARCH (1,1),  $\Sigma_t$  é a matriz de covariâncias condicional e  $u_t$  é o vetor de valores estandardizados de  $t$ ,  $\Gamma_t$  é a matriz de correlações variáveis no tempo, calculada a partir da proposta metodológica de Glosten, Jagannathan, and Runkle's (1993),  $Q_t$  é uma matriz simétrica semidefinida positiva, e  $\bar{Q}$  é a matriz da variância não-condicional de  $u_t$ . Os elementos variáveis no tempo de  $\Gamma_t$ ,  $\rho_{ij,t}$ , são:

$$\rho_{ij,t} = \frac{q_{ij,t}}{\sqrt{q_{ii,t} + q_{jj,t}}} \quad (8)$$

onde  $q_{ij,t}$  é o elemento de  $Q_t$ . Para a definição positiva de  $\Gamma_t$ , a matriz  $Q_t$  tem de ser definida positiva. É de esperar que  $\alpha \geq 0$ ,  $\beta \geq 0$  e  $\alpha + \beta < 1$ , para que a matriz de correlações condicionais seja definida positiva.

A estimação dos parâmetros do modelo DCC-GARCH recorre à estimação de máxima verosimilhança, sob o pressuposto de os erros serem distribuídos normalmente; a função de maximização vem:

$$L(\theta) = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^T n \log 2\pi + 2 \log |D_t| + \log(\Gamma_t) + u_t' \Gamma_t^{-1} u_t \quad (9)$$

## 4. DADOS E RESULTADOS EMPÍRICOS

### 4.1 Dados

A presente análise baseia-se em dados de periodicidade diária, relativos a um lapso de tempo de aproximadamente cinco anos, correspondentes a cinco índices temáticos ambientais globais, designadamente:

- Energia alternativa (EA) – Grandes, médias e pequenas empresas de mercados desenvolvidos e emergentes, cujas receitas derivem, em pelo menos 50%, da venda de produtos e serviços que promovam a geração de capacidade, através de recursos renováveis e limpos, face aos gerados por combustíveis fósseis;
- Tecnologia limpa (TL) - Grandes, médias e pequenas empresas de mercados desenvolvidos e emergentes, cujas receitas derivem, em pelo menos 50%, da venda de produtos e serviços de tecnologias limpas;
- Construção verde (CV) - Grandes, médias e pequenas empresas de mercados desenvolvidos e emergentes, cujas receitas derivem, em pelo menos 50%, da venda de produtos e serviços que respeitem os *standards* de construção verde;
- Água sustentável (AS) - Grandes, médias e pequenas empresas de mercados desenvolvidos e emergentes, cujas receitas derivem, em pelo menos 50%, da venda de produtos e serviços relacionados com o tratamento de água e a minimização do seu desperdício, com infraestruturas de água, gestão de recursos de água e eficiência;
- Prevenção da poluição (PP) - Grandes, médias e pequenas empresas de mercados desenvolvidos e emergentes, cujas receitas derivem, em pelo menos 50%, da venda de produtos e serviços associados à prevenção da poluição, à minimização do desperdício, à reciclagem e ao tratamento.

Os dados considerados no presente estudo foram fornecidos pela Morgan Stanley Capital International e compreendem o período amostral de 20/01/2009 a 19/02/2016, traduzido em 1848 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:

$$r_t = \ln P_t - \ln P_{t-1} \quad (10)$$

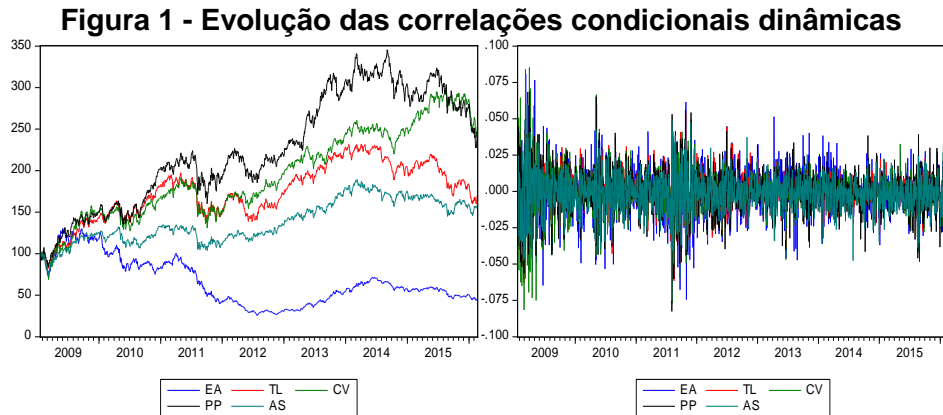
Em que  $r_t$  é a taxa de rendibilidade, no dia  $t$ , e  $P_t$  e  $P_{t-1}$  são os valores de fecho das séries, nos momentos  $t$  e  $t-1$ , respetivamente.

