



UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIAS SOCIAIS
DEPARTAMENTO DE GESTÃO

***A eficiência dos mercados bolsistas na forma
fraca - G7 e Portugal***

Mariana Sertório da Câmara Tavares

Orientação: Professora Doutora Andreia Dionísio

Mestrado em Gestão

Área de especialização: Finanças

Trabalho de Dissertação

Évora, Julho de 2017



UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIAS SOCIAIS
DEPARTAMENTO DE GESTÃO

***A eficiência dos mercados bolsistas na forma
fraca - G7 e Portugal***

Mariana Sertório da Câmara Tavares

Orientação: Professora Doutora Andreia Dionísio

Mestrado em Gestão

Área de especialização: Finanças

Trabalho de Dissertação

Évora, Julho de 2017

“Eu sei que não sou nada e que talvez nunca tenha tudo. Aparte isso, eu tenho em mim todos os sonhos do mundo.”

Fernando Pessoa

A Eficiência dos Mercados Bolsistas na Forma Fraca – G7 e Portugal

Resumo

O objetivo principal desta dissertação é avaliar a hipótese de eficiência dos mercados na forma fraca, utilizando as cotações diárias dos principais índices bolsistas dos países pertencentes ao G7 e de Portugal. Foram utilizados testes de estacionariedade, de correlação linear e à independência temporal das séries. Pretende-se perceber se as séries em estudo exibem autocorrelação temporal, seja linear ou não-linear. Os resultados apontaram para a evidência de memória, havendo indícios para a rejeição da eficiência na forma fraca dos 8 índices bolsistas.

Palavras-chave:

Hipótese de Eficiência de Mercado, Forma Fraca, Passeio Aleatório

Weak form of Efficient Market Hypothesis – G7 and Portugal

Abstract

The main objective of this dissertation is to evaluate the efficiency market hypothesis on its weak form, using the daily prices of the main stock indexes of the G7 and Portugal. We perform several statistical and econometric tests, linear autocorrelation tests and serial independence tests. It is intended to understand if the series under analysis exhibit serial autocorrelation, either linear or non-linear. The results pointed to evidence of serial memory, which somehow may be an indication to the rejection of efficiency in the weak form of the 8 stock indexes.

Keywords:

Efficient Market Hypothesis, Weak Form, Random Walk

Agradecimentos

Em primeiro lugar, não posso deixar de agradecer profundamente à minha orientadora professora Andreia Dionísio, sem a professora este trabalho não tinha sido de todo possível, o meu muito obrigada pela sua disponibilidade total, pelas reuniões fora de horas, por todos os seus ensinamentos e por toda a ajuda prestada durante este processo. A realização dum trabalho desta envergadura nunca é tarefa fácil, mas certamente que quando se tem uma professora excepcional a orientar-nos, para além de facilitar o trabalho diário, dá-nos motivação para fazermos sempre mais e melhor. Muito obrigada!

Quero também agradecer à minha família, à minha tia, por ser o pilar da minha vida, sem ti não seria metade da pessoa que sou hoje, agradeço-te por tudo. À minha irmã, agradeço-te a ajuda e todo o apoio prestado ao longo deste trabalho, tenho muito orgulho em ti e em tudo o que tens conquistado. Não posso deixar de agradecer também aos meus pais por me terem sempre deixado seguir o caminho que queria, obrigada por todo o apoio incondicional.

Um especial agradecimento à Joana, obrigada por acreditares sempre em mim, obrigada por me fazeres ultrapassar os meus medos e as minhas inseguranças, obrigada por nunca deixares de acreditar em mim.

Obrigada a todos vocês!

Índice

Agradecimentos.....	V
Índice de figuras.....	VIII
Índice de Tabelas	IX
Listagem de Abreviaturas e Siglas	X
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Enquadramento do Tema e Justificações da Escolha	1
1.2 Formulação do Problema e dos Objetivos	2
1.3 Metodologia.....	2
1.4 Estrutura do Trabalho	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 O conceito de eficiência de mercados	5
2.2 A hipótese de eficiência de mercados	6
2.3 O modelo de passeio aleatório	7
2.4 O contributo de Eugene Fama	8
2.5 Estudos empíricos à forma fraca de eficiência	12
3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO.....	15
3.1 Teste de estacionariedade (teste de raiz unitária)	16
3.2 Autocorrelação e estatística Ljung Box	17
3.3 Teste à independência temporal (teste BDS)	17
3.4 Rácio de Variância	19
4. DADOS.....	21
4.1 Apresentação estatística dos dados.....	22
4.2 Evolução das taxas de rendibilidade diárias	24
4.3 Acontecimentos que marcaram a bolsa de valores	26
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	28
5.1 Testes à estacionariedade.....	28
5.2 Autocorrelação linear e estatística Ljung Box	29
5.3 Teste à independência temporal (teste BDS)	32
5.4 Rácio de variância	33

5.5	Conclusões finais.....	36
6.	CONCLUSÃO.....	38
	BIBLIOGRAFIA	40

Índice de figuras

FIGURA 1 CONDIÇÕES PARA A VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS MERCADOS.	11
FIGURA 2 EVOLUÇÃO DAS TAXAS DE RENDIBILIDADE DIÁRIAS	24
FIGURA 3 HISTOGRAMAS DAS TAXAS DE RENDIBILIDADE	25

Índice de Tabelas

TABELA 1 ESTUDOS DE EFICIÊNCIA DE MERCADOS	13
TABELA 2 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS TAXAS DE RENDIBILIDADE DIÁRIAS.....	23
TABELA 3 TESTE AUGMENTED DICKEY-FULLER	29
TABELA 4 AUTOCORRELAÇÃO E ESTATÍSTICA LJUNG BOX CAC 40	30
TABELA 5 AUTOCORRELAÇÃO E ESTATÍSTICA LJUNG BOX NIKKEI 225	30
TABELA 6 AUTOCORRELAÇÃO E ESTATÍSTICA LJUNG BOX DAX30	30
TABELA 7 AUTOCORRELAÇÃO E ESTATÍSTICA LJUNG BOX DOW JONES.....	30
TABELA 8 AUTOCORRELAÇÃO E ESTATÍSTICA LJUNG BOX FTSE 100.....	31
TABELA 9 AUTOCORRELAÇÃO E ESTATÍSTICA LJUNG BOX FTSE 100.....	31
TABELA 10 AUTOCORRELAÇÃO E ESTATÍSTICA LJUNG BOX PSI-20.....	31
TABELA 11 AUTOCORRELAÇÃO E ESTATÍSTICA LJUNG BOX S&P/TSX.....	31
TABELA 12 TESTE À INDEPENDÊNCIA TEMPORAL CAC 40.....	32
TABELA 13 TESTE À INDEPENDÊNCIA TEMPORAL NIKKEI 225	32
TABELA 14 TESTE À INDEPENDÊNCIA TEMPORAL DAX30	32
TABELA 15 TESTE À INDEPENDÊNCIA TEMPORAL DOW JONES.....	32
TABELA 16 TESTE À INDEPENDÊNCIA TEMPORAL FTSE 100.....	33
TABELA 17 TESTE À INDEPENDÊNCIA TEMPORAL FTSE MIB	33
TABELA 18 TESTE À INDEPENDÊNCIA TEMPORAL PSI-20.....	33
TABELA 19 TESTE À INDEPENDÊNCIA TEMPORAL S&P/TSX.....	33
TABELA 20 TESTE RÁCIO DE VARIÂNCIA CAC 40	34
TABELA 21 TESTE RÁCIO DE VARIÂNCIA NIKKEI 225.....	34
TABELA 22 TESTE RÁCIO DE VARIÂNCIA DAX 30.....	34
TABELA 23 TESTE RÁCIO DE VARIÂNCIA DOW JONES	34
TABELA 24 TESTE RÁCIO DE VARIÂNCIA FTSE 100	34
TABELA 25 TESTE RÁCIO DE VARIÂNCIA FTSE MIB.....	34
TABELA 26 TESTE RÁCIO DE VARIÂNCIA PSI-20	35
TABELA 27 TESTE RÁCIO DE VARIÂNCIA S&P/TSX	35
TABELA 28 RESUMO DOS RESULTADOS.....	37

Listagem de Abreviaturas e Siglas

ADF - Augmented Dickey-Fuller

HEM – Hipótese de eficiência de mercados

IDD - Independente e identicamente distribuído

BDS - Brock, Dechert e Scheinkman

CV – Clusters de volatilidade

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do Tema e Justificações da Escolha

O mercado bolsista pode definir-se por qualquer acontecimento que esteja relacionado com bolsa de valores. A bolsa de valores é o órgão que está responsável pela comercialização de valores.

Segundo Dionísio (2006) o mercado bolsista de ações é frequentemente considerado como um sistema complexo, dada a multiplicidade das ações e interações estabelecidas entre os agentes que nele operam, a quantidade de informação que fornece, a impossibilidade de repetir experiências e o elevado grau de risco e incerteza que pode incorporar. Desta forma a disponibilização de informação a mais credível e fidedigna possível ao investidor reveste-se de extrema importância.

Não existe uma teoria simples que possa explicar o comportamento dos mercados financeiros. Contudo a hipótese de eficiência do mercado é um dos ícones da teoria moderna em finanças, tendo sido desenvolvida principalmente por Fama (1970, 1991). Este paradigma baseia-se na premissa de concorrência perfeita e da racionalidade dos agentes económicos, sendo que toda a informação disponível é refletida nos preços das ações.

Para um mercado refletir toda a informação, em primeiro lugar, é necessário que esta esteja acessível a todos os investidores e potenciais investidores, que não tenha custos e, por último, que seja interpretada da mesma forma por todos os participantes no mercado. Contudo, o mercado continua a ser eficiente mesmo quando nem todos os investidores têm acesso a toda a informação, basta haver um número considerável de participantes no mercado com o conhecimento da informação, para que este continue a ser eficiente. Embora haja indícios contra a eficiência, isto não significa que o mercado seja ineficiente (Fama, 1970).

Eugene Fama (1970) distinguiu três formas para testar a eficiência do mercado, consoante o conjunto de informação relevante: testes na forma fraca (*weak form efficiency*), na forma semiforte (*semi-strong form efficiency*) e na forma forte (*strong form efficiency*).

1.2 Formulação do Problema e dos Objetivos

Colocando em ênfase as diferentes formas para testar a eficiência do mercado, mais especificamente a forma fraca, o objetivo principal desta dissertação é avaliar a hipótese de eficiência dos mercados na forma fraca utilizando as cotações diárias dos principais índices bolsistas dos países pertencentes ao G7 e de Portugal, utilizando como recurso a base de dados *datastream* para a recolha desses dados.

O G7 é constituído pelos sete países mais industrializados e desenvolvidos do mundo, sendo eles: Canadá, Japão, Itália, Inglaterra, EUA, Alemanha, França. Por motivos de interesse em termos de investigação nacional, inclui-se Portugal no objeto de estudo. Os índices utilizados irão ser, respetivamente, S&P/TSX, NIKKEI 225, FTSE MIB, FTSE 100, DOW JONES, DAX 30 e CAC40. Para o mercado acionista português, irá ser utilizado o índice PSI -20.

Nos testes na forma fraca, toda a informação sobre os preços e rendibilidades passadas já está incorporada nos preços correntes. Desta forma, os preços passados não podem ser usados para prever a evolução futura dos preços das ações. No caso de haver alguma alteração nos preços, esta resultará apenas da chegada de nova informação ao mercado.

