

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE.
DEPARTAMENTO DE CONTABILIDADE E ATUÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONTROLADORIA E CONTABILIDADE

Marco Aurélio dos Santos

HIPÓTESE DE MERCADOS ADAPTATIVOS E FATORES ECONÔMICO-
INSTITUCIONAIS: Uma Abordagem Multinível

SÃO PAULO
2018

Profº Dr. Vahan Agopyan
Reitor da Universidade de São Paulo

Profº Dr. Adalberto Américo Fischmann
Diretor da Faculdade de Economia Administração e Contabilidade

Profº Dr. Ariovaldo dos Santos
Chefe do Departamento de Contabilidade e Atuária

Profº Dr. Lucas Ayres Barreira de Campos Barros
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade

MARCO AURÉLIO DOS SANTOS

HIPÓTESE DE MERCADOS ADAPTATIVOS E FATORES ECONÔMICO-
INSTITUCIONAIS: Uma Abordagem Multinível

Versão Original

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Controladoria e Contabilidade, do
Departamento de Contabilidade e Atuária da
Faculdade de Economia, Administração e
Contabilidade da Universidade de São Paulo para a
obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Controladoria e
Contabilidade

ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Paulo Lopes Fávero

SÃO PAULO
2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico para fins de estudo e pesquisa, desde que seja citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada por Martha Ribeiro Neves de Vasconcellos – CRB-8/5994
Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Santos, Marco Aurélio dos

Hipótese de mercados adaptativos e fatores econômico-institucionais:
uma abordagem multinível / Marco Aurélio dos Santos. – São Paulo, 2018.
176 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade de São Paulo, 2018.

Orientador: Luiz Paulo Lopes Fávero

1. Preço de ações 2. Economia evolucionária 3. Análise multinível
4. Valor (Contabilidade) I. Universidade de São Paulo. Faculdade de
Economia, Administração e Contabilidade. II. Título.

CDD – 332.63222

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: SANTOS, Marco Aurélio dos

Título: Hipótese de Mercados Adaptativos e Fatores Econômico-Institucionais: Uma Abordagem Multinível

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade, do Departamento de Contabilidade e Atuária da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo para a obtenção do Título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Controladoria e Contabilidade

ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Paulo Lopes Fávero

Aprovada em

BANCA EXAMINADORA

Profº Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Profº Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Profº Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Profº Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

A todos que espiritualmente ou fisicamente, estenderam suas mãos e nos momentos mais difíceis e escuros, estiveram ao meu lado me apoiando e dando forças para superar os obstáculos a frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus e a Nossa Senhora, assim como todos anjos e Santos, pela dádiva concedida a todos nós em todos momentos de nossas vidas, Senhores do nosso destino.

A minha mãe Sebastiana Maria dos Santos (*in memoriam*) e ao meu avô João Liberato dos Santos (*in memoriam*) que me ensinaram e me ensinam a superar todos os nossos esforços e do plano espiritual, vigia e intercede nos momentos difíceis.

A minha avó Irene Maria de Oliveira dos Santos, reserva de força, exemplo de ser humano que está ao meu lado a cada dia. Que chorou comigo, que sorriu comigo, que me deu apoio nos momentos difíceis dessa jornada, que me ensinou o valor do esforço e é meu exemplo máximo de vida e retidão. Ao meu irmão Márcio que me ajuda muito, onde espelho-me em suas ações para ser sempre melhor a cada dia. Ao meu sobrinho João Gabriel, que foi um bálsamo nos momentos difíceis que passei. Obrigado!

Ao meu amigo Luiz Paulo Fávero, que me deu força interior para seguir em frente, quando minhas forças faltaram. Que me ajudou a levantar e a me manter em pé, por mais difícil que seja o caminho. Espelho de retidão, esforço e perseverança em cada momento. Que me estendeu a mão nessa jornada. Muito obrigado!

A minha amiga Tatiana Albanez, que esteve ao meu lado nos momentos complicados dessa caminhada, reserva de apoio e compreensão. Que me ajudou a seguir nos momentos que já não tinha mais forças. Ainda estou lhe devendo um café! Obrigado!

Aos professores e amigos Wilson Nakamura e Andrea Accioly Minardi, que me auxiliaram nesse caminho, iluminando-me de ideias num campo ainda tão difícil de desbravar. Agradeço por acompanharem meu desenvolvimento, e serem guias nesse caminho. Em cada página há um pouquinho de cada um de vocês. Obrigado!

Aos professores que me auxiliaram a chegar até aqui. Aos que me ajudaram, me auxiliaram, me deram apoio e me indicaram os possíveis caminhos a seguir. Aos que me suportaram ouvir falando tanto sobre o tema da minha tese e me ajudaram a seguir em frente. Aos que me ajudaram com um sorriso, uma palavra amiga, um ombro a se apoiar, que se dedicaram a me guiar e pensar cada vez mais longe. Fica aqui meu muito obrigado!

A todos os meus amigos e colegas de jornada, em especial a Ludmila, Bianca, Jeice, Carol, Fernanda e a todos que estiveram comigo em cada minuto dando forças para seguir em frente. Que me mandaram forças e energia para que pudesse superar as adversidades e chegar até o atual ponto. Obrigado!