### 4.2 Análise descritiva e estacionariedade

Começamos por apreciar a evolução das séries dos segmentos ambientais, em níveis e em rendibilidades logarítmicas. Na figura 1 é apresentada a evolução destas séries em níveis (à esquerda) e da taxa de rendibilidades (à direita), no período amostral compreendido entre janeiro de 2009 e fevereiro de 2016.

A análise gráfica dos índices permite concluir que estes apresentam padrões de comportamento algo semelhantes, com exceção do índice relativo à água sustentável. Os

valores dos índices sofreram fortes variações ao longo do período estudado. Contudo, apesar das oscilações ocorridas, as rendibilidades logarítmicas apresentam características de estacionaridade na média, dando uma primeira indicação de que estas possam ser estacionárias.



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

A análise das estatísticas descritivas permite a conclusão de que apenas o índice relativo a empresas do setor da energia alternativa apresentou rendibilidade média diária negativa. 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.

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, cujas probabilidades podem ser vistas na tabela 1. Em qualquer dos casos, as 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**

	EA	TL	CV	PP	AS
Média	-0,00040	0,00032	0,00053	0,00051	0,00028
Mediana	-0,00009	0,00027	0,00095	0,00080	0,00057
Máximo	0,08081	0,06000	0,08621	0,06981	0,06142
Mínimo	-0,07432	-0,06284	-0,08064	-0,08116	-0,07328
Desvio Padrão	0,01631	0,01261	0,01392	0,01404	0,01194
Assimetria	-0,13084	-0,09880	-0,22277	-0,16070	-0,17702
Curtose	5,23458	5,64960	9,14694	5,58526	5,73637
Jarque-Bera (Prob.)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)
ADF (Níveis)	(0,6906)	(0,1682)	(0,5416)	(0,3261)	(0,4392)
ADF (Rend.)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)

**Nota:** Os valores entre parêntesis indicam o *p-value*.

Para estudar a estacionaridade das séries em níveis e 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%, contrariamente ao que se verificou relativamente às séries em níveis, que se mostraram integradas e, portanto, não estacionárias.

#### **4.3 Análise empírica das relações de longo prazo entre os índices ambientais**

Com o objetivo de estudar a eventualidade de relações de longo prazo entre os segmentos ambientais estudados, foram aplicados testes de cointegração de Johansen, a cada par de índices e ao conjunto formado pelos cinco índices.

Uma condição necessária à aplicação do teste de cointegração é a de que as séries consideradas no teste tenham a mesma ordem de integração. Tendo em conta os resultados dos testes de raízes unitárias de ADF, apresentados na tabela 1, conclui-se que, em qualquer dos casos, as séries em níveis dos índices são  $I(1)$ , satisfazendo a condição prévia à aplicação dos testes de cointegração.

Importa sublinhar que o método de Johansen pressupõe a estimação prévia de um modelo vetorial. Um elemento fundamental na especificação dos modelos vetoriais é o tamanho do *lag*. Em cada uma das análises, a escolha do número ótimo de *lags* do VAR teve em conta os habituais critérios de informação de Akaike e Schwarz.

Estimado o modelo VAR, foi aplicado o teste de cointegração de Johansen, cujas estatísticas são sintetizadas na tabela 2, designadamente nas duas colunas à direita. A primeira coluna apresenta os resultados do teste do traço, enquanto a segunda coluna apresenta os resultados do teste do valor próprio máximo. Em ambos os casos, nas referidas colunas, constam os valores das estatísticas dos testes e da probabilidade de não aceitação da hipótese nula (*p-value*), de que não existe qualquer vetor cointegrante.