1.3 Metodologia

Com o objetivo de averiguar a presença de memória nas séries de taxas de rendibilidade dos índices, irão ser utilizados vários métodos estatísticos e econométricos, nomeadamente, testes de estacionariedade, de correlação linear e à independência temporal das séries. Para testar a estacionariedade das séries irá ser aplicado o teste ADF. No teste à autocorrelação linear das séries irá ser aplicado o teste autocorrelação e a estatística *Ljung Box*. Na análise à dependência das séries e à estrutura não-linear, irá ser aplicado o teste BDS. Por último, tendo por base as metodologias utilizadas e revistas na literatura referentes à eficiência de mercado na forma fraca e da hipótese do passeio aleatório, recorreu-se ao teste rácio variância

1.4 Estrutura do Trabalho

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. O primeiro capítulo é a introdução, o segundo capítulo está dividido em cinco subcapítulos, iniciando-se por fazer um breve resumo da literatura sobre a eficiência de mercado e prosseguindo com a análise de alguns estudos documentados na literatura, respetivos à eficiência de mercado na forma fraca. O terceiro subcapítulo compreende a metodologia utilizada neste estudo, enquanto a quarta engloba os dados e a descrição da amostra recolhida. Por último, o quinto subcapítulo apresenta os resultados e conclusões obtidas

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conceito de eficiência de mercados é um conceito largamente debatido. Vejam-se alguns exemplos e definições:

Segundo Fama (1965) um mercado eficiente é onde há um grande número de maximizadores de lucro, onde cada um tenta prever os valores de mercado futuros e onde toda a informação importante está disponível para todos. Assim sendo, a avaliação dos títulos será feita com base na informação disponível, logo, a teoria dos mercados eficientes tenta resolver o problema de como o valor dos títulos reflete a informação dos mesmos títulos e como é que o valor deles pode sofrer alterações com o aparecimento de novas informações.

Para Van Horne (1995) um mercado eficiente existe quando os preços dos ativos refletem todas as informações disponíveis sobre a economia, os mercados financeiros e sobre a empresa específica envolvida, ajustando rapidamente essas informações nos preços.

Segundo Haugen (2001) os preços dos ativos financeiros são constituídos por alguns investidores que procuram constantemente as variações nos preços, e não pelo consenso de todos os investidores

Para Singal (2003) a solução do mercado face à impossibilidade de conseguir preços corretos é os preços refletirem toda a informação disponível. Os preços corretos têm uma grande importância para a distribuição dos recursos e, conseqüentemente, para o crescimento económico, mas são praticamente impossíveis de obter, uma vez que só podem ser concebidos com previsão perfeita e informação rigorosa.

Damodaran (2005) afirma que um mercado eficiente é aquele em que o preço de mercado é uma estimativa, não enviesada, do valor real do investimento. Também defende que os preços de mercado não têm necessariamente de refletir o preço justo das ações a todo momento, ou seja, podem existir ações subavaliadas ou sobreavaliadas.

Segundo Pires (2006) o ajustamento de mercado a nova informação, não acontece de forma automática, mas sim, analisada e planeada, devido aos custos de transação que diferem de investidor para investidor.

2.1 O conceito de eficiência de mercados

Com uma melhor compreensão da formação dos preços nos mercados competitivos, o modelo do *random walk* passou a ser visto como um conjunto de observações que podem ser consistentes com a hipótese dos mercados eficientes. A mudança do foco iniciou-se através de vários estudos como a de Samuelson (1965) cuja prova de que os preços adequadamente antecipados flutuam aleatoriamente, começou com a observação de que num mercado competitivo há um comprador para cada vendedor

Samuelson, (1965) explica que “esperamos que as pessoas no mercado, à procura de um interesse egoísta ávido e inteligente, tenham em conta aqueles elementos de eventos futuros”. Ao apresentar a sua prova de uma forma geral, acrescentou rigor à noção de um mercado em bom funcionamento. Não está claro para Samuelson (1965) se esses resultados devem ser vistos como óbvios ou surpreendentes, pois este escreveu que "o teorema é tão geral que devo confessar ter oscilado ao longo dos anos na minha própria mente, entre a considerar como trivialmente óbvio (e quase trivialmente vazio) e considerá-lo como notavelmente vasto. Tal talvez seja característica dos resultados básicos.”

Baseando-se na abordagem microeconómica de Samuelson (1965), juntamente com uma taxonomia sugerida por Roberts (1967), Fama (1970) montou uma revisão abrangente da teoria e evidência da eficiência do mercado. Embora no seu artigo proceda da teoria ao trabalho empírico, Fama (1970) observa que a maior parte do trabalho empírico precedeu o desenvolvimento da teoria.

A teoria envolve a definição de um mercado eficiente como aquele em que o comércio de informações disponíveis não fornece um lucro anormal. Um mercado pode ser considerado eficiente, portanto, apenas se colocarmos um modelo de rendibilidade. A partir daí, os testes de eficiência do mercado tornam-se testes conjuntos do comportamento do mercado e modelos de preços de ativos. A forma fraca da hipótese de eficiência de mercado afirma que os preços refletem plenamente a informação implícita na sequência de preços passados. A forma semi-forte da hipótese afirma que os preços refletem todas as informações relevantes que estão publicamente disponíveis, enquanto a forma forte de eficiência de mercado afirma que a informação conhecida por qualquer participante é refletida nos preços de mercado.

Fama (1970) sintetiza a precoce teoria do “*random walk*”, as suas próprias contribuições e outros estudos da informação contida na sequência histórica de preços e conclui que "os resultados estão fortemente em apoio" da forma fraca de eficiência do mercado. Em seguida, analisa uma série de testes de forma semiforte e forte e conclui que "a evidência que suporta o modelo de mercados eficientes é extensa e (unicamente em economia) evidências contraditórias são escassas". Afirmando ainda que "Ainda há muito por fazer", e de facto, Fama (1991) retornou com uma reinterpretação da hipótese dos mercados eficientes à luz da pesquisa subsequente.

2.2 A hipótese de eficiência de mercados

A hipótese de eficiência de mercados remonta ao trabalho pioneiro de Louis Bachelier na sua tese de doutoramento em matemática, *Theorie de la speculation*. Neste trabalho Bachelier (1900) comparou o preço dos ativos financeiros a um *random walk*, é devido a esta comparação que, em finanças, a hipótese de eficiência de mercado é habitualmente chamada *Random Walk Theory*.

Louis Bachelier (1900) estudou a correlação linear dos preços de opções financeiras, assinalando que a sua variação dependia de um número infinito de fatores. Este desenvolveu um modelo pioneiro no qual as variações nos preços de um ativo eram variáveis aleatórias independentes argumentando que, a cada momento, a probabilidade de subida dos preços era idêntica à de descida. O suporte matemático desenvolvido por Bachelier (1900) antecipa mesmo o trabalho de Albert Einstein sobre o movimento aleatório originado pela colisão de moléculas de gás, em 1905, também conhecido como movimento browniano.

Segundo Dimson e Mussavian (1998) a contribuição Bachelier (1900), infelizmente caiu no esquecimento. A divulgação do trabalho de Bachelier (1900) coube ao economista Paul Samuelson no final 1950 e posteriormente publicado em Inglês por Cootner (1964).

A introdução do conceito de aleatoriedade dos preços surge em 1953 pelo trabalho de Maurice Kendall que, aproveitando o esquecimento no meio científico do trabalho de Bachelier (1900), recebe os créditos pela descoberta.

Segundo Dimson e Mussavian (1998), foram vários os estudos empíricos que contribuíram para a validação da hipótese do passeio aleatório, nomeadamente os estudos de Roberts (1959), Osbone (1959), Granger e Morgensterm (1963) e Fama (1965) bem como todos os trabalhos realizados por Cootner (1964).

Depois do trabalho de Bachelier em 1900, foi Fama em 1965 quem marcou a teoria do passeio aleatório. No trabalho *The behavior of stock prices*, Fama analisou as cotações diárias dos trinta títulos do índice *Dow Jones Industrial Avarege* entre 1957-1962. Segundo a teoria do passeio aleatório de Fama (1965), o preço dos ativos não tem memória, ou seja, as variações nos preços são (ou devem ser) totalmente imprevisíveis e constituem variáveis temporalmente independentes.

2.3 O modelo de passeio aleatório

No início da década de 1950, os investigadores foram, pela primeira vez, capazes de usar computadores para estudar o comportamento de longas séries de preços. A hipótese dos economistas era que se podia "analisar uma série temporal económica, extraindo-se um movimento ou tendência de longo prazo para estudo separado e depois examinando a parcela residual para movimentos oscilatórios de curto prazo e flutuações aleatórias" (Kendall, 1953).

No entanto, quando Kendall (1953) examinou 22 séries de ações e *commodities* do Reino Unido, os resultados surpreenderam-no. concluiu que "em séries de preços que são observados em intervalos bastante próximos as mudanças aleatórias de um termo para o outro são tão grandes que afundam qualquer efeito sistemático que possa estar presente. Os dados comportam-se quase como séries errantes". A correlação das séries quase nula das mudanças de preços foi uma observação que parecia inconsistente com os pontos de vista dos economistas. No entanto, essas observações empíricas passaram a ser rotuladas de "*random walk model*" ou até mesmo "*random walk theory*".

Se os preços seguem um passeio aleatório, então isso representa um grande desafio para os analistas de mercado que tentam prever o caminho futuro dos preços de segurança. Com base no trabalho de Kendall (1953) e nas pesquisas anteriores de Working (1934) e Roberts (1959), demonstrou que uma série temporal gerada a partir de uma sequência de números

aleatórios era indistinguível de um registro dos preços das ações norte-americanas - a matéria-prima utilizada pelos técnicos de mercado para prever níveis de preços futuros.

Osborne (1959) analisou os dados de preço de ações dos EUA, apresentando os seus resultados a outros físicos no *US Naval Research Laboratory*. Osborne (1959) mostrando que os preços das ações comuns têm propriedades análogas ao movimento das moléculas. Este aplica os métodos da mecânica estatística ao mercado de ações com uma análise detalhada das flutuações do preço das ações do ponto de vista de um físico. Apesar das evidências emergentes sobre a aleatoriedade das mudanças nos preços das ações, houve casos ocasionais de comportamentos anómalos dos preços, onde certas séries pareciam seguir caminhos previsíveis. Isto inclui um subconjunto da série de preços de ações e *commodities* examinada por Working (1934), Cowles e Jones (1937) e Kendall (1953).

Em 1960, houve uma percepção de que a autocorrelação poderia ser induzida nas séries de rendibilidades como resultado da utilização de preços de prazo médio. Working (1960) e Alexander (1961) descobriram isso independentemente. Uma vez que as séries de rendibilidades são baseadas em preços de fim de período, as rendibilidades parecem flutuar aleatoriamente. O problema da determinação da duração do tempo identificado pelo Working (1960) é a primeira pesquisa sobre a negociação restrita e um precursor dos estudos de microestrutura do mercado.

O ano de 1960 foi um ponto de viragem na pesquisa sobre o carácter aleatório dos preços das ações. Em 1964, Cootner publicou sua coleção de artigos sobre este tópico, enquanto a dissertação de doutoramento de Fama (1965) foi reproduzida, na sua totalidade, *no Journal of Business*. Fama (1965) analisou a literatura existente sobre o comportamento dos preços das ações, examinou a distribuição e a dependência em série das rendibilidades do mercado de ações e conclui que "parece seguro dizer que este artigo apresentou evidências fortes e volumosas em favor da hipótese do caminho aleatório".

2.4 O contributo de Eugene Fama

Eugene Fama publicou um trabalho em 1970 intitulado "*Efficient Capital Markets: A review of Theory and Empirical Work*", este tornou-se um dos artigos mais marcantes da teoria financeira. Neste trabalho Fama apresenta um conceito de mercado eficiente: "Um

mercado em que os preços refletem totalmente toda a informação disponível, é chamado de eficiente” Este artigo revisa a literatura teórica e empírica sobre o modelo dos mercados eficientes.