Ao departamento de Contabilidade e Atuária da FEA/USP, extensível a todos os órgãos públicos e agências de fomento que me deram condições de que esse trabalho fosse concluído, obrigado!

A Márcia e a equipe de secretárias do EAC, que me ajudaram tanto dando carinho e apoio nos momentos complicados e de dificuldade.

A todas as pessoas que de alguma forma, me passaram apoio, carinho e atenção para comigo durante todos esses anos de luta e desafio. Que me ajudaram a superar obstáculos pessoais quase intransponíveis, e me mostraram que o impossível pode se tornar possível.

MUITO OBRIGADO A TODOS!

“The day has passed delightfully: delight is however a weak term for such transports of pleasure: I have been wandering by myself in a Brazilian forest: amongst the multitude it is hard to say what set of objects is most striking; the general luxuriance of the vegetation bears the victory, the elegance of the grasses, the novelty of the parasitical plants, the beauty of the flowers — the glossy green of the foliage, all tend to this end. — A most paradoxical mixture of sound and silence pervades the shady parts of the wood, the noise from the insects is so loud that in the evening it can be heard even in a vessel anchored several hundred yards from the shore. Yet within the recesses of the forest when in the midst of it a universal stillness appears to reign. To a person fond of natural history such a day as this brings with it pleasure more acute than he ever may again experience....”

(trecho do diário de Charles Darwin quando de sua passagem pelo Brasil em 1832. **Charles Darwin**. *The Beagle diary* (1831-1836))

“It is not the strongest of the species that survive, nor the most intelligent, but the one most responsible to change”.

(**Charles Darwin** 1809-1882, *The Origin of Species*)

"What is one man's life compared to the eternity of time and space? No more than a snowflake that glitters in the sun for a moment before melting into the flow of time."

(**Osamu Tezuka**)

RESUMO

Santos, M.A. (2018) Hipótese de mercados adaptativos e fatores econômico institucionais: Uma abordagem multinível. (Tese de Doutorado). Faculdade de Economia Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo

Um dos temas mais discutidos na área de finanças é a forma como os mercados se estruturam sob perspectiva informacional, precificando ativos financeiros. Uma das teorias centrais de discussão é a Hipótese de Eficiência dos Mercados (HEM) de Eugene Fama (1970), derivada da teoria de utilidade. Um dos pontos centrais de discussão e crítica da HEM são seus pressupostos quanto à modelagem do comportamento humano, totalmente racional e oportunista. Uma segunda linha de estudos apresenta um contraponto a esse modelo de ser humano utilizado nas teorias neoclássicas de finanças, utilizando um modelo de agente que possui falhas no processo de tomada de decisão financeira em função de uma racionalidade limitada e de vieses cognitivos, que impactam sobre o preço dos ativos negociados (Tversky & Kahneman, 1979; Thaler, 1985). A Hipótese de Mercados Adaptativos (HMA), de Andrew Lo (2004, 2005), é uma das teorias que conciliam a estrutura neoclássica da HEM com o comportamento não ótimo do agente, considerando novas estruturas de tomada de decisão financeira pelo investidor, como aprendizado, adaptação e vieses comportamentais, apresentando dinâmicas de mercado semelhantes a características biológicas, com impactos do ambiente e seleção natural como direcionadores da eficiência dos mercados. Desta forma, esse trabalho tem como objetivo verificar se existe aderência do conceito de evolução e do impacto do ambiente macroeconômico sobre a eficiência informacional dos mercados financeiros, verificando a capacidade de adaptação do mercado a mudanças do ambiente, e quais fatores apresentam maior grau de explicação no processo de adaptação e eficiência dos mercados em diferentes países. Para isso foram analisados os índices de preços e retornos de 48 economias, assim como informações econômico-institucionais sobre os países aos quais estavam relacionados, por meio do desenvolvimento de uma métrica de ineficiência informacional relativa dos mercados e posterior análise por meio de modelos descritivos e multinível. Foi identificado que há comportamentos cíclicos de eficiência ao longo do tempo, e os graus de eficiência diferem-se entre as economias estudadas, assim como há evidências de que há variação do comportamento de eficiência quando da mudança do cenário econômico. Adicionalmente foi identificado que características ambientais (como instituições e comportamento geral da economia) também apresentam efeitos sobre o grau de ineficiência relativa de mercados, e sua relação está associada ao comportamento previsto na HMA.

Palavras Chave: *Evolutionary Finance*, Hipótese dos Mercados Adaptativos, Impactos do ambiente econômico e institucional, Modelos Multinível.