**Tabela 2 - Testes de cointegração de Johansen**

	<b>Teste do Traço</b> ( $\lambda_{traço}$ )	<b>Teste do Valor Próprio Máximo</b> ( $\lambda_{max}$ )
<b>Todos</b>	52,6307 (0,5215)	28,6528 (0,1850)
<b>EA/TL</b>	10,3590 (0,2541)	8,6068 (0,3203)
<b>EA/CV</b>	5,9227 (0,7047)	4,6807 (0,7815)
<b>EA/PP</b>	8,5550 (0,4081)	7,0240 (0,4863)
<b>EA/AS</b>	7,4808 (0,5224)	6,4360 (0,5579)
<b>TL/CV</b>	8,8099 (0,3833)	7,9683 (0,3819)
<b>TL/PP</b>	13,4887 (0,0981)	8,8885 (0,2956)
<b>TL/AS</b>	7,3549 (0,5367)	6,4256 (0,5592)
<b>CV/PP</b>	6,5835 (0,6265)	4,4177 (0,8128)
<b>CV/AS</b>	7,8662 (0,4798)	5,4379 (0,6858)
<b>PP/AS</b>	10,5804 (0,2387)	7,0502 (0,4802)

**Notas:** Esta tabela apresenta os resultados dos testes de cointegração de Johansen entre os índices energia alternativa (EA), tecnologia limpa (TL), construção verde (CV), prevenção de poluição (PP) e água sustentável (AS), gerados para o conjunto formado pelos cinco índices e para os dez casos bivariados. Os valores entre parêntesis indicam o *p-value*.

As hipóteses nulas de não-cointegração entre o conjunto dos cinco índices, mas igualmente das dez análises bivariadas, não foram rejeitadas pelos testes do traço e do valor próprio máximo, para o nível de significância de 5%, não se mostrando consistentes com as conclusões extraídas noutros trabalhos de investigação, designadamente os de Caporale, Erdogan, Kuzin (2009), An e Brown (2010), Samitas e Kenourgios (2011), Tripathi e Sethi (2012) e Babecky, Komárek e Komárková (2012), obtidas a partir de índices convencionais. Os resultados revelaram a não existência de relações de equilíbrio no longo prazo, o que implica a rejeição da hipótese 1, pelo que os índices ambientais não foram guiados por fatores comuns, que limitariam a sua variação independente e gerariam um certo grau de previsibilidade do seu comportamento. Deste modo, a não verificação de tendência estocástica comum no longo prazo entre os índices gera um aumento das alternativas de investimento, tendo em conta uma eventual estratégia de diversificação internacional. Atendendo às sugestões de Fama (1970) e de Granger (1986), a inexistência de relações de equilíbrio no longo prazo, estatisticamente significativas, implica a aceitação dos pressupostos subjacentes à hipótese de eficiência dos mercados, o que se traduz na impossibilidade de algum tipo de previsão do comportamento dos mercados no longo prazo.

#### 4.4 Análise empírica das relações de curto prazo entre os índices ambientais

Com o objetivo de estudar as dinâmicas de curto prazo estabelecidas entre os índices ambientais, foi estimado o modelo multivariado GARCH-DCC, tendo em consideração diversas especificações, designadamente quanto ao efeito assimétrico, ao tamanho do desfasamento na equação de volatilidade e à distribuição dos erros. Das várias estimações produzidas, e atendendo aos resultados obtidos para os habituais critérios de informação de Schwarz e Akaike, optou-se pelo modelo AGARCH-DCC (1,1). A acomodação de desfasamento na equação da média não mostrou capacidade para melhorar a performance do modelo, razão pela qual foi escolhida a versão mais simples do mesmo. Os resultados da especificação selecionada são apresentados na tabela 3.

**Tabela 3. Estimativas do modelo AGARCH-DCC multivariado.**

	EA	TL	CV	PP	AS
$\alpha_0$	0,000003	0,000002	0,000002	0,000003	0,000004
	(0,000200)	(0,000100)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)
$\alpha_1$	0,028334	0,007378	0,013428	0,000289	0,004845
	(0,001300)	(0,441400)	(0,051500)	(0,971800)	(0,630600)
$\gamma_1$	0,053033	0,109494	0,083544	0,100928	0,122589
	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)
$\beta_1$	0,932581	0,927622	0,932943	0,931278	0,904357
	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)	(0,000000)
$\alpha$	0,018759				
	(0,000000)				
$\beta$	0,972523				
	(0,000000)				
$\alpha + \beta$	0,991282				