Para Fama (1970) a definição de que de uma forma eficiente os preços de mercado refletem toda informação disponível é tão geral que não permite a realização de testes empíricos por si só. Para tornar o modelo testável, o processo de formação de preços deve ser especificado em pormenor. É necessário definir com mais precisão o que se entende por "refletir totalmente".

Para tornar a hipótese de eficiência dos mercados funcional parte-se do pressuposto que as condições de equilíbrio do mercado podem (de alguma forma) ser expressas em termos de rendibilidades esperadas, ou seja, a taxa de rendibilidade esperada dos ativos é função do seu nível de risco subjacente.

Este pressuposto pode ser formalizado da seguinte forma:

$$E(\tilde{p}_{j,t+1}|\Phi_t) = [1 + E(\tilde{r}_{j,t+1}|\Phi_t)]p_{jt} \quad (1)$$

Onde:

p_{jt} – Preço do ativo j no período t;

$\tilde{p}_{j,t+1}$ – Valor aleatório do ativo no período $t + 1$;

$\tilde{r}_{j,t+1}$ – Corresponde a uma variável aleatória para a rendibilidade $(p_{j,t+1} - p_{jt}/p_{jt})$;

Φ_t - Simboliza informação disponível no período t.

O valor de equilíbrio esperado $E(\tilde{p}_{j,t+1}|\Phi_t)$, referido em (1), expressa que o preço de um ativo no período t+1 é uma variável aleatória, com um determinado valor para um conjunto de informação utilizada para avaliar esse mesmo ativo. Desta forma, se a informação refletida no preço do ativo, Φ_t ,corresponder a toda a informação disponível desse ativo, então significa que não é possível alcançar rendimentos acima dos de equilíbrio. Neste sentido:

$$x_{j,t+1} = p_{j,t+1} - E(\tilde{x}_{j,t+1}|\Phi_t) = 0 \quad (2)$$

$x_{j, t+1}$, referido em (2), é a diferença entre o preço efetivo do ativo e o seu valor esperado, para um dado nível de informação no período $t+1$. Considerando que o valor esperado da diferença entre o preço efetivo do ativo e o respetivo valor esperado no período $t+1$ é nula, estamos perante uma situação de equilíbrio, em que para um dado conjunto de informação, Φ_t , a rendibilidade media de todas as aplicações corresponde à rendibilidade esperada.

Fama (1970) distingue três formas para testar a eficiência de mercados, consoante o tipo de informações que os preços dos títulos refletem em cada momento.

A forma fraca de eficiência dos mercados (*weak form efficiency*) estabelece que o preço dos ativos reflete toda a informação histórica relevante, ou seja, que o preço corrente dos títulos incorpora toda a informação histórica sobre os preços e os volumes transacionados. Na forma fraca de eficiência, os preços não contêm qualquer informação sobre evoluções futuras, ou seja, a rendibilidade passada dos títulos já foi completamente incorporada, logo não têm relação com as rendibilidades futuras, as rendibilidades são independentes. Neste sentido qualquer estratégia de investimento com base em análise dos preços passados, como por exemplo a análise técnica, não permite aos investidores a obtenção de rendibilidades fora do normal. Se houver alguma alteração nos preços resultará apenas da chegada de nova informação ao mercado. Desta forma, como já referido anteriormente, as rendibilidades são independentes logo a correlação entre o preço no momento $t - 1$ e o preço no momento t terá necessariamente de ser nula.

Na forma semiforte de eficiência (*semi-strong form efficiency*), estabelece-se que os preços correntes dos ativos financeiros refletem toda a informação pública disponível no mercado. Nesta forma de eficiência inclui-se toda a informação pública relevante emitida. A informação histórica, seja presente ou futura, proveniente de fontes acessíveis a qualquer agente do mercado, é automaticamente incorporada no preço. Nesta informação incluem-se dados sobre o título e a informação sobre a empresa, sobre os seus concorrentes e sobre a economia. Qualquer estratégia de investimento que se baseie na análise de informação pública disponível, como por exemplo a análise fundamental, não permite a obtenção de rendibilidades fora do normal.

A forma forte de eficiência (*strong form efficiency*) é a versão extrema da hipótese de eficiência informacional dos mercados. Esta forma de eficiência estabelece que o preço

corrente dos ativos reflete toda a informação existente no mercado, pode ser pública ou privada, ou seja, nenhum investidor tem acesso a informação privilegiada. Assim sendo toda a informação disponível será incorporada no preço corrente dos ativos. Desta forma, qualquer estratégia de investimento se baseie em análise de informação privilegiada e estratégica das empresas não permite ao investidor a obtenção de rendibilidades fora do normal.

Fama (1991) propôs alterações nas denominações das formas de eficiência de mercado. Ao invés dos testes da forma fraca, que tratavam apenas do poder das rendibilidades

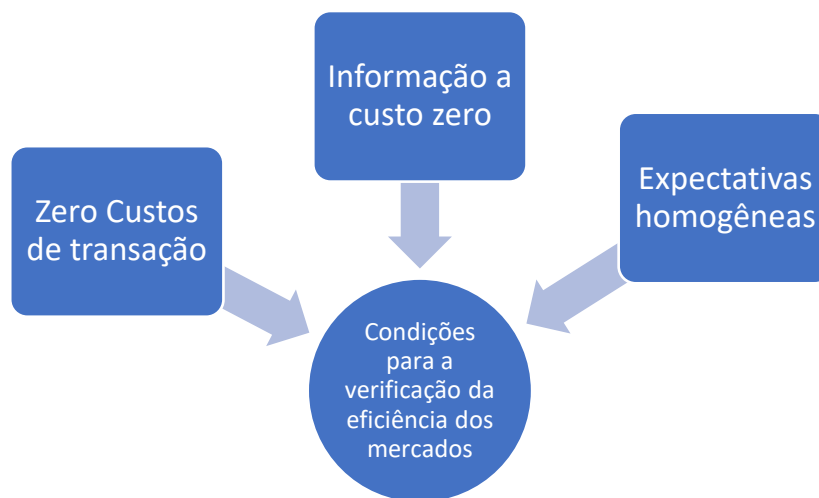


Figura 1 Condições para a verificação da eficiência dos mercados.

passadas, sugeriu testes mais abrangentes, tratando da previsibilidade de rendibilidades passadas, incluindo variáveis como dividendos anuais e taxas de juros. A segunda categoria, de ajuste de preços diante de anúncios públicos, teve o seu título mudado para estudo de evento. Por fim, a terceira categoria, testes da forma forte teve seu nome alterado para testes de informações privadas, título considerado mais descritível. Fama (1970) enumerou três condições para a verificação da eficiência dos mercados (Figura 1):

Segundo Fama (1970) para a verificação da eficiência dos mercados é necessário que sejam verificadas três condições fundamentais, nomeadamente a inexistência de custos de transação, toda a informação está disponível a custo zero a todos os participantes do mercado e a concordância geral em relação aos efeitos das informações nos preços correntes dos ativos, bem como em relação as suas distribuições futuras (expectativas homogêneas). O autor afirma que estas condições seriam suficientes, mas não totalmente necessárias para a eficiência dos mercados, ou seja, a hipótese de eficiência de mercados

pode verificar-se mesmo na ausência de alguma das condições acima referidas. Por exemplo, até mesmo elevados custos de transação não implicam que, quando a transação ocorra, os preços não reflitam totalmente a informação disponível.

2.5 Estudos empíricos à forma fraca de eficiência

Das três formas propostas por Fama (1970), a hipótese de eficiência na forma fraca, devido à disponibilidade de informação relativa aos dados históricos, é a que tem sido mais testada ao longo do tempo. De acordo com esta hipótese, como já vimos anteriormente, é impossível obter ganhos anormais através de estratégias de investimento com base em padrões dos preços passados.

Se um mercado financeiro é eficiente na forma fraca, um investidor não pode antecipar a rentabilidade futura dos títulos baseando-se apenas na sequência de preços passados. Isto significa que não deve existir relação entre as variações sucessivas no preço de uma ação, ou se existir é pouco significativa e não pode ser utilizada para elevar os ganhos potenciais de qualquer investidor (Dias *et. al* 2002).

Na Tabela 1 faz-se um resumo de alguns estudos conduzidos por diversos autores, os mercados alvos, a metodologia utilizada e os resultados obtidos. Dado a falta de estudos da hipótese de eficiência na forma fraca do G7, foram recolhidos estudos que abordavam a forma fraca de eficiência em diferentes países.

Tabela 1 Estudos de eficiência de mercados

Autor	Ano	Mercado	Metodologia	Resultados
Seiler e Rom	1997	NYSE (New York Stock Exchange),	Box-Jenkins (ARIMA)	Não rejeitam a hipótese de mercado eficiente.
Areal e Armada	2002	Português	Regressão pelo método dos mínimos quadrados. Testes de significância estatística paramétricos e não-paramétricos	Não colocam em causa a hipótese de eficiência do mercado acionista.
Worthington e Higgs	2004	Países desenvolvidos: Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Holanda, Noruega, Portugal, Espanha, Suécia, Suíça e Reino Unido); Mercados emergentes (República Checa, Hungria, Polónia e Rússia)	Teste de correlação linear; Teste de sequência; Teste de raiz unitária; Teste múltiplos do rácio de variância.	A Alemanha, a Irlanda, Portugal, a Suécia e o Reino Unido são eficientes. Mercados emergentes: Só a Hungria apresenta características consistentes com o processo de passeio aleatório.
Hamid et al	2010	Paquistão, Índia, Sri Lanka, China, Coreia, Hong Kong, Indonésia, Malásia, Filipinas, Singapura, Tailândia, Taiwan, Japão e Austrália,	Testes de Auto correlação, de sequências; Testes de raiz unitária; Testes do rácio de variância.	Rejeitam a hipótese de passeio aleatório para todos esses países da região Ásia-Pacífico.

Para além dos estudos mencionados, há uma lista vasta de estudos realizados à hipótese de eficiência de mercados.

Lo e Mackinlay (1988) investigam em várias combinações e subperíodos o índice de ações NYSE, bem como diversas carteiras de ações, para o período de 1962 a 1985, com base em testes de correlação e do rácio de variância. A evidência empírica rejeita a hipótese de passeio aleatório e de mercado eficiente, devido, em grande parte, ao comportamento de ações de pequena dimensão.

Soares (1997) testou a hipótese de eficiência do mercado, na forma fraca, das ações do mercado português, desde 1977 até 1994. Soares (1997) realizou testes de estacionariedade, à distribuição de probabilidade, à hipótese de que as observações são i.i.d., entre outros. Tendo obtido resultados que indicavam a não eficiente na forma fraca do mercado português. Em 2000, também Gama obteve resultados idênticos, Gama (2000) testou a eficiência do mercado acionista português na forma fraca entre 1989-1996, para a qual os resultados indicaram evidência empírica de não eficiência de mercado.

3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

O presente capítulo tem como objetivo apresentar os métodos estatísticos e econométricos utilizados nesta dissertação, com vista a averiguar a presença de memória nas séries de taxas de rendibilidade dos índices. Pretende-se avaliar a presença de dependência temporal tendo por base diferentes estruturas, lineares e não-lineares, de modo a poder tomar conclusões fundamentadas quanto à presença de memória. De referir que a presença de memória poderá indiciar falhas na eficiência na forma fraca.

A eficiência do mercado na forma fraca revela que os preços históricos não podem ser usados para prever os preços futuros de uma ação, ou seja, os movimentos dos preços das ações são distribuídos de uma forma independente e idêntica (Fama, 1970). Existem muitas técnicas disponíveis para determinar padrões nas séries temporais. Um mercado é eficiente na forma fraca, se a maioria dos preços atuais refletirem inteiramente toda a informação contida nos preços passados, e a forma revela que os preços passados não podem ser usados como uma ferramenta preditiva para movimentos futuros do preço conservado numa ação.