ABSTRACT

Santos, M.A. (2018) *Adaptive Markets Hypothesis and economic-institutional factors: A multilevel perspective. (Doctoral Thesis). Faculty of Economy, Administration and Accounting, University of São Paulo, São Paulo*

One of the most discussed topics in finance research is the way of markets are structured from an informational perspective, pricing financial assets. One of the central theories of discussion is Eugene Fama's Market Efficiency Hypothesis (HEM) (1970), derived from utility theory. One of the central points of discussion and critics of HEM is its assumptions about the modeling of human behavior, totally rational and opportunistic. The second line of studies shows a counterpoint to this model of human behavior used in neoclassical finance theories, by an agent model that has flaws in financial decision-making process due to a bounded rationality and cognitive biases impacting on the price of the traded assets (Tversky & Kahneman, 1979; Thaler, 1985). The Andrew Lo's (2004, 2005) Adaptive Market Hypothesis (HMA) is one of the theories that reconcile the neoclassical structure of HEM with the agent's non-optimal behavior, considering new structures of financial decision-making by the investor, such as learning, adaptation and behavioral biases, presenting market dynamics like biological characteristics with environmental impacts and natural selection as drivers of market efficiency. In this way, the objective of this work is to verify if there is adherence to the concept of evolution and the impact of the macroeconomic environment on the informational efficiency of the financial markets, observing the adaptability of the market to changes in the environment, and which factors present a greater degree of explanation in the process of adaptation and efficiency of markets in different countries. To do so, we analyzed the price and return indices of 48 economies, as well as economic-institutional information about the related countries, through the development of a metric of relative informational inefficiency and subsequent analysis through descriptive and multilevel models. It has been identified that there are cyclical efficiency behaviors over time, and the efficiency levels differ between the studied economies, and evidence about the changes in the efficiency behavior when the economic scenario changes. Additionally, it was identified that environmental characteristics (such as institutions and general economic behavior) also have effects on the degree of relative market inefficiency, and their relation is associated with the behavior predicted in the HMA

Keywords: *Evolutionary Finance, Adaptive Markets Hypothesis, Institutional and Economic factors, Multilevel Models.*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADR: *American Depositary Receipt*

AR: *Autoregressive Model*

ARFIMA: *Autoregressive Fractionally integrated Moving Average Model.*

BRICS: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (*South Africa*)

CAPM: *Capital Asset Pricing Model*

CME: *Chicago Mercantile Exchange*

DFA: *Detrended Fluctuation Analysis*

DJIA: *Dow Jones Industrial Average*

DJIM: *Dow Jones Islamic Markets Index*

ETF: *Exchange Traded Fund*

GARCH: *Generalized Autoregressive Conditional Heterokedasticity Model*

GCC: *Gulf Cooperation Council*

GPH: *Geweke and Porter-Hudak estimator*

HEM: Hipótese de Mercados Eficientes

HMA: Hipótese de Mercados Adaptativos

MF-DFA: *Multi Fractal Detrended Fluctuation Analysis*

OECD: *Organization for Economic Cooperation and Development*

OLS: *Ordinary Least Squares*

PIB: Produto Interno Bruto

ROA: *Return on Assets*

R/S: *Rescale Range*

RVS: Regressão com Vetores de Suporte

SAT: *Scholastic Aptitude Test*

S&P: Standard and Poor's

TSE: *Tehran Stock Exchange*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Coeficiente de Correlação Serial defasado em 5 anos do índice <i>S&P Composite</i> (1875-2003). Fonte: Lo (2004, 2005)	47
Figura 2: Esquema de apresentação dos dados em níveis. (LEMMA, 2017)	79
Figura 3: Gráficos do índice de ineficiência informacional (Hurst – 0,50) calculado com janelas de 500 observações por índice de bolsa/país ao longo do tempo	117
Figura 4: Gráficos do índice de ineficiência informacional (Hurst – 0,50) calculado com janelas de 1250 observações por índice de bolsa/país ao longo do tempo.	118

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comportamento do índice de ineficiência médio por dia (expoente de Hurst-0,50), considerando toda a amostra em estudo.	115
Gráfico 2: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice DJIA ao longo do período em estudo.....	119
Gráfico 3: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice NIKKEI225 ao longo do período em estudo	120
Gráfico 4: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice Jakarta Composite Index ao longo do período em estudo	121
Gráfico 5: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice Ibovespa ao longo do período em estudo	121
Gráfico 6: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice OMX Helsinki ao longo do período em estudo	123
Gráfico 7: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice BET ao longo do período em estudo.....	123
Gráfico 8: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice IPSA ao longo do período em estudo.....	125
Gráfico 9: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice KSE100 ao longo do período em estudo	125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Trabalhos empíricos que testam a Hipótese de Mercados Adaptativos (HMA)..... 58

Quadro 2: Técnicas utilizadas para a mensuração de eficiência de mercados em pesquisas empíricas levantadas que analisam comportamento cíclico e determinantes de eficiência de mercados. 74

Quadro 3: Países, Índices e respectiva *Market Capitalization* no ano de 2016 constituintes da amostra. 94