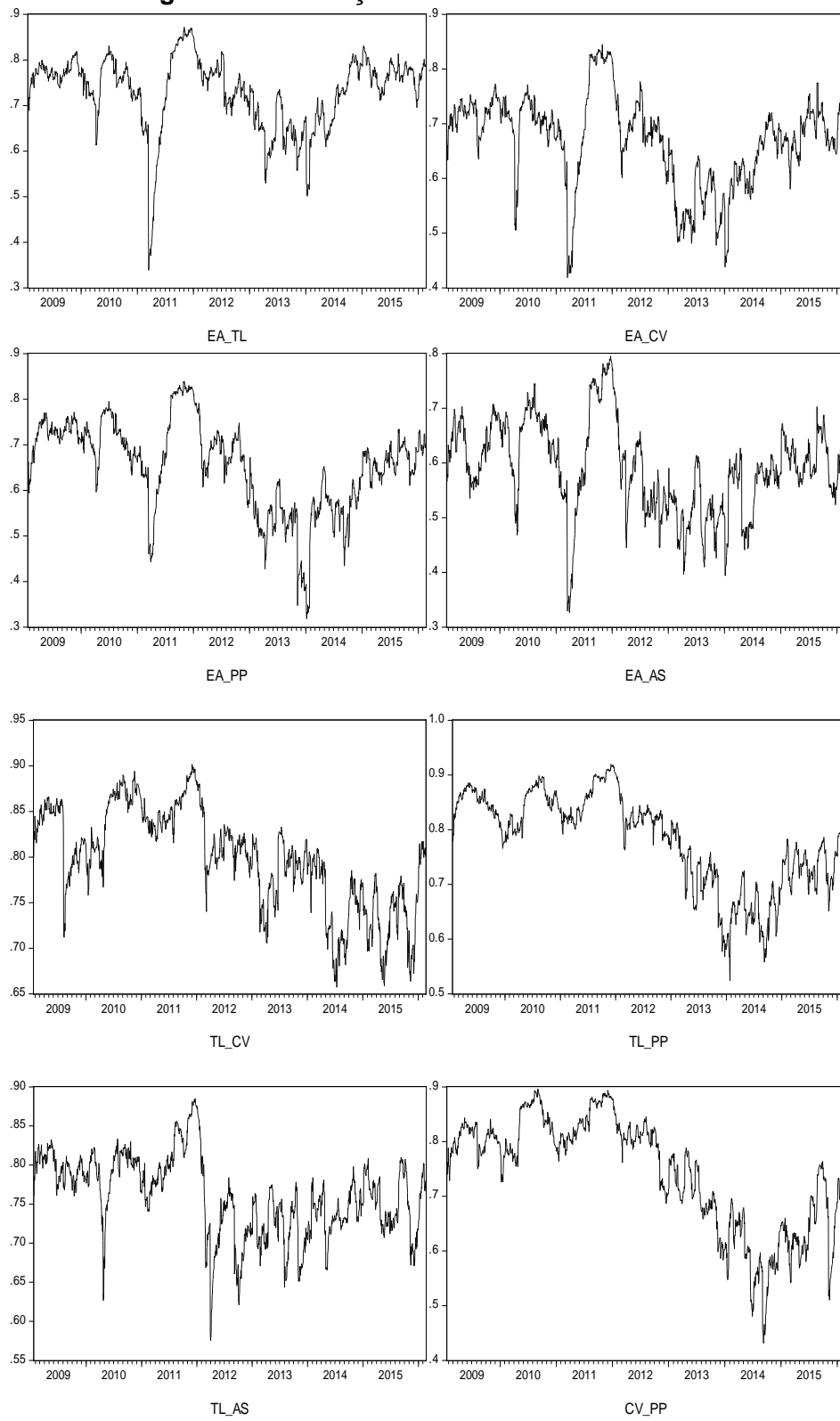
**Notas:** Esta tabela apresenta as estimativas do modelo multivariado DCC-AGARCH geradas para os segmentos de energia alternativa (EA), tecnologia limpa (TL), construção verde (CV), prevenção de poluição (PP) e água sustentável (AS). Os valores entre parêntesis indicam o *p-value*.