Neste estudo irão ser aplicados diversos testes com a finalidade de avaliar a dependência temporal das taxas de rendibilidade dos índices (linear e não-linear). Foram realizados testes de estacionariedade, teste de correlação linear e testes à independência temporal das séries. Para testar a estacionariedade das séries foi aplicado o teste ADF, este teste tem como objetivo verificar se uma série é ou não estacionária. No teste à autocorrelação linear das séries foi aplicado o teste autocorrelação e a estatística *Ljung Box*, este teste tem como objetivo verificar se existe autocorrelação na série amostral, apenas na forma linear. Na análise à dependência das séries e à estrutura não-linear irá ser aplicado o teste BDS. Este teste é realizado porque permite detetar muitos tipos de desvios de independência e distribuição idêntica, tais como não-estacionariedade, não-linearidade e o caos determinístico. Por fim, será aplicado o teste rácio variância, este teste explora a linearidade da variância dos incrementos de um passeio aleatório.

3.1 Teste de estacionariedade (teste de raiz unitária)

O teste de raiz unitária é uma das metodologias utilizadas para testar a hipótese do *random walk* das séries financeiras e tem como objetivo verificar se uma série é estacionária.

Neste trabalho irá ser utilizado o teste de *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) (1979).

O teste ADF testa a hipótese nula da existência de uma raiz unitária, isto é, da não estacionariedade da série. Se a hipótese nula for confirmada, significa que a série em causa é não estacionária, o que é a favor da teoria do passeio aleatório. Assim sendo as hipóteses a testar são as seguintes:

H_0 : Existência de uma raiz unitária (não estacionariedade da série)

H_1 : Ausência de uma raiz unitária (estacionariedade da série)

O teste ADF é baseado na estimação da seguinte regressão:

- Regressão do teste ADF:

$$\Delta r_t = \alpha_0 + \alpha_1 r_{t-1} + \alpha_2 T + \sum_{i=1}^n \alpha_i \Delta r_{t-i} + \gamma_t \quad (3)$$

Onde:

r_t - Preço no momento t ;

n - Termo de desfasamento, escolhido em função da dimensão da amostra;

t - Termo de tendência;

α_i - Coeficiente estimado para a tendência;

α_0 - Constante;

γ_t - Termo de erro ruído branco.

É importante avaliar a estacionariedade das séries em causa, pois só no caso de serem estacionárias, fará sentido testar a autocorrelação através dos métodos que serão referidos de seguida.

3.2 Autocorrelação e estatística *Ljung Box*

Num processo com perfeitas rendibilidades autocorrelacionados a função de autocorrelação (4) $\{ \rho(k) \}$ deve ser igual a 0 para $k > 0$. Deste modo as hipóteses a testar são:

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_k = 0 \text{ (não existe autocorrelação)}$$

$$H_1: \rho_k \neq 0 \text{ (existe autocorrelação)}$$

$$\rho(k) = \frac{Cov(r_t, r_{t+k})}{\sqrt{Var(r_t)}\sqrt{Var(r_{t+k})}} \quad (4)$$

Para além da autocorrelação, será também aplicado a estatística implementada por *Ljung e Box* (1978), esta estatística tem como finalidade testar se todas as autocorrelações até um determinado *lag m* são estatisticamente diferentes de zero. *Ljung Box* é a estatística mais aplicada devido ao seu poder em amostras finitas. Esta é definido como:

$$Q'm \equiv T(T + 2) \sum_{k=1}^m \frac{\rho^2(k)}{T-k} \quad (5)$$

T- Tamanho da amostra

Esta formulação, somando a autocorrelação ao quadrado, permite ver se a autocorrelação diverge de zero para todos as rendibilidades e em cada direção. A estatística segue uma distribuição qui-quadrado (χ^2) com *m* graus de liberdade e não possui autocorrelação como hipótese nula, isto é, a rejeição da hipótese nula significaria rejeitar a hipótese de ausência de autocorrelação.

3.3 Teste à independência temporal (teste BDS)

Originalmente introduzido por Brock, Dechert e Scheinkman em 1987, do qual toma o nome, o teste BDS é "um método não paramétrico para testar a dependência das séries e a estrutura não-linear numa série temporal" (Brock et al, 1987).

Segundo Brock, Dechert & Scheinkman (1987) a estatística BDS teve origem num trabalho sobre a dinâmica não-linear determinista e a teoria do caos. Este teste não é apenas

útil na deteção de caos determinístico, mas também serve como um diagnóstico residual que pode ser usado para testar a " *goodness of fit*" de um modelo estimado.

Este teste foi escolhido porque pode detetar muitos tipos de desvios de independência e distribuição idêntica, tais como não-estacionariedade, não-linearidade e o caos determinístico. Qualquer desvio a um processo *iid* (independente e identicamente distribuído) implica que a distribuição condicional é diferente da distribuição incondicional. Além disso, o teste BDS pode servir como um teste geral de especificação do modelo, especialmente na presença de dinâmica não-linear Hsieh (1993).

Segundo Diaz e investigadores (2002) é necessário que este teste seja aplicado a sucessões cronológicas filtradas da dependência linear que acarretam para captar exclusivamente a dependência não-linear.

O teste baseia-se no conceito de correlação espacial da teoria do caos e segundo Brock, Dechert & Scheinkman (1987) a estatística BDS é descrita na seguinte forma:

$$W_m^n(\varepsilon) = \frac{\sqrt{N}(C_m^n(\varepsilon) - (C_1^n(\varepsilon))^m)}{\sigma_m(\varepsilon)} \quad (6)$$

Onde $W_m^n(\varepsilon)$ converge para uma distribuição normal $N(0, 1)$, à medida que n tende para infinito.

Neste teste iremos testar as seguintes hipóteses:

H_0 : A amostra segue um processo *iid* (independente e identicamente distribuído)

H_1 : A amostra não segue um processo *iid*

De referenciar que este teste deve ser aplicado a séries filtradas, ou seja, no caso de ser detetada autocorrelação linear (por exemplo) deverá proceder-se à estimação do modelo autorregressivo correspondente e utilizar os resíduos para a avaliação de eventuais dependências que tenham por base estruturas não-lineares.

3.4 Rácio de Variância

Os testes rácio de variância têm vindo a ganhar popularidade na avaliação da eficiência na forma fraca, isto porque a deteção de *clusters* volatilidade poderá indiciar a possibilidade de arbitragem e conseqüentemente eventual não eficiência. Tem como objetivo testar a variância dos incrementos aleatórios dos preços dos ativos como função linear do tempo.

Segundo Lo e MacKinlay (1988), o rácio de variância é estimado da seguinte forma:

$$VR(q) = \frac{\sigma^2(q)}{\sigma^2(1)} \quad (7)$$

Onde com q intervalo de tempo:

- Variância dos retornos $\sigma^2(q)$:

$$\sigma^2(q) = \frac{1}{q(nq-q+1)(1-\frac{q}{nq})} \sum_{t=q}^{nq} (P_t - P_{t-q} - q\hat{\mu})^2 \quad (8)$$

- Variância do retorno de um único período $\sigma^2(1)$:

$$\sigma^2(1) = \frac{1}{nq-1} \sum_{t=q}^{nq} (P_t - P_{t-q} - \hat{\mu})^2 \quad (9)$$

Para que a hipótese nula de processo sem memória não seja rejeitada é necessário que o rácio de variância seja igual a 1, ($VR(q) = 1$). Se $VR(q) \neq 1$ a hipótese nula é rejeitada, ou seja, existe evidências de que a série exibe memória, logo há condições para rejeitar a hipótese de eficiência de mercado na forma fraca. Desta forma as hipóteses a testar são as seguintes:

$$H_0: VR(q) = 1$$

$$H_1: VR(q) \neq 1$$

Lo e MacKinlay (1988), aplicaram técnicas de distribuição assintótica para estimar o coeficiente de variância que permite testar a hipótese nula de aleatoriedade, ou seja, se a séries seguem um processo sem memória, ou seja independente, para os casos com presença de homoscedasticidade e de heteroscedasticidade, apresentando duas estatísticas de teste $Z(q)$ e $Z^*(q)$.

- Homoscedasticidade $Z(q)$:

$$Z(q) = \frac{VR(q)-1}{\sqrt{v(q)}} \xrightarrow{a} N(0,1) \quad (10)$$

$$v(q) = \frac{2(2q-1)(q-1)}{3q(nq)} \quad (11)$$

- Heteroscedasticidade $Z^*(q)$:

$$Z^*(q) = \frac{VR(q)-1}{\sqrt{v^*(q)}} \xrightarrow{a} N(0,1) \quad (12)$$

$$v^*(q) = \sum_{k=1}^{q-1} \left[\frac{2(q-k)}{q} \right]^2 \frac{\sum_{t=k+1}^{nq} (P_t - P_{t-1} - \widehat{\mu})^2 (P_{t-k} - P_{t-k-1} - \widehat{\mu})^2}{[\sum_{t=k+1}^{nq} (P_t - P_{t-1} - \widehat{\mu})^2]^2} \quad (13)$$

Globalmente, com os testes apresentados, pretende-se averiguar se as taxas de rendibilidade apresentam memória em termos temporais. Naturalmente que a simples deteção de evidência de memória nas mesmas, seja linear ou não-linear, não significa que os mercados sejam ineficientes na forma fraca. Significará que poderão existir indícios ou condições para eventuais falhas na eficiência. Contudo, a eficiência apenas é posta em causa no caso em que, com a informação da dita memória, é possível realizar ganhos anormais de forma sistemática.

4. DADOS

Com vista a atingir os objetivos especificados nesta dissertação, foram utilizadas as cotações diárias dos índices bolsistas dos países que integram o G7 e também de Portugal. Estes dados foram recolhidos na base de dados DataStream. Foram assim obtidos dados para: Canada, Japão, Itália, Inglaterra, EUA, Alemanha, França e Portugal os índices utilizados foram, respetivamente, S&P/TSX, NIKKEI 225, FTSE MIB, FTSE 100, DOW JONES, DAX 30 e CAC40. Para o mercado acionista português, foi utilizado o índice PSI-20.

Uma vez que não se pretende avaliar possíveis interações e/ou relações entre os índices, não há necessidade que as séries tenham todas a mesma dimensão. Neste sentido, procurou-se maximizar o número de observações para cada índice analisado.

Os dados recolhidos foram os seguintes:

1. Índice de ações Português - foram retiradas as cotações diárias de fecho do índice PSI-20, desde de 31 de dezembro de 1992 até 9 de dezembro de 2016. Como se pode na tabela 2, foram totalizadas 6246 observações.
2. Índice de ações canadianas – foram retiradas as cotações diárias de fecho do índice *S&P/TSX*, desde 1 de dezembro de 1970 até 9 de dezembro de 2016, foram totalizadas 12008 observações.
3. Índice de ações japonês – Para o mercado de ações japonês foram retiradas as cotações diárias de fecho no índice *NIKKEI 225*, desde 1 de dezembro de 1970 até 9 de dezembro de 2016, foram totalizadas 12008 observações.
4. Índice de ações italiano – foram retiradas as cotações diárias de fecho do índice *FTSE MIB*, desde 31 de dezembro de 1997 até 9 de dezembro de 2016, totalizando 4940 observações.
5. Índice de ações inglês – foram retiradas as cotações diárias de fecho do índice *FTSE 100*, desde 31 de janeiro de 1978 até 9 de dezembro de 2016, totalizando 8593 observações.
6. Índice de ações Norte americana – foram retiradas as cotações diárias de fecho do índice *DOW JONES*, desde 1 de dezembro de 1970 até 9 de dezembro de 2016, totalizando 12008.

7. Índice de ações alemã – foram retiradas as cotações diárias de fecho do índice *DAX 30*, desde 1 de janeiro de 1970 até 9 de dezembro de 2016, totalizando 12008. Observações diárias.
8. Índice de ações francês – foram retiradas as cotações diárias de fecho do índice *CAC 40*, desde 9 de julho de 1987 até 9 de dezembro de 2016, totalizando 7676 observações.