Quadro 4: Variáveis utilizadas no presente estudo 97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados descritivos da base de dados utilizada para cálculo da métrica de ineficiência relativa de mercados (<i>Expoente de Hurst</i> – 0,5).....	110
Tabela 2: Dados descritivos da variável dependente – métrica de ineficiência informacional relativa – janela de 500 observações (<i>Expoente de Hurst</i> – 0,5).....	112
Tabela 3: Dados descritivos da variável dependente – métrica de ineficiência informacional relativa – janela de 1250 observações (<i>Expoente de Hurst</i> – 0,5).....	114
Tabela 4: Dados descritivos das variáveis explicativas do Estudo.....	127
Tabela 5: Resultados da estimação do modelo nulo na amostra em estudo, com o índice de ineficiência calculado por meio de janelas móveis de 500 obs. (2 anos) e 1250 obs. (5 anos)	129
Tabela 6: Resultados da estimação do modelo com a inclusão da variável tempo no intercepto e no coeficiente da amostra em estudo, com o índice de ineficiência calculado por meio de janelas móveis de 500 obs. (2 anos) e 1250 obs. (5 anos).....	131
Tabela 7: Resultados da estimação do modelo com a inclusão das variáveis <i>bond yield</i> e <i>bond yield spread</i> (com 1 e 2 lags) da amostra em estudo, com o índice de ineficiência calculado por meio de janelas móveis de 500 obs. (2 anos).	133
Tabela 8: Resultados da estimação do modelo com a inclusão das variáveis <i>bond yield</i> e <i>bond yield spread</i> (com 1 e 2 lags) da amostra em estudo, com o índice de ineficiência calculado por meio de janelas móveis de 1250 obs. (5 anos).	134
Tabela 9: Resultados da estimação do modelo com a inclusão das variáveis de ambiente econômico e institucional da amostra em estudo, com o índice de ineficiência calculado por meio de janelas móveis de 500 obs. (2 anos).	137
Tabela 10: Resultados da estimação do modelo com a inclusão das variáveis de ambiente econômico e institucional da amostra em estudo, com o índice de ineficiência calculado por meio de janelas móveis de 1250 obs. (5 anos).	138

Tabela 11: Comparação entre os modelos de estimação: Estimação do parâmetro com toda a amostra (ARFIMA Clássico), estimação do parâmetro com toda a amostra por meio de modelo GPH e média das estimações por ARFIMA Clássico com base em janelas móveis. 142

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	25
1.1 – Contexto.....	25
1.2 - Pergunta de Pesquisa	27
1.3 – Objetivos de Pesquisa	29
1.4 – Tese Proposta e Hipóteses de Pesquisa.....	30
1.5 – Justificativas e Contribuições da Pesquisa.....	31
1.6 – Estrutura do Trabalho	32
 2 - REFERENCIAL TEÓRICO	33
2.1 – Eficiência de Mercados: Conceito Neoclássico	33
2.2 – Abordagens Alternativas ao Modelo Neoclássico em Economia e Finanças	40
2.3 – Hipótese de Mercados Adaptativos (HMA)	44
2.4 – Evidências Empíricas da Hipótese de Mercados Adaptativos	49
2.5 – Impacto do Ambiente Econômico-Institucional e Setorial sobre os Mercados de Capitais	61
2.6 – Medidas de Eficiência Informacional Aplicadas a Estudos Empíricos: Expoente de Hurst.....	69
 3- TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS: MODELOS MULTINÍVEL	77
3.1 – Modelos de Regressão Multinível: Conceito.....	78
3.2 – Modelos de Regressão Multinível Aninhados	84
 4- ESTIMAÇÃO DA VARIÁVEL REPRESENTATIVA DE EFICIÊNCIA DE MERCADOS: EXPOENTE DE HURST	89
 5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	93
5.1 – População e Amostra	93
5.2 – Levantamento dos Dados e Definição das Variáveis Utilizadas	96
5.3 - Análises dos Dados e Estimação dos Modelos de Regressão	102

6- ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	109
6.1 – Análise Descritiva da Variável Dependente.....	109
6.2 – Análise Descritiva das Variáveis Explicativas dos Modelos de Regressão	126
6.3 – Análise dos Modelos de Regressão Multinível: Modelo Nulo e Modelo com Inclusão da Variável Tempo (<i>Growth Curve Model</i>)	128
6.4 – Análise dos Modelos de Regressão Multinível: Modelo Multinível com Inclusão de Coeficientes	132
6.5 – Testes de Sensibilidade e Robustez.....	141
 7- CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	 145
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 151
 APÊNDICES.....	 160

INTRODUÇÃO

1.1 – Contexto

A compreensão da estrutura e do comportamento dos mercados é um tema clássico de estudo na área de finanças. Principalmente no século XX com a estruturação e a consolidação da estrutura dos mercados de capitais nas principais economias do globo, a busca por explicar os comportamentos vistos nas bolsas de valores torna-se um dos temas principais no campo de pesquisa em finanças e mercados financeiros. Embasados em teorias neoclássicas da economia, a Hipótese de Eficiência de Mercados (HEM) de Fama (1970) é um dos principais trabalhos neste campo.

Um dos pressupostos da HEM é o conceito de *homo economicus* derivada da teoria da Utilidade Esperada Subjetiva¹. Este conceito condiciona o processo de tomada de decisão de apreçamento de ativos por parte do agente a um comportamento totalmente racional, onde a utilidade esperada é determinada pela riqueza final gerada pela atividade financeira. Esse pressuposto em que o agente econômico apresenta racionalidade ilimitada é um dos principais pontos de discussão das teorias que têm a UE como base².

Observa-se que em conjunto com seus outros pressupostos³, a HEM identifica que em um mercado dito eficiente, os preços dos ativos refletem toda a informação existente sobre o mesmo e que qualquer estratégia financeira de investimento não apresentaria retornos anormais persistentes ao longo do tempo, dada a capacidade dos agentes racionalmente assimilarem novas informações ao preço.