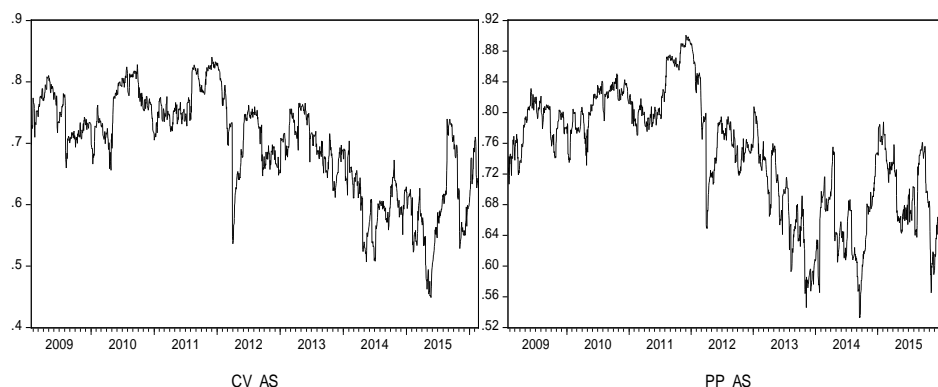
Em geral, os parâmetros do modelo estimado mostraram-se estatisticamente diferentes de zero, para o nível de significância de 1%.

A elevada significância estatística dos coeficientes  $\gamma_1$  (ns de 1%) revela, claramente, a existência de choques assimétricos na volatilidade das rendibilidades diárias dos índices, com os choques negativos a produzirem volatilidade mais acentuada do que os choques positivos de idêntica dimensão. Adicionalmente, a soma dos parâmetros gerais do modelo ( $\alpha + \beta < 1$ ) é respeitada e aproxima-se da unidade, garantindo que a matriz de correlações condicionais seja definida positiva. Em consequência, o processo de geração de volatilidade é estável e evidencia um elevado grau de persistência, com os choques sobre a volatilidade no momento presente a manterem-se por longos períodos de tempo no futuro, como se os segmentos ambientais contassem com uma espécie de memória.

Partindo das estimativas geradas pelo modelo multivariado, foi construída a figura 2, de modo a analisar a natureza variável no tempo das correlações estabelecidas entre os cinco segmentos ambientais.

**Figura 2 - Correlações condicionais dinâmicas.**





A análise gráfica permite concluir que, na maioria dos casos, se verificou uma correlação condicional média superior a 70%. Em concreto os pares EA/TL, TL/CV, TL/PP, TL/AS, CV/PP e PP/AS evidenciaram um forte nível de proximidade. Adicionalmente, em qualquer dos restantes quatro casos foram encontrados níveis de correlação superiores a 60%.

Os resultados permitem concluir que, numa perspetiva de curto prazo, se afigura razoável falar de um comportamento próximo entre os mercados estudados, confirmando a hipótese 2, com os fatores transversais de mercado a prevalecerem face aos fatores de ordem idiossincrática. Por outro lado, os resultados obtidos refletem, igualmente, a forte exposição dos cinco segmentos temáticos a fatores de mercado, não se diferenciando significativamente do comportamento descrito pelos índices convencionais, tendo em atenção, por exemplo, os resultados obtidos noutros trabalhos de investigação, designadamente os de Soriano e Climent (2006) e os de Li e Majerowska (2008), entre outros. Esta proximidade é uma característica habitualmente associada ao processo de globalização financeira, que proporciona condições altamente favoráveis à interação entre mercados e, inclusive, à ocorrência de fenómenos de contágio financeiro, criando dificuldades acrescidas a uma eventual estratégia de diversificação do investimento à escala global.

## 5. 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. A grande maioria de trabalhos dedicados a este tema privilegiou as questões financeiras em detrimento das questões de sustentabilidade.

No presente estudo foram considerados cinco índices temáticos globais, representativos de segmentos de investimento ambientalmente sustentável, com o objetivo de analisar as dinâmicas de longo prazo e de curto prazo geradas entre estes.

De modo a averiguar da eventual existência de relações de equilíbrio no longo prazo, foram aplicados testes de cointegração de Johansen, ao conjunto dos cinco índices e às diversas relações bivariadas. Os resultados mostraram a não existência de relações de equilíbrio no longo prazo, pelo que os índices ambientais não foram guiados por fatores comuns, que limitariam a sua variação independente e gerariam um certo grau de previsibilidade do seu comportamento, mas antes evidenciaram um comportamento autónomo, respeitando os pressupostos da teoria da eficiência dos mercados e abrindo espaço a uma possível estratégia de diversificação de investimento.