4.1 Apresentação estatística dos dados

Neste estudo irão ser utilizadas as rendibilidades dos índices, calculadas segundo a equação (14). Segundo Campbell, Lo e Mackinlay (1997) a rendibilidade de um ativo financeiro possui informações que vão ao encontro dos interesses dos investidores, representado a rendibilidade uma medida da performance da sua carteira. As rendibilidades possuem propriedades estatísticas mais atrativas do que os preços, como a estacionariedade, logo a sua análise é muito mais fácil.

Com base nas cotações diárias de fecho das séries foram calculadas as taxas de rendibilidades para a construção das séries de rendabilidades logarítmicas, através da seguinte fórmula:

$$R_t = \ln P_t - \ln P_{t-1} = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (14)$$

Onde:

R_t – taxa de rendibilidade diária;

P_t – cotação de fecho no dia t ;

P_{t-1} – Cotação no fecho do dia $t-1$

Depois de calculadas as rendibilidades dos índices, de forma a analisar o comportamento das taxas de rendibilidade das 8 séries em estudo, foram calculadas um conjunto de medidas de estatística descritiva apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 Estatísticas descritivas das taxas de rentabilidade diárias

	CAC 40	NIKKEI 225	DAX 30	DOW JONES	FTSE 100	FTSE MIB	PSI-20	S&P/TSX
Média	0.0002	-0.0002	-0.0003	0.000275	0.000226	0.0000568	-0.0000694	0.000231
Mediana	0.0000	0.0000	-0.0002	0.000154	0.000189	-0.0000995	-0.0000151	0.000284
Máximo	0.105946	0.161354	0.137099	0.100891	0.093843	0.133314	0.103792	0.093703
Mínimo	-0.101376	-0.132346	-0.10798	-0.22475	-0.13029	-0.10877	-0.10196	-0.11795
Desvio-Padrão	0.013803	0.012756	0.012569	0.009979	0.010896	0.015694	0.011581	0.009105
Skewness	-0.169058	0.391514	0.307675	-1.12652	-0.47409	0.198756	0.39757	-0.82403
Kurtosis	8.40927	12.98643	10.1696	31.22874	12.51049	7.560313	10.18268	16.88593
Jarque-Bera	9394.951	50204.44	25908.16	401236.2	32706.59	4314.874	13591.09	97840.9
P-Value	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Nº de observações	7676	12008	12008	12008	8593	4940	6246	12008

Analisando a Tabela 2 pode-se constatar que as rentabilidades médias diárias de todos os índices apresentam valores muito próximos de zero, embora o que se destaca com uma rentabilidade media menor é o índice DAX 30(-0.0265 %). O índice que apresenta uma maior rentabilidade máxima é o indica NIKKEI 225 (16.14%) e o que apresenta uma maior rentabilidade mínima é o índice PSI-20 (10.196 %).

Analisando o desvio-padrão das rentabilidades diárias dos índices da Tabela 2 constatamos que o que apresenta maior volatilidade é o índice FTSE MIB com um desvio padrão 1.569 %, de seguida segue-se o CAC40 com um desvio padrão de 1.380%. Os que apresentam uma menor volatilidade são os índices DOW JONES (0.998 %) e o índice S&P/TSX (0.911%).

Segundo Tayler (2005) a volatilidade é uma medida da variabilidade dos preços num período de tempo. A volatilidade normalmente descreve o desvio padrão das rentabilidades. Alternativamente, podemos dizer que a volatilidade é o desvio padrão da mudança no logaritmo de um preço ou de um índice de preços durante um determinado período de tempo

Para verificar se há indícios para a rejeição da normalidade das séries, são analisados os coeficientes de assimetria e de curtose. Como podemos verificar na Tabela 2, as 8 séries em análise apresentam valores de assimetria diferentes de 0 e valores de curtose são extremamente elevados, indiciando a possibilidade de leptocurtose. Podemos concluir que as séries analisadas apresentam todas distribuições leptocuticas e assimétricas (assimetria $\neq 0$). Desta forma, estamos em condições de afirmar que há indícios para rejeitar a hipótese

de normalidade, exibindo as séries um facto estilizado já muito documentado na literatura financeira: as *fat-tails*.

Para confirmar estes indícios recorremos ao teste Jarque Bera que normalmente é utilizado nos testes de normalidade. Esta estatística tem como utilidade testar a hipótese nula de que os dados seguem uma distribuição normal. Como podemos verificar na tabela os valores deste teste são bastante significativos em todas as séries, com probabilidades (*p-values*) iguais a 0.000, o que permite afirmar que as taxas de rendibilidade das oito séries não seguem uma distribuição normal.

4.2 Evolução das taxas de rendibilidade diárias

Neste ponto, através das Figuras 2 e 3, são analisados a evolução das taxas de rendibilidade diárias das 8 séries em análise.

Figura 2 Evolução das taxas de rendibilidade diárias

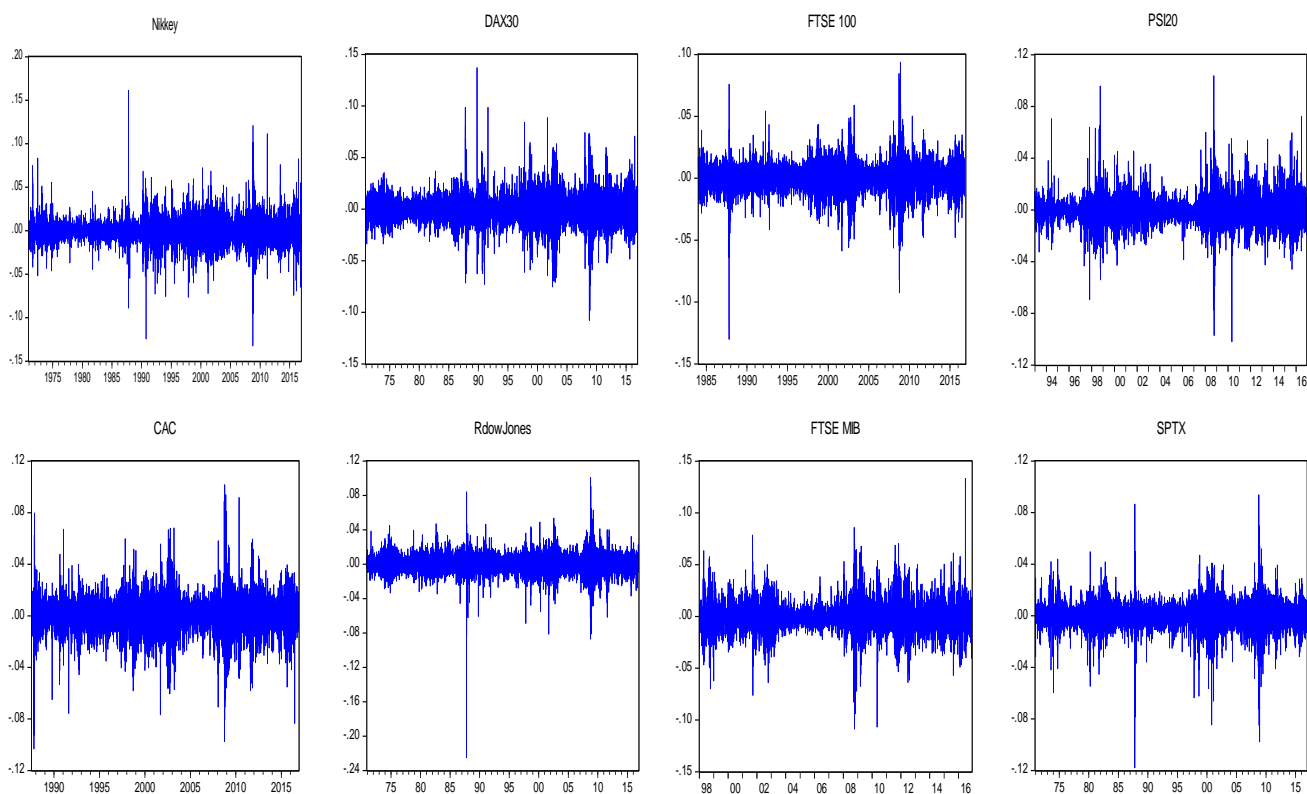
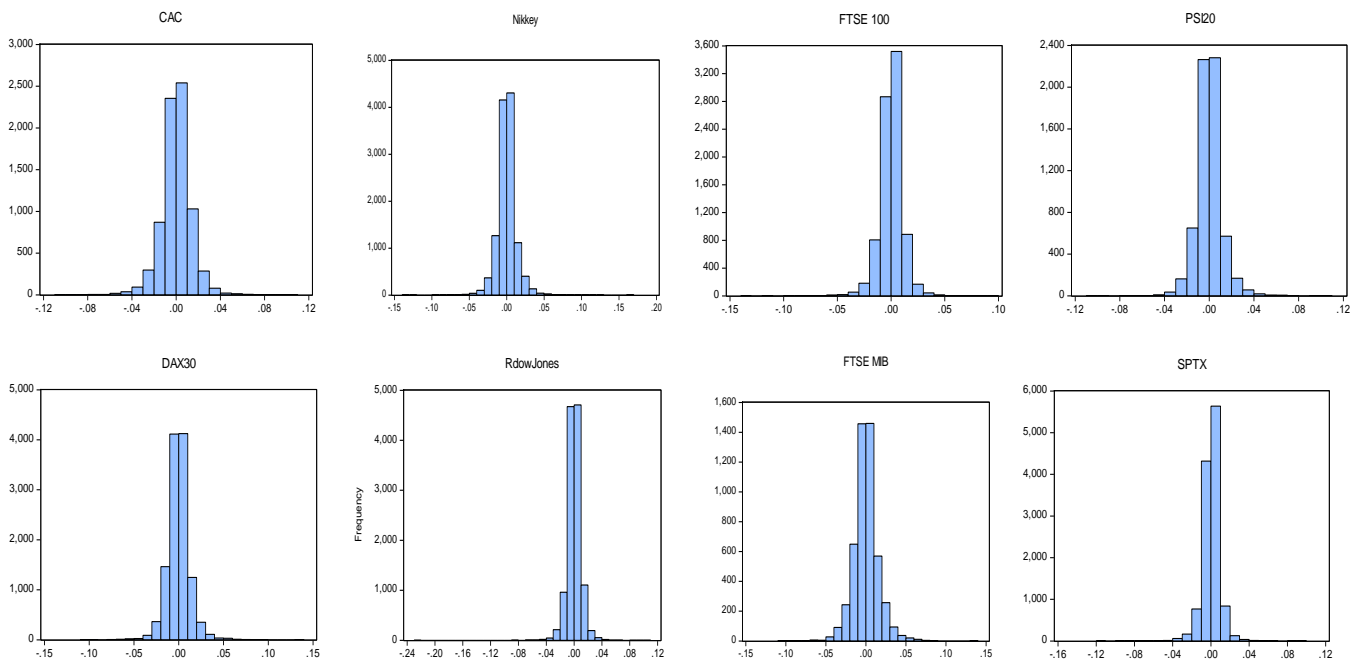


Figura 3 Histogramas das taxas de rendibilidade



As séries em análise só nos permitem estudar a evolução a partir do ano de 1970. Como podemos constatar pela Figura 2, nos anos mencionados anteriormente à exceção do ano 1929, é claramente notório a presença desta instabilidade financeira na rendibilidade dos índices.