Todavia, segundo Campbell, Lo e MacKinlay (1997), Barberis e Thaler (2003) e Lo (2005), um dos principais problemas da HEM é sua dificuldade de observação e análise empírica, considerando que as características dos mercados são mais complexas do que os axiomas que pressupõem a hipótese citada. Logo, a teoria apresenta-se mais como um benchmark de

¹ *Subjective Utility Theory*

² Das teorias advindas da UE pode-se destacar além da HEM: Os modelos de apreçamento de ativos CAPM e APT, os modelos de apreçamento de opções, a Teoria do Portfólio de Markowitz, entre outras.

³ Além do modelo racional de tomada de decisão do agente, a HEM pressupõe um mercado eficiente como um mercado onde não há fricções ou custos de transação e não apresenta assimetria informacional entre os agentes.

discussão, de onde modelos e outras teorias, com mudanças e relaxamentos de seus pressupostos poderiam surgir.

Questionando a capacidade racional ilimitada do agente no processo de tomada de decisão financeira, a área de Finanças Comportamentais constitui-se em uma abordagem alternativa onde a tomada de decisão individual apresenta vieses cognitivos e comportamentos não racionais, trazendo novas explicações ao comportamento dos mercados. (Tversky e Kahneman, 1974, 1979, 1991; Thaler, 1985)⁴. Esta abordagem tomou forma a partir da década de 1980, e sua discussão tem-se tornado maior principalmente com os diversos choques econômicos e crises financeiras vistas na década de 1990-2000, bem como a crise de 2008.

Derivado da abordagem comportamental, outro campo de estudo que tem crescido em discussão é o de modelos evolucionários. Baseado nos conceitos de evolução de Charles Darwin, estas pesquisas tentam buscar explicações sobre o comportamento econômico com base nos conceitos de seleção natural e adaptação dos indivíduos ao ambiente.

As primeiras reflexões sobre a aplicação dos conceitos Darwinianos para explicações de fenômenos econômicos são do final do século XIX. Veblen (1898) apresenta uma discussão dos motivos que fazem com que a ciência econômica tenda para o lado de um modelo mais físico, e não evolucionário. Neste artigo, ele destaca as mesmas críticas realizadas ao modelo neoclássico de finanças, dando ênfase ao desenho de que o agente, e por consequência, os mercados não apresentam um comportamento evolutivo ao longo do tempo.⁵

A ótica evolutiva pressupõe que as mudanças do ambiente e dos agentes no tempo (dentro de um contexto econômico) são parte importante para a compreensão dos fenômenos econômico-financeiros, diferentemente de modelos neoclássicos (Hogdson, 2002; Johnson, Price e Vugt, 2013). As mudanças e a capacidade de adaptação dos agentes, e características de aprendizado são fatores necessários no entendimento da dinâmica econômica dos mercados.

Considerando as diversas teorias trabalhadas na linha comportamental e o vínculo ao conceito biológico/evolucionário de mercado, a Hipótese de Mercados Adaptativos (HMA)⁶ proposta

⁴ Das principais teorias que podem se citar no campo de finanças comportamentais, encontram-se a *Prospect Theory* e *Mental Accounting*.

⁵ Este ponto crítico a não adoção de um conceito evolutivo também é discutido sob a ótica das firmas por Alchian (1950) e Winter Jr. (1964).

⁶ *Adaptive Markets Hypothesis (AMH)*.

por Lo (2004, 2005) apresenta-se como um processo de evolução da HEM. Nesta teoria, uma decisão não ótima por parte do investidor pode estar associada a uma decisão ótima por parte do mercado, ao longo da observação em um processo intertemporal.

Nesta teoria identifica-se que diferentes tipos de gestores/agentes buscam como fim sua sobrevivência dentro do mercado, lutando para conseguir retornos e tomando diferentes tipos de decisões financeiras. Complementarmente, observa-se ao longo do tempo que determinado processo de tomada de decisão torna-se dominante, em função da saída de investidores que acumularam perdas ao longo do tempo, pela tomada de decisões não ótimas.

Com isto, decisões não ótimas são reprimidas e decisões ótimas são reforçadas. O ambiente competitivo pelos escassos retornos anormais tende a direcionar quais *frameworks* de decisão são os melhores a serem adotados em determinado período de tempo pelos gestores.

As decisões tomadas pelos gestores possuem características distintas de acordo com a mudança dos ecossistemas econômicos no espaço e no tempo, dado que cada mercado apresenta características institucionais gerais próprias, que podem interferir no *framework* de tomada de decisão pelo gestor, assim como na velocidade de adaptação as mudanças ocorridas no ambiente.

A partir de mudanças no ambiente, as antigas formas de decisão podem ou não ser revistas, e indicar que novas formas de tomada de decisão são necessárias ou não para continuar atingindo maiores retornos por parte dos agentes.