O estudo das ligações de curto prazo entre os índices ambientais envolveu a estimação de um modelo GARCH multivariado assimétrico, de modo a perceber a ocorrência de correlações variáveis ao longo do tempo. Os resultados evidenciaram a presença 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. Por outro lado, foi possível concluir que os segmentos reportaram comportamentos idênticos, não se diferenciando significativamente do comportamento descrito pelos índices convencionais, muito influenciado por fatores transversais de mercado.

Em próximas investigações procuraremos aprofundar o estudo da temática das ligações entre os mercados bolsistas, privilegiando novamente a utilização dos segmentos ambientais, de modo a estudar alternativas de afetação do investimento internacional, baseadas 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*, 27, 839-855.

AHLGREN, N.; ANTELL, J. (2002). Testing for cointegration between international stock prices. *Applied Financial Economics*, 12, 851-861.

AN, L.; BROWN, D. (2010). Equity Market Integration between the US and BRIC Countries: Evidence from Unit Root and Cointegration Test. *Research Journal of International Studies*, 16.

ARAGÓ, V.; SALVADOR, E. (2011). Sudden changes in variance and time varying hedge ratios. *European Journal of Operational Research*, 215, 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*, 3, 57-73.

BABECKÝ, J.; KOMÁREK, L.; KOMÁRKOVÁ, Z. (2012). Integration of Chinese and Russian Stock Markets with World Markets: National and Sectoral Perspectives, BOFIT- Institute for Economies in Transition Bank of Finland Discussion Papers, 4.

BAUER, R.; DERWALL, J.; OTTEN, R. (2007). The ethical mutual fund performance debate: new evidence from Canada. *Journal of Business Ethics*, 70, 111-24.

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

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

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

BLEY, J. (2009). European stock market integration: Fact or fiction?, *International Financial Markets, Institutions and Money*, 19, 759-776.

BOLLERSLEV, T. (1990). Modeling the Coherence in the Short-Run Nominal Exchange Rates: a Multivariate Generalized ARCH Model. *Review of Economics and Statistics*, v. 72, p. 498-505.

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

CAPORALE, G.; ERDOGAN, B.; KUZIN, V. (2009). Testing for Convergence in Stock Markets: A Non-Linear Factor Approach, Cesifo Working Paper No. 2845 Category 7: Monetary Policy and International Finance.

CORTEZ, M.; SILVA, F.; AREAL, N. (2009). The performance of European socially responsible funds. Recuperado em 18 de fevereiro, 2016, de [http://www.ifkcfs.de/fileadmin/downloads/events/conferences/2008-Asse t \\_Cortez\\_Silva\\_Areal.p df](http://www.ifkcfs.de/fileadmin/downloads/events/conferences/2008-Asse_t_Cortez_Silva_Areal.pdf)

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

DRAKOS, A.; KOURETAS, G.; ZARANGAS, L. (2010). Forecasting financial volatility of the Athens stock exchange daily returns: an application of the asymmetric normal mixture GARCH model. *International Journal of Finance and Economics*, 15, 331-350.

EDMANS, A. (2007). Does the stock market fully value intangibles? Employee satisfaction and equity prices. Working paper, MIT, Cambridge, MA.

EHRMANN, M.; FRATZSCHER, M.; RIGOBON, R. (2011). Stock, Bonds, Money Markets and Exchange Rates: Measuring International Financial Transmission. *Journal of Applied Econometrics*, 26, 948-974.

ENGLE, R. (2002). Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate GARCH Models. *Journal of Business and Economic Statistics*, 20, 339-350.

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

European Sustainable Investment Forum – Eurosif. (2008). “High Net Worth Individuals (HNWI) and Sustainable Investment 2008.” Recuperado em 7 de janeiro, 2016, <http://www.eurosif.org/research/hnwi-a-sustainable-investment/2008>.

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

FREEMAN, R. (2008). Ending the so-called “Friedman-Freeman” debate, in: Agle, B.R., Donaldson, T., Freeman, R.E., Jensen, M.C., Mitchell, R. and Wood, D.J. (2008) Dialogue: Towards a superior Stakeholder Theory. *Business Ethics Quarterly*, 18, 153-190.

FRIEDMAN, M. (1970). *The Social Responsibility of Business is to Increase Its Profits*. New York Times, 13, 122-126.