Através da análise das figuras também verificamos a existência de clusters de volatilidade este fenómeno é do conhecimento das finanças desde que Mandelbrot (1963) disse “grandes mudanças tendem a ser seguidas por grandes mudanças, qualquer que seja o sinal, e pequenas mudanças tendem a ser seguidas por pequenas mudanças” que segundo Campbell (1987) caracteriza-se pelo facto de períodos de grande volatilidade serem seguidos por outros períodos de igualmente grandes oscilações, do mesmo modo que se espera que pequenas alterações nos preços sejam consecutivamente seguidas por modificações de reduzida dimensão nos mesmos.

Através dos histogramas das taxas de rendibilidade (Figura 3) pode-se verificar, aquilo que já tínhamos verificado anteriormente, que a hipótese de normalidade é rejeitada nas 8 séries.

Conclui-se que as taxas de rendibilidade dos 8 índices apresentam características comuns relativamente às demais séries financeiras, das quais evidenciam clusters de volatilidade, apresentam distribuições leptocúrticas e assimétricas, pelo que não têm uma

distribuição normal. Dadas as evidências já avaliadas, coloca-se a questão, serão estes mercados eficientes na forma fraca?

4.3 Acontecimentos que marcaram a bolsa de valores

O século XX e o início do século XXI foram marcados por inúmeras crises económicas, que atingiram diversos países a uma escala mundial. Foram vários os períodos de instabilidade financeira ocorridos ao longo do último século, nomeadamente nos anos de 1929, 1973, 1979, 1982, 1987, 1997, 1998, 2001, e 2008.

Nas oito séries analisadas é bastante visível, ao longo do horizonte temporal estudado, períodos de visível instabilidade nos mercados. Ao longo da história, foram vários os acontecimentos que marcaram a bolsa de valores, acontecimentos estes, que são quase todos transversais a todas as séries analisadas.

- **Bolha japonesa do preço dos ativos (1986 - 1991)**

Segundo Fraga e Streachman (2013) A valorização do iene, após o Acordo do Plaza de 1985 e a desregulamentação financeira, em grande medida originaram as bolhas nos preços imobiliários, nos mercados acionários e, posteriormente, a crise bancária desta economia. A sobrevalorização do iene causou uma forte pressão deflacionária sobre a economia japonesa, da segunda metade da década de 1980 até meados dos anos 1990, e as políticas monetárias implementadas após o acordo, visavam compensar a perda de dinamismo da economia. Nesse contexto, a política monetária expansionista teria contribuído para um aumento contínuo nos valores dos ativos, principalmente no mercado imobiliário, resultando numa bolha especulativa.

- **Segunda feira negra (1987) ou Crash de 1987**

A 19 de Outubro de 1987, deu-se a "segunda-feira negra" original, em Nova Iorque. Nesse dia, o índice Dow Jones caiu 22,61%, a maior desvalorização registada num só dia na história do mercado de ações. Os efeitos rapidamente espalharam-se para a Europa. Uma das razões apontadas para a origem desta queda foi a venda automática de ações através de computador. Esta foi, por isso, considerada a primeira queda da era informática (Borges, 2015).

- **11 de setembro (2001)**

As consequências imediatas para as finanças do país foram relativamente reduzidas e rapidamente compensadas. O 11 de Setembro de 2001 é uma data que será sempre recordada pela brutal perda de vidas resultante dos atentados suicidas que destruíram o *World Trade Center*. Uma década depois, verifica-se que os impactos mais consideráveis não aconteceram aquando dos atentados, mas nos anos que se seguiram (Simões, 2011).

De entre os vários estudos que avaliaram o impacto económico dos atentados, um estudo publicado em 2010 pelo *Center for Risk and Economic Analysis*, diz que o impacto do 11 de Setembro na economia norte-americana foi "efémero". De acordo com o documento, a economia perdeu entre 35 a 109 mil milhões de dólares. Uma cifra relativamente diminuta, que apenas equivale a entre 0,5 a 1% do PIB norte-americano (Simões, 2011).

- **Crise Financeira (2008)**

A falência do banco de investimento Lehman Brothers, anunciada a 14 de Setembro de 2008, provocou um forte abalo nos mercados na segunda-feira seguinte. O Dow Jones afundou 4,4% e o índice europeu Stoxx 600 3,5%. Era o principio da crise financeira do "subprime" (empréstimos hipotecários de alto risco), que esteve na origem da Grande Recessão que afetou a economia mundial. As ondas de choque levaram várias instituições financeiras ao colapso, tendo de ser resgatadas pelos Estados (Borges, 2015).

- **Flash crash (2010)**

Foi o segundo grande "crash" ao qual são atribuídas causas informáticas. Ordens de venda de ações desencadeadas por programas de computador, que negociam em frações de segundo, levaram o índice Dow Jones a perder 9% em poucos minutos. O "Flash Crash" durou cerca de 36 minutos. O índice acabou por recuperar grande parte da queda registada (Borges, 2015).

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são analisados os principais resultados obtidos no trabalho de investigação em curso. De lembrar que o objeto desta dissertação se centra na avaliação (ou tentativa da mesma) da eficiência na forma fraca de um conjunto de mercados bolsistas. Naturalmente que os resultados estão condicionados ao período em análise e metodologias selecionadas.

Numa primeira fase será apresentado o teste *Augmented Dickey-Fuller* que tem como função testar a estacionariedade das séries. Depois de aferir a estacionariedade, irá ser estudada a autocorrelação das séries, sendo aplicado um teste de autocorrelação linear e a estatística *Ljung Box*. De seguida irá ser aplicado um teste à independência temporal, nomeadamente o teste BDS, o teste BDS que tem como função testar se as séries seguem um processo independente e identicamente distribuído. Por último, para verificar a possibilidade de arbitragem e consequentemente a não eficiência, será aplicado o teste rácio variância.

5.1 Testes à estacionariedade

Como foi referido no capítulo anterior, para testar a estacionariedade das séries foi aplicado o teste *Augmented Dickey-Fuller*. Na Tabela 3 são apresentados os outputs deste teste. A hipótese nula do teste ADF é a existência de uma raiz unitária, isto é, da não estacionariedade da série. Se a hipótese nula for confirmada, significa que a série em causa é não estacionária.

Tabela 3 Teste Augmented Dickey-Fuller

	<i>CAC 40</i>	<i>NIKKEI 225</i>	<i>DAX 30</i>	<i>DOW JONES</i>	<i>FTSE 100</i>	<i>FTSE MIB</i>	<i>PSI-20</i>	<i>S&P/TSX</i>
P-value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.00000	0.00000	0.0001	0.0001
Estatística ADF	-53.91018	-80.11863	-79.6026	-106.5486	-43.38047	-33.63695	-70.59978	-100.596
Critical values 1%	-3.431025	-3.430721	-3.430721	-3.430721	-3.430935	-3.431493	-3.431218	-3.43072
Critical values 5%	-2.861723	-2.861588	-2.861588	-2.861588	-2.861683	-2.86193	-2.861808	-2.86159
Critical values 10%	-2.566909	-2.566837	-2.566837	-2.566837	-2.566888	-2.56702	-2.566955	-2.56684
Nº. observações	7676	12008	12008	12008	8593	4940	6246	12008
Número lags	2	1	1	0	4	4	0	0

Pelos resultados obtidos na Tabela 3 podemos afirmar que todas as séries referentes às taxas de rentabilidade são estacionárias ($p\text{-value} < 0.05$), desta forma rejeita-se H_0 , ou seja, não existindo nenhuma raiz unitária, as séries analisadas são todas estacionárias.

Desta forma, com séries estacionárias, estamos em condições de aplicar modelos e testes baseados em regressões lineares, sem correr o risco de se obter regressões espúrias.

5.2 Autocorrelação linear e estatística *Ljung Box*

De forma a estudar a autocorrelação das séries foi aplicado o modelo de autocorrelação e a estatística *Ljung Box*.

A função de autocorrelação tem como objetivo aferir se a função de autocorrelação $\rho(k)$ é ou não diferentes de zero para $k \text{ lags} > 0$. A estatística *Ljung Box* tem uma função similar à anterior, esta estatística testa se todas as autocorrelações até um determinado *lag* são estatisticamente diferentes de zero.

*Tabela 4 Autocorrelação e estatística
Ljung Box CAC 40*

CAC 40				
Lags	AC	PAC	Q-Stat	P-value
1	-0.005	-0.005	0.165	0.685
2	-0.022	-0.022	3.994	0.136
3	-0.048	-0.048	21.414	0.000
4	0.012	0.011	22.606	0.000
5	-0.040	-0.043	35.132	0.000
6	-0.007	-0.009	35.487	0.000
7	0.005	0.004	35.679	0.000
8	0.014	0.010	37.254	0.000
9	-0.003	-0.002	37.313	0.000
10	-0.003	-0.003	37.365	0.000

*Tabela 5 Autocorrelação e estatística
Ljung Box NIKKEI 225*

NIKKEI 225				
Lags	AC	PAC	Q-Stat	P-value
1	-0.009	-0.009	0.975	0.323
2	-0.029	-0.029	11.128	0.004
3	-0.006	-0.006	11.517	0.009
4	0.005	0.004	11.828	0.019
5	0.000	-0.001	11.830	0.037
6	-0.025	-0.024	19.153	0.004
7	-0.004	-0.005	19.354	0.007
8	0.000	-0.002	19.355	0.013
9	0.005	0.005	19.710	0.020
10	0.013	0.013	21.753	0.016

*Tabela 6 Autocorrelação e estatística
Ljung box DAX30*

DAX 30				
Lags	AC	PAC	Q-Stat	P-value
1	0.012	0.012	1.723	0.189
2	-0.033	-0.033	14.844	0.001
3	-0.017	-0.016	18.151	0.000
4	0.017	0.017	21.716	0.000
5	-0.017	-0.019	25.374	0.000
6	-0.023	-0.022	31.940	0.000
7	0.011	0.011	33.295	0.000
8	0.014	0.012	35.818	0.000
9	0.003	0.003	35.932	0.000
10	0.006	0.007	36.308	0.000

*Tabela 7 Autocorrelação e estatística
Ljung box DOW JONES*

DOW JONES				
Lags	AC	PAC	Q-Stat	P-value
1	0.028	0.028	9.394	0.002
2	-0.024	-0.025	16.265	0.000
3	0.006	0.007	16.629	0.001
4	-0.015	-0.016	19.443	0.001
5	-0.002	0.000	19.475	0.002
6	-0.011	-0.012	20.935	0.002
7	-0.026	-0.025	29.070	0.000
8	0.011	0.012	30.497	0.000
9	-0.014	-0.015	32.734	0.000
10	0.008	0.009	33.443	0.000

Tabela 8 Autocorrelação e estatística Ljung box FTSE 100

FTSE 100				
Lags	AC	PAC	Q-Stat	P-value
1	0.004	0.004	0.154	0.694
2	-0.036	-0.036	11.371	0.003
3	-0.045	-0.045	28.785	0.000
4	0.045	0.044	45.970	0.000
5	-0.037	-0.041	58.055	0.000
6	-0.021	-0.020	61.986	0.000
7	0.010	0.012	62.852	0.000
8	0.022	0.015	67.188	0.000
9	0.009	0.012	67.944	0.000
10	0.006	0.009	68.254	0.000

Tabela 9 Autocorrelação e estatística Ljung box FTSE 100

FTSE MIB				
Lags	AC	PAC	Q-Stat	P-value
1	-0.016	-0.016	1.333	0.248
2	-0.010	-0.010	1.816	0.403
3	-0.038	-0.038	8.936	0.030
4	0.041	0.040	17.363	0.002
5	-0.071	-0.071	42.228	0.000
6	0.026	0.024	45.574	0.000
7	0.000	0.002	45.574	0.000
8	0.035	0.029	51.577	0.000
9	-0.001	0.007	51.588	0.000
10	-0.002	-0.008	51.614	0.000

Tabela 10 Autocorrelação e estatística Ljung box PSI-20

PSI-20				
Lags	AC	PAC	Q-Stat	P-value
1	0.112	0.112	78.538	0.000
2	0.011	-0.001	79.348	0.000
3	0.002	0.001	79.366	0.000
4	0.004	0.004	79.454	0.000
5	-0.026	-0.027	83.767	0.000
6	-0.019	-0.013	85.991	0.000
7	0.027	0.032	90.670	0.000
8	0.034	0.028	97.898	0.000
9	-0.005	-0.013	98.078	0.000
10	0.011	0.013	98.883	0.000

Tabela 11 Autocorrelação e estatística Ljung box S&P/TSX

S&P/TSX				
Lags	AC	PAC	Q-Stat	P-value
1	0.085	0.085	87.321	0.000
2	-0.014	-0.021	89.638	0.000
3	0.018	0.021	93.402	0.000
4	0.024	0.021	100.490	0.000
5	-0.029	-0.032	110.470	0.000
6	-0.018	-0.012	114.220	0.000
7	0.015	0.016	116.990	0.000
8	0.020	0.018	121.910	0.000
9	-0.019	-0.020	126.090	0.000
10	0.028	0.032	135.500	0.000

Como podemos verificar nas tabelas anteriores (Tabela 4 à Tabela 11), no teste de autocorrelação, $\rho_k \neq 0$, na maioria dos *lags* apresentados, logo rejeita-se H_0 em todas as séries, assim sendo existe autocorrelação linear. Se olharmos para a estatística *Ljung Box* (Q) obtemos as mesmas conclusões, em todos os índices a autocorrelação diverge de zero, logo a hipótese nula é rejeitada e confirma-se a existência de autocorrelação.