Neste conceito, a HMA é consistente com a variabilidade dos graus de eficiência de mercado entre economias e ao longo do tempo, tendo sua possível explicação a partir das mudanças do ambiente externo impactando a tomada de decisão financeira pelos agentes. (Lo, 2004, 2005; Dourado e Tabak, 2013; Soufian, Forbes e Hudson, 2013)

1.2 - Pergunta de Pesquisa

Observa-se que um dos pontos predominantes de discussão dentro dos conceitos da HMA é o papel do ambiente externo no processo de tomada de decisão financeira. Neste campo, é identificado que as probabilidades de diferentes estados do mundo, passados, presentes e

futuros figuram como determinantes no processo de evolução dos *frameworks* de tomada de decisão pelos agentes.

As mudanças nos estados do mundo apresentados podem ser representadas por mudanças de características institucionais e econômicas dos mercados, como crises financeiras agudas, mudanças institucionais não previsíveis, características regulatórias e políticas, que segundo a HMA seriam direcionadores das decisões financeiras ótimas para aquele mercado. A principal pergunta da área é como características do ambiente institucional e econômico são direcionadoras do processo de tomada de decisão e inteligência evolutiva do mercado em questão. Segundo Lo (2005):

“Os principais determinantes de qualquer fator de prêmio de risco giram em torno das preferências dos participantes do mercado e como eles interagem com os recursos naturais da ecologia do mercado. Isto sugere uma agenda específica de pesquisa para identificar e medir fatores precificados que coincidem com o estudo de qualquer ecossistema natural complexo...”⁷

Atenta-se que a principal preocupação destacada pela área de pesquisa em estruturas de mercado, com destaque a HMA é a compreensão de como as preferências dos investidores se relacionam com as características do ambiente, e quais fatores ambientais podem ser fatores relevantes de risco aos investidores interferindo diretamente sobre o *framework* de tomada de decisão e o processo de evolução dos mercados. Considerando isso, o autor aponta quais seriam os pontos de análise a serem discutidos em uma agenda de pesquisas futuras.

“Construir medidas resumo *cross-sectional* das preferências dos investidores atuais e os tamanhos das populações de investidores com cada tipo de preferência, desenvolver uma descrição parcimoniosa, mas completa do ambiente de mercado em que esses investidores estão interagindo (incluindo recursos naturais, condições ambientais atuais, e contextos institucionais, como a microestrutura de mercado, as restrições legais e regulamentares, e os efeitos fiscais), e especificar as dimensões ao longo das quais a concorrência, a inovação e a seleção natural atuam. Armado com estes dados deve ser possível dizer quais características podem se tornar fatores de risco em quais tipos de condições de mercado. É claro que esse tipo de coleta de dados é sem precedentes na economia e finanças e provável que seja um compromisso não-trivial. No entanto, este pode muito bem ser o preço do progresso no modelo da Hipótese dos Mercados Adaptativos.” (Lo, 2005)⁸

⁷ No original em inglês: “The main determinants of any factor risk premium revolve around the preferences of market participants and how they interact with the natural resources of the market ecology. This suggests a specific research agenda for identifying and measuring priced factors that coincide with the study of any complex natural ecosystem . . .”

⁸ No original em inglês: “Construct summary measures of the cross-section of preferences of current investors and the population sizes of investors with each type of preference, develop a parsimonious but complete description of the market environment in which these investors are interacting (including natural resources, current

Dentro desta agenda de pesquisa, observa-se que a preocupação em compreensão de como características de países afetam os mercados de capitais também é presente em outros artigos que analisam direcionadores para o desenvolvimento dos mercados (Dyck e Zingales, 2004; Forti, Yen-Tsang e Peixoto, 2011; Rejeb e Boughrara, 2013; Dewandaru *et. al*, 2014 Mobarek e Fiorante, 2014, Quayes e Jamal, 2015). Nestas pesquisas, os autores buscam identificar a associação entre o componente econômico-institucional e suas variações sobre o preço e características dos mercados de ações.

Adicionalmente, os autores identificaram o impacto de características legais (proteção ao investidor, origem do regramento legal) econômicas (grau de liberdade econômica, flutuações nas taxas de juros oficiais e de títulos soberanos), cultura nacional (*World Values Survey* e dimensões de Hofstede), sobre características de tamanho do mercado de capitais, e preço/retorno das ações neles negociadas, porém não foram encontrados até o momento estudos que verificam o impacto dessas variáveis sobre métricas de eficiência de mercado, objeto da presente pesquisa realizada.

Considerando as propostas de pesquisa identificadas por Lo (2005) supracitadas, e a lacuna na literatura identificada, a principal pergunta de pesquisa que este projeto se propõe a discutir é:

Qual a influência das diferentes características dos países (econômicas, institucionais) e suas variações sobre o grau de eficiência informacional dos mercados, sob a ótica da Hipótese dos Mercados Adaptativos?

1.3 – Objetivos de Pesquisa

Dada a pergunta de pesquisa, o objetivo principal deste trabalho foi verificar qual o grau de impacto das características econômicas e institucionais do país no grau de eficiência de mercado e a adaptação dos agentes econômicos aos choques derivados das mudanças econômicas e institucionais, verificando uma validação da HMA em seus pressupostos, assim como se existe

environmental conditions, and institutional contexts such as market microstructure, legal and regulatory restrictions, and tax effects), and specify the dimensions along which competition, innovation, and natural selection operate. Armed with these data, it should be possible to tell which characteristics might become risk factors under what kinds of market conditions. Of course, gathering this kind of data is unprecedented in economics and finance and likely to be a nontrivial undertaking. However, this may very well be the price of progress within the AMH framework (...)

uma relação entre a ecologia de mercado (características constantes e variáveis dos ambientes de mercado) sobre a eficiência informacional.