GLOSTEN, L.; JAGANNATHAN, R.; RUNKLE, D. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The Journal of Finance*, 48, 1779–1801.

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

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

GRANGER, C. (1986). Developments in the study of cointegrated economic variables. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48, 213-228.

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

JOHANSEN, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-454.

KARIM, B.; KASSIM, N.; ARIP, M. (2010). The subprime crisis and Islamic stock markets integration. *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*, 3 (4), 363–371.

KPMG. (2011). Sustainable Insight: articulating the value of sustainability to mainstream investors.” Recuperado em 25 de outubro, 2015, [http://www.csreurope.org/data/files/For\\_news/Sustainable\\_Insight\\_Jan\\_2011\\_2.pdf](http://www.csreurope.org/data/files/For_news/Sustainable_Insight_Jan_2011_2.pdf).

LAU, S.; MCINISH, T. (1996). Comovements of international equity returns: a comparison of pre- and post-October 19, 1987, periods. *Global Finance Journal*, 4, 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*, 22, 247-266.

LI, X-M. (2006). A revisit of international stock market linkages: new evidence from rank tests for nonlinear cointegration. *Scottish Journal of Political Economy*, 53 (2).

LOMBARDO, R.; G. D'ORIO. (2012). Corporate and state social responsibility: a long term perspective. *Modern Economy*, 3, 91-99.

LOUCHE, C. (2004). Ethical Investment Processes and mechanisms of institutionalisation in the Netherlands 1990-2002. PhD dissertation, Erasmus University Rotterdam.

MANDIGMA, M. (2014). Stock market linkages among the ASEAN 5+3 countries and US: further evidence. *Management and Administrative Sciences Review*, 3, 53-68.

OLUSI, O.; ABDUL-MAJID, H. (2008). Diversification prospects in Middle East and North Africa (MENA) equity markets: a synthesis and an update. *Applied Financial Economics*, 18, 1451-1463.



- OZDEMIR, Z.; CAKAN, E. (2007). Non-linear dynamic linkages in the international stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 377, 173-180.
- PARK, J. (2010). Comovement of Asian stock markets and the U.S. influence. *Global Economy and Finance Journal*, 3, 76-88.
- PORTER, M.; KRAMER, M. (2006). Strategy and society: The link between competitive advantage and corporate social responsibility. *Harvard Business Review*, 84, 42-56.
- RENNEBOOG, L.; TER HORST, J.; ZHANG, C. (2008). Socially responsible investments: Institutional aspects, performance, and investor behavior. *Journal of Banking and Finance*, 32, 1723-1742.
- RIPLEY, D. (1973). Systematic elements in the linkage of national stock market indices. *Review of Economics and Statistics*, 55 (3), 356-361.
- ROLL, R. (1988). The international crash of October 1987. *Financial Analysts Journal*, 44, pp. 19-35.
- SAMITAS, A.; KENOURGIOS, D. (2011). Equity market integration in emerging Balkan markets. *Research in International Business and Finance*, 25, 296-307.
- SORIANO, P.; CLIMENT, F. (2006). Region vs industry effects and volatility transmission. *Financial Analyst Journal*, 62 (6), pp. 52-64.
- STATMAN, M.; GLUSHKOV, D. (2008). "The wages of social responsibility." Recuperado em 18 de dezembro, 2015, <http://www.socialinvest.org/resources/research/documents/2008WinningPrize-Moskowitz.pdf>
- TRIPATHI, V.; SETHI, S. (2012). Inter linkages of Indian stock market with advanced emerging markets. *The Asian Economic Review*, 54, 507-528.
- TSE, Y.; TSUI, A. (2002). A Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Model with Time-Varying Correlations, *Journal of Business and Economic Statistics*, 20, 351-363.
- TUDOR, C. (2011). Changes in stock markets interdependencies as a result of the global financial crisis: Empirical investigation on the CEE region. *Panoeconomicus*, 4, pp. 525-543.
- WOOD, D. (2008). Corporate Responsibility and Stakeholder Theory: Challenging the Neoclassical Paradigm, in: Agle, B.R., Donaldson, T., Freeman, R.E., Jensen, M.C., Mitchell, R. and Wood, D.J. (2008). Dialogue: Towards a superior Stakeholder Theory, *Business Ethics Quarterly*, 18, 153-190.