Dada a existência de autocorrelação linear em todas as séries sob análise, foram aplicados filtros ARMA, cujos *lags* foram selecionados através do critério AIC de modo a

poder utilizar testes mais abrangentes, em séries que já não exibam autocorrelação linear. De referir que a existência de autocorrelação linear pode indiciar memória nas séries, ainda assim de acordo com vários autores esta dificilmente pode ser usada para obtenção de ganhos sistemáticos anormais, dada a existência de custos de transação e pequenos valor do coeficiente de determinação associado.

5.3 Teste à independência temporal (teste BDS)

De forma a detetar algum desvio de independência e distribuição identicamente foi aplicado o teste BDS. Este teste também tem como utilidade testar a especificação do modelo, especialmente na presença de dinâmica não-linear.

Como foi detetado autocorrelação linear nas séries foi necessário filtra-las com filtros ARMA. Desta forma foi estimado um modelo autorregressivo correspondente e utilizado os resíduos para a avaliar eventuais dependências que tenham por base estruturas não-lineares.

Tabela 12 Teste à independência temporal CAC 40

<i>CAC 40</i>			
Dimension	BDS	Z (q)	P-value
2	0.014434	0.001021	0.0000
3	0.032401	0.00162	0.0000
4	0.046891	0.001924	0.0000
5	0.055574	0.002001	0.0000
6	0.059513	0.001926	0.0000

Tabela 13 Teste à independência temporal NIKKEI 225

<i>NIKKEI 225</i>			
Dimension	BDS	Z (q)	P-value
2	0.0206	22.6861	0.0000
3	0.0465	32.2646	0.0000
4	0.0668	39.0369	0.0000
5	0.0814	45.6776	0.0000
6	0.0894	52.1015	0.0000

Tabela 14 Teste à independência temporal DAX30

<i>DAX 30</i>			
Dimension	BDS	Z (q)	P-value
2	0.0145	17.5551	0.0000
3	0.0305	23.3149	0.0000
4	0.0423	27.1433	0.0000
5	0.0492	30.3685	0.0000
6	0.0523	33.4466	0.0000

Tabela 15 Teste à independência temporal DOW JONES

<i>DOW JONES</i>			
Dimension	BDS	Z (q)	P-value
2	0.0203	24.4289	0.0000
3	0.0435	33.0559	0.0000
4	0.0621	39.7187	0.0000
5	0.0731	44.9515	0.0000
6	0.0789	50.4185	0.0000

Tabela 16 Teste à independência temporal FTSE 100

FTSE 100			
Dimension	BDS	Z (q)	P-value
2	0.0184	19.1668	0.0000
3	0.0381	25.0458	0.0000
4	0.0534	29.6134	0.0000
5	0.0631	33.6345	0.0000
6	0.0671	37.1769	0.0000

Tabela 17 Teste à independência temporal FTSE MIB

FTSE MIB			
Dimension	BDS	Z (q)	P-value
2	0.0193	14.7315	0.0000
3	0.0430	20.6999	0.0000
4	0.0620	25.1253	0.0000
5	0.0743	28.9302	0.0000
6	0.0819	33.0825	0.0000

Tabela 18 Teste à independência temporal PSI-20

PSI-20			
Dimension	BDS	Z (q)	P-value
2	0.0257	21.2462	0.0000
3	0.0517	27.0063	0.0000
4	0.0715	31.4056	0.0000
5	0.0839	35.3957	0.0000
6	0.0905	39.6669	0.0000

Tabela 19 Teste à independência temporal S&P/TSX

S&P/TSX			
Dimension	BDS	Z (q)	P-value
2	0.0238	26.6312	0.0000
3	0.0491	34.6398	0.0000
4	0.0674	40.0148	0.0000
5	0.0791	45.1211	0.0000
6	0.0843	49.9089	0.0000

Através das Tabelas 12, 13, 14, 15, 16,17, 18 e 19 conclui-se que existem indícios de não independência temporal nas séries. Uma vez que as séries já se encontravam filtradas de autocorrelação linear, conclui-se que a evidência apontará para a existência de autocorrelação não-linear. Este facto indica que as séries exibem memória para além da simples autocorrelação linear. Obviamente que existem inúmeras possibilidades de não-linearidades, incluindo a possibilidade de determinismo. Neste sentido, são aplicados testes baseados no rácio de variâncias, com vista a detetar clusters de volatilidade.

5.4 Rácio de variância

Os testes rácio de variância têm como objetivo testar a variância dos incrementos aleatórios dos preços dos ativos como função linear do tempo.

Para que a hipótese nula não seja rejeitada é necessário que o rácio de variância seja igual a 1. Se a hipótese nula for rejeitada, existe evidências de que a série exibe memória, logo há condições para rejeitar a hipótese de eficiência de mercado na forma fraca.

Tabela 20 Teste Rácio de variância CAC 40

CAC 40			
q	VR (q)	Z (q)	P-value
2	0.50961	-21.54744	0.00000
4	0.24592	-18.77638	0.00000
8	0.12459	-14.61037	0.00000
16	0.06059	-11.04752	0.00000
	Value	Nº Observações	P-value
Max z (no período 2)*	21.5474	7667	0.0000

Tabela 21 Teste Rácio de variância NIKKEI 225

NIKKEI 225			
q	VR (q)	Z (q)	P-value
2	0.4953	-22.8934	0.0000
4	0.2479	-19.8765	0.0000
8	0.1240	-16.0589	0.0000
16	0.0605	-12.6500	0.0000
	Value	Nº Observações	P-value
Max z (no período 2)*	22.8934	12003	0.0000

Tabela 22 Teste Rácio de variância DAX 30

DAX 30			
q	VR (q)	Z (q)	P-value
2	0.50595	-24.07153	0.00000
4	0.25305	-20.89226	0.00000
8	0.12496	-16.70491	0.00000
16	0.06222	-12.83757	0.00000
	Value	Nº Observações	P-value
Max z (no período 2)*	21.5474	7667	0.0000

Tabela 23 Teste Rácio de variância DOW JONES

DOW JONES			
q	VR (q)	Z (q)	P-value
2	0.5004	-17.2922	0.0000
4	0.2501	-15.1114	0.0000
8	0.1251	-12.3284	0.0000
16	0.0619	-9.8060	0.0000
	Value	Nº Observações	P-value
Max z (no período 2)*	17.2922	11999	0.0000

Tabela 24 Teste Rácio de variância FTSE 100

FTSE 100			
q	VR (q)	Z (q)	P-value
2	0.50013	-19.58040	0.00000
4	0.24991	-16.43552	0.00000
8	0.12510	-12.99817	0.00000
16	0.06181	-10.15617	0.00000
	Value	Nº Observações	P-value
Max z (no período 2)*	19.5804	8584	0.0000

Tabela 25 Teste Rácio de variância FTSE MIB

FTSE MIB			
q	VR (q)	Z (q)	P-value
2	0.4999	-19.9930	0.0000
4	0.2498	-17.1742	0.0000
8	0.1253	-13.4321	0.0000
16	0.0597	-10.1677	0.0000
	Value	Nº Observações	P-value
Max z (no período 2)*	19.9930	4933	0.0000

Tabela 26 Teste Rácio de variância PSI-20

PSI-20			
q	VR (q)	Z (q)	P-value
2	0.5004	-17.3456	0.0000
4	0.2502	-15.3993	0.0000
8	0.1252	-12.5778	0.0000
16	0.0613	-9.9070	0.0000
	Value	Nº Observações	P-value
Max z (no período 2)*	17.3456	6237	0.0000

Tabela 27 Teste Rácio de variância S&P/TSX

S&P/TSX			
q	VR (q)	Z (q)	P-value
2	0.5003	-17.7868	0.0000
4	0.2502	-15.5580	0.0000
8	0.1248	-12.3603	0.0000
16	0.0633	-9.3385	0.0000
	Value	Nº Observações	P-value
Max z (no período 2)*	17.7868	12000	0.0000

Ao observar as Tabelas 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27 do teste de rácio variância concluímos que H_0 é rejeitado ($VR(q) \neq 1$). Podemos concluir que as séries exibem memória e que há indícios que podem apontar para a rejeição da eficiência na forma fraca nos principais índices dos mercados do G7 e Portugal.

Obviamente que detetar evidências de memória nas séries, seja linear ou não-linear, não significa que os mercados sejam ineficientes na forma fraca. Apenas significa que poderão existir indícios ou condições para eventuais falhas na eficiência.

Através do teste rácio variância conclui-se que a eficiência na forma fraca é posta em causa no caso em que, com a informação da dita memória, é possível realizar ganhos anormais de forma sistemática.

5.5 Conclusões finais

No capítulo 5, primeiramente foi aplicado o teste de estacionariedade *Augmented Dickey-Fuller*, este teste foi o primeiro a ser aplicado porque não fazia sentido aplicar testes baseados em regressões lineares se as séries não fossem estacionárias, pois podia-se obter regressões espúrias. Com os outputs do teste ADF rejeitou-se a hipótese nula, ou seja, concluiu-se que todas as séries sob análise eram estacionárias.

Com todas as séries estacionárias estávamos em condições de poder aplicar testes com base em regressões lineares, desta forma foram aplicados os testes de autocorrelação linear e o teste *Ljung Box*. Aplicados estes testes, obtiveram-se resultados que permitiram rejeitar H_0 , confirmando-se a existência de autocorrelação linear. Dado isto, de forma a poder-se aplicar testes mais abrangentes, foram aplicados filtros ARMA às séries que exibiam autocorrelação linear e foi estimado um modelo autorregressivo correspondente e utilizado os resíduos para avaliar outras formas de dependência temporal.

Recorreu-se ao teste BDS para a avaliar eventuais dependências que tivessem por base estruturas não-lineares. Através do teste BDS concluiu-se que existiam indícios de não independência temporal nas séries, esta evidencia aponta para a existência de autocorrelação não-linear, este facto poderá indicar que as séries exibem memória para além da simples autocorrelação linear.

Por fim, para testar a variância dos incrementos aleatórios dos preços dos ativos, foi aplicado o teste rácio variância. Com os resultados deste teste foi possível concluir que as séries exibem memória e que há indícios que podem apontar para a rejeição da eficiência na forma fraca dos índices bolsitas das 7 economias mais desenvolvidas do mundo e de Portugal.