Especificamente, este trabalho tem por objetivos:

- a) Verificar qual o comportamento de eficiência de mercado de diferentes economias;
- b) Identificar se a HMA é aderente a mercados com características econômicas/institucionais distintas,
- c) Verificar qual impacto que as características de mercado e país possuem sobre o grau de eficiência de mercado;
- d) Identificar o grau de influência de mudanças econômicas e institucionais dos países sobre o grau de eficiência do mercado;
- e) Identificar quais características possuem maior relevância nesse processo.

1.4 – Tese Proposta e Hipóteses de Pesquisa

A partir da análise de estudos empíricos que analisaram impacto de características econômicas e institucionais sobre mercados possuindo como plataforma teórica a HMA e a HEM (Kim Shamsuddin e Lim, 2011, Charles, Darné e Kim 2012, Dourado e Tabak, 2013, Ghazani e Araghi, 2014, Verheyden, De Moor e Bossche, 2015), esta pesquisa apresenta a seguinte tese a ser defendida:

Os mercados apresentam comportamento “cíclico” no seu grau de eficiência informacional, determinado a partir de variações dos cenários econômicos, e o ambiente econômico e institucional onde o mercado está inserido interfere no processo de adaptação das heurísticas dos agentes no mercado afetando o grau de eficiência.

Considerando a tese proposta acima, elenca-se a seguir as seguintes hipóteses analisadas:

H_{1a}: O grau de eficiência de um mercado não é constante ao longo do tempo,

H_{1b}: O grau de eficiência de um mercado não é constante entre diferentes economias,

H₂: Mudanças institucionais e choques econômicos estão relacionados com a variação ao longo do tempo.

H₃: Características econômicas e institucionais onde os mercados estão situados estão associados a diferença de comportamento de eficiência de mercado em diferentes economias.

1.5 – Justificativas e Contribuições da Pesquisa

Analisando as características da HMA e sua relação com conceitos relacionados aos trabalhos em finanças comportamentais, justifica-se o trabalho em função da necessidade de apresentação de um panorama de quais fatores influenciam a estrutura e os comportamentos dos mercados, indicando em quais pontos podem ser passíveis de apresentação de mudanças para ampliar o processo de eficiência ou que podem ser entraves de um melhor funcionamento dos mercados de capitais.

Logo, é possível o desenvolvimento de políticas para uma melhor fluidez dos mercados, desenvolvendo um ambiente ecológico possibilite uma melhor condição para a geração de negócios e atratividade para novos investidores, além de produzir valor ao acionista dando foco em fatores determinantes de tomada de decisão.

Com um investimento no mercado de capitais maior, é possível ter fontes de financiamento alternativas aos bancos com valores mais baratos, proporcionando maior interesse e possíveis incentivos as empresas a abrir o capital e adquirir recursos dos investidores, que podem ter maior diversificação dos seus investimentos.

Para as empresas, a construção de modelos que possam retratar mais fielmente o mercado pode servir de vantagem comparativa para analisar qual o real valor que suas organizações possuem e quais fatores têm maior influência na construção do valor em diferentes economias e em diferentes períodos de tempo, incentivando o direcionamento de políticas empresariais em consonância ao que os investidores interpretam como sendo fatores de construção de valor para a empresa.

Para a academia, tal trabalho se justifica pela necessidade de trabalhos empíricos sobre o tema utilizando-se de outros paradigmas teóricos e novas perspectivas além da HEM, já amplamente estudada. Adicionalmente, estudar em profundidade os fundamentos teóricos da HMA e sua aplicação empírica, dado que há ainda poucos trabalhos que abordam esta hipótese como um possível novo paradigma de pesquisa em finanças, assim como seus pontos positivos e negativos em relação aos conhecimentos já existentes no campo em estudo.

Outro ponto de importância e destaque para este refere-se a análise do processo de estruturação e aprendizado de outros mercados, em específico dos emergentes, que podem abrir caminhos para a melhoria da própria hipótese, que como colocado por Andrew Lo (2004), “ainda está em desenvolvimento, e certamente requer muito mais pesquisas para tornar-se “operacionalmente significativa” na visão de Samuelson”.⁹

1.6 – Estrutura do Trabalho

Com base no *framework* utilizado em Albanez (2012), o trabalho foi estruturado como se segue: No capítulo 2 encontra-se a revisão literária pertinente ao tema, onde são analisadas as características evolutivas dentro do campo de estudo das finanças, a hipótese dos mercados evolutivos e seus achados empíricos, assim como pesquisas empíricas relacionadas.

Nos capítulos 3 e 4 são apresentados os modelos de análise de dados, identificando a plataforma teórica dos modelos multinível e a construção da variável dependente da pesquisa em questão, com o processo de estimação do expoente de Hurst. Em sequência, são relatados os procedimentos metodológicos da pesquisa em questão, as fontes de dados, as variáveis em estudo e os modelos de regressão desenvolvidos.

O capítulo 6 é exposto e discutido os resultados obtidos a partir do desenvolvimento dos modelos de cálculo da variável dependente e dos testes aplicados para as hipóteses testadas na presente tese, assim como informações sobre sensibilidade e robustez do processo de análise dos dados e por fim, no capítulo 7, identifica-se as principais conclusões, recomendações e limitações do presente estudo.

⁹ No original em inglês: *The AMH is still under development, and certainly requires more researches to render it “operationally meaningful” in Samuelson’s sense.*

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

Para uma melhor compreensão do marco teórico, o capítulo de revisão de literatura foi dividido em seis itens: No primeiro item é apresentado o conceito de eficiência de mercados sob a ótica da teoria de finanças com base neoclássica. No segundo item são desenvolvidas as discussões sobre a origem da aplicação dos conceitos evolutivos em finanças e em economia como abordagem alternativa ao modelo com pressuposto de racionalidade ilimitada do agente.

Em seguida é exposta a Hipótese dos Mercados Adaptativos, seus conceitos, pressupostos e análises, assim como sua relação com a Hipótese *Random Walk*, seguido pelos primeiros trabalhos empíricos sobre o tema, analisando a metodologia e os resultados encontrados.

No penúltimo item de discussão são debatidos os impactos econômico-institucionais sobre os mercados financeiros, por meio de análises teóricas e empíricas, correlacionando-os a HEM e a HMA, servindo de base conceitual das variáveis explicativas do presente estudo. Por conseguinte, são analisados os estudos que estruturam e discutem medidas de eficiência informacional, base teórica para a estruturação da variável dependente do estudo realizado.

2.1 – Eficiência de Mercados: Conceito Neoclássico

Um dos principais campos de estudo dentro da área de finanças é a eficiência informacional dos diferentes mercados existentes em relação ao preço atribuído aos ativos transacionados. Desde o importante estudo de Von Neumann – Morgenstein sobre teoria da utilidade e o trabalho de Fama (1970), o conceito de eficiência de mercados é um tema que permeia a academia até hoje.

Segundo Fama *et. al.* (1969), e Fama (1970), o conceito de eficiência informacional dos mercados está vinculado a dois pontos principais:

“Assim, os resultados do estudo emprestam considerável suporte a conclusão de que o mercado de ações é “eficiente” no sentido de que preços de ações ajustam muito rapidamente a novas informações.” (Fama *et. al.*, 1969)¹⁰

“Em termos gerais, o ideal é um mercado nos quais os preços apresentem sinais acurados para alocação de recursos: Isto é, um mercado nos quais as firmas podem realizar decisões

¹⁰ No original em inglês: “Thus, the results of the study lend considerable support to the conclusion that the stock market is efficient in the sense that stock prices adjust very rapidly to new information”

de produção-investimento, e investidores podem escolher entre os papéis que representam propriedade das atividades das firmas, sob o pressuposto que os preços dos papéis em qualquer momento “reflitam totalmente” toda a informação disponível. Um mercado no qual preços sempre “refletem totalmente” toda informação é chamado “eficiente.” (Fama, 1970)¹¹

Observa-se que Fama apresenta dois conceitos que determinam a eficiência de mercado: Se o sistema de preços é capaz de refletir toda a informação disponível sobre aquele ativo e a velocidade que o mercado possui para internalizar qualquer nova informação ao preço do ativo transacionado. Esses dois conceitos são importantes para destacar o grau de eficiência que determinado mercado possui.

Dentro desses dois conceitos, Fama estabelece três características suficientes, porém não necessárias para que o mercado se apresente de forma eficiente, sendo elas: “i) que não haja custos de transação entre ativos dentro do mercado; ii) toda informação disponível não apresente custo a todos os participantes do mercado e iii) todos concordam com as implicações das informações correntes e distribuições de preços futuros dos papéis” (Fama, 1970).

Analisando empiricamente, observa-se que essas características se apresentam somente como um *benchmark*, dado que na maioria dos mercados de ativos existem custos de transação envolvidos e há custos para se obter diferentes informações por parte dos agentes, o que pode levar a assimetria de informação.

Adicionalmente, Shleifer (2000) apresenta mais três pressupostos onde a Hipótese de Eficiência de Mercados está estruturada, sendo: i) A racionalidade ilimitada do investidor, que consegue valorar logicamente os papéis quando da mudança de suas crenças e do aparecimento de novas informações no mercado; ii) arbitragem quando da existência de investidores não racionais, para a retirada dos mesmos de dentro do mercado e iii) racionalidade coletiva, sendo que os erros cometidos por investidores que não sejam racionais possam ser cancelados dentro do mercado, se os mesmos negociarem randomicamente.

¹¹ No original em inglês: “In general terms, the ideal is a market in which prices provide accurate signals for resource allocation: that is, a market in which firms can make production-investment decisions, and investors can choose among the securities that represent ownership of firms’ activities under the assumption that security prices at any time “fully reflect” all available information. A market in which prices always “fully reflect” all information is called efficient”

Tais pressupostos são objetos de discussão se são ou não necessários para que um mercado seja eficiente ou não, e mesmo em relação a validade empírica