Tabela 28 Resumo dos resultados

Teste \ Índice	CAC 40	NIKKEI 225	DAX 30	DOW JONES	FTSE 100	FTSE MIB	PSI-20	S&P/TSX
ADF (<i>p-value</i>)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
Autocorrelação linear ¹	Evidência	Evidência	Evidência	Evidência	Evidência	Evidência	Evidência	Evidência
<i>Ljung Box</i> (Q) ²	Evidência	Evidência	Evidência	Evidência	Evidência	Evidência	Evidência	Evidência
BDS ³	Não linear	Não linear	Não linear	Não linear	Não linear	Não linear	Não linear	Não linear
Rácio de variância (VR(q)) ⁴	Cv	Cv	Cv	Cv	Cv	Cv	Cv	Cv

Como podemos constatar pela Tabela 28, os resultados estatísticos e econométricos não se diferenciam muito de índice para índice. Mesmo tendo analisado o índice português da mesma forma que os índices dos países pertencentes aos sete países mais desenvolvidos do mundo, não há grandes diferenças estatísticas, alias, com os outputs que obtivemos temos resultados muito similares nas estatísticas dos 8 índices. Desta forma, todos os índices analisados são estacionários, apresentam evidencia de autocorreção linear na maioria dos lags (*p-value*<0.05), e nenhum é *idd*, isto indica a existência de não linearidade nas séries. Com os resultados obtidos através do teste rácio variância, estamos em condições de afirmar que existe indícios de existência de clusters de volatilidade, ou seja, a existência de heterocedasticidade. Dado isto, podemos afirmar que existe memoria nas séries, mas não podemos afirmar que os mercados são não eficientes.

¹ Para a maioria dos lags é verificada a evidência de autocorrelação (*p-value* <0.05)

² Para a maioria dos lags é verificada a evidência de autocorrelação (*p-value* <0.05)

³ Não linear indica a existência de indícios de não linearidade nas séries dada a rejeição da hipótese nula

⁴ CV (clusters de volatilidade) indícios de existência de clusters de volatilidade, o que aponta para heterocedasticidade

6. CONCLUSÃO

O presente estudo procurou averiguar a presença de memória nas séries de taxas de rendibilidade dos principais índices bolsistas dos países pertencentes ao G7 e de Portugal e avaliar a respetiva eficiência na forma fraca.

Como não se pretendia avaliar interações e/ou relações entre os índices, não houve necessidade que as séries tivessem todas a mesma dimensão. Neste sentido, procurou-se maximizar o número de observações para cada índice analisado.

De forma a proceder à análise da amostra e estudar a presença de memória nas 8 séries, foram utilizadas 5 metodologias, o teste ADF, o teste autocorrelação e a estatística *Ljung Box*, teste BDS e por último o teste Rácio variância.

Através do teste ADF concluiu-se que todas as séries são estacionárias. Dada a estacionariedade, aplicou-se os testes de autocorrelação linear e o teste *Ljung Box* e verificou-se a existência de autocorrelação linear, posto isto de forma a ser possível a aplicação de testes mais abrangentes, aplicou-se filtros ARMA às séries que exibiam autocorrelação linear e foi estimado um modelo autorregressivo correspondente e utilizado os resíduos para avaliar outras formas de dependência temporal. Depois das séries estarem filtradas, foi aplicado o teste BDS que teve como conclusões a existência de indícios de não independência temporal. Por fim de forma a testar a variância dos incrementos aleatórios dos preços dos ativos, foi aplicado o teste rácio variância. Com os resultados deste teste foi possível concluir que as séries exibem memória e que há indícios que podem apontar para a rejeição da eficiência na forma fraca dos 8 índices.

A conclusão que extraímos deste estudo vai ao encontro de algumas conclusões de estudos mencionados na revisão bibliográfica: Soares (1997) analisou a eficiência do mercado bolsista de ações português (forma fraca) no período entre 1977-1994 e os resultados obtidos indicavam que o mercado português, para o período em análise, não poderia ser considerado eficiente na forma fraca. Já outros autores obtiveram resultados opostos aos obtidos no presente estudo, nomeadamente Areal e Armada (2002) e Worthington e Higgs (2004), estes autores não rejeitaram a hipótese de mercado eficiente.

Tal como analisado e referido anteriormente, há indícios de memória nas séries em estudo. E os resultados não permitem identificar diferenças de comportamento entre os

países do G7 e Portugal. Foi exatamente o comportamento similar no que toca à memória das taxas de rendibilidade que promoveu questões ao longo da redação deste trabalho. Esperar-se-ia que alguns mercados mostrassem sinais de possível não eficiência, mas também se esperava diferenças de comportamento. Provavelmente tal resultado poderá estar ligado aos dados e períodos temporais diferenciados usados. Com efeito, ao usar séries de diferente duração, há índices (como o *S&P/TSX*) que incluem muito mais informação e eventos considerados extremos e potenciadores de memória. Assim também é com o FTSE 100 e o DAX 30. Claro que nada indica que usando intervalos temporais iguais para todos os índices, os resultados seriam diferentes, mas é uma proposta de investigação futura nesta área.

Contudo, a evidência desta memória a nível temporal, não é por si só sinal de não eficiência. Seria necessário que a dita memória promovesse a possibilidade de ganhos anormais e sistemáticos para se concluir sobre a não-eficiência dos mercados. Naturalmente que seria necessário estudar os tipos de não-linearidades presentes na memória temporal, com vista a eventual exploração dessa informação.

Na realização deste trabalho detetámos algumas limitações. Desde os dados, que deveriam ser intradiários, contudo a dificuldade na sua obtenção impossibilitou a utilização dos mesmos. No que toca aos métodos, estes permitem concluir a existência de dependência temporal não-linear, mas não o tempo de dependência em concreto, nem o tipo de não-linearidade.

Para próximas investigações considera-se pertinente a exploração aprofundada das não-linearidades existentes e captadas neste trabalho de investigação, com vista a melhor compreender o comportamento das séries financeiras em estudo. Recomenda-se também o estudo destes países nas outras duas formas de eficiência, assim conheceríamos estes 8 mercados numa forma mais aprofundada no que toca ao conceito Eficiência. Num trabalho futuro também seria interessante incluir outros índices bolsistas de grandes potências mundiais como por exemplo a China ou até mesmo abordar esta temática em países em desenvolvimento, como o Brasil, Angola. entre outros.

BIBLIOGRAFIA

- Alexander, S. (1961). Price Movements in Speculative Markets:Trends or Random Walk. *Industrial Management Review*, 7-26.
- Areal, N., & Armada, M. (2002). The Long-Horizon Returns Behaviour of the Portuguese Stock Market. *European Journal of Finance*, 93-122.
- Bachelier, L. (1900). *Theory Of Speculation*. Cambridge: In Cootner P (Editors).
- Borges, L. (2015). *Recorde os piores momentos da historia dos mercados bolsistas*. Retrieved Novembro 1, 2017, from Jornal de Negócios: http://www.jornaldenegocios.pt/economia/detalhe/recorde_os_piores_momentos_da_historia_dos_mercados_bolsistas
- Brock, W., Dechert, W., & Scheinkman, J. (1987). *A Test for Independence Based On the Correlation Dimension*. University of Wisconsin at Madison, University of Houston, and University of Chicago, Department of Economics.
- Campbell, Y. J. (1987). Stock Returns and the Term Structure . *Journal As Financial Economics*, 373-39.
- Cootner, P. H. (1964). *The Random Character of Stock Market Prices*. Cambtidge: The MIT Press.
- Curto, J. J., & Reis, E. (2003). Testes à forma fraca da eficiência dos mercados: Aplicação aos índices PSI20,DAX e DJIA.
- Damodaran, A. (2005). *The Value of Synergy*. Stern School of Business.
- Dias, J. C., Lopes, L., Martins, V., & Benzinho, J. M. (2002). Efficiency tests in the Iberian stock markets. *ISCAC Working Paper*,, pp. 1-12.
- Dimson, E., & Marsh, P. (1998). Professional Forum - A brief History of Market Efficiency. *European Financial Management* , 91-103.
- Dionísio, A. (2006). *Medidas da teoria da informação aplicadas aos mercados*.
- Fama, E. (1965). Random Walks in Stock-Market Prices. *Financial Analysts Journal*, 55-59.
- Fama, E. (1965). The Behavior of stock prices. *Journal of business*, 383-417.
- Fama, E. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*, 383-417.
- Fama, E. (1991). Efficient Capital Markets II. *Journal of Finance*, 1575-1617.
- Fraga, J. S., & Strachman, E. (2013). Crise financeira: o caso japonês. *Nova Economia: Belo Horizonte*, 523- 553.
- Gama, P. (2000). A Eficiência Fraca do Mercado Accionista em Portugal: Evidência do Teste — 1989 a 1996,. *Vida Económica*.
- Granger, C., & Morgenstern, O. (1963). *Spectral analysis of New York stock market prices* (Vol. 16).

- Hamid, K., Suleman, M., Shah, S., & Akash, R. (2010). Testing the weak form of efficient market hypothesis: Empirical Evidence from Asia-Pacific Market. *Journal of Finance and Economics*, 1450-2887.
- Haugen, R. A. (2001). *Modern investment theory* (Vol. 5th ed). New Jersey: Prentice Hall.
- Hsieh, D. (1993). Implications of Nonlinear Dynamics for Financial Risk Management. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 41–64.
- Kendall, M. (1953). The Analysis Of Economic Time Series. *Journal of th Royal Statistical Society*, 11-25.
- Lo, A., & Mackinlay, C. (1988). Stock Market Prices do not follow random walks: Evidence From a simple specification test. *Review of Financial Studies*, 41-66.
- Mandelbrot, B. (1963). The Variation Of Certain Speculative Prices. *The Journal Of Bussiness*, 394-419.
- Osborne, M. F. (1959). Brownian Motion in stock Market. *Operations Research*, 145-173.
- Pires, C. P. (2006). *Mercados e Investimentos Financeiros*. Lisboa: Escolar Editora.
- Roberts, H. (1959). Stock Market 'Pattems' and Financial Analysis: Methodological Suggestions. *Journal of Finance*, 1-10.
- Roberts, H. (1967, May). statistical Versus Clinical Prediction of the Stock Market. *Unpublished manuscript*.
- Samuelson, P. (1965). Proof That Properly Anticipated Prrices Fluctuate Randomly. *Industrial Management Review*, 41-49.
- Simões, B. (2011). *11 de setembro foi mais destrutivo depois do ataque*. Retrieved Novembro 1, 2017, from Jornal de Negócios: http://www.jornaldenegocios.pt/economia/detalhe/11_de_setembro_foi_mais_destrutivo_depois_do_ataque
- Singal, V. (2003). *Beyond the random walk : a guide to stock market anomalies and low-risk investing*. New York: Oxford University Press Inc.
- Sleider, M., & Rom, W. (1997). A historical Analysis of Market Efficiency: Do Historical Returns Fallow a Random Walk9. *Journal of Financial and Strategic Decisions*, 49-57.
- Soares, V. (1997). A (in) eficiência dos mercados bolsistas de ações: Estudo do caso Português. *Vida Economica*.
- Tayler, S. J. (2005). *Asset Price Dynamics, Volatility, and Prediction*. New Jersey: Princeton University Press.
- Van Horne, j. c. (1995). *Financional management and policy*. New Jerrey: Prentice Hall.
- Working, H. (1934). A Random Difference series for Use in Anlysis of Time Series. *Journal og the American Statitcal Association*, 11-24.

Working, H. (1960). Note on The Correlation of First Differences Of Averages In a Random Chain.
Econometrica, 916-918.

Worthington, A., & Higgs, H. (2004). Random walk and Market Efficiency in European Equity Markets. *Global Journal of Finance and Economics*, 59-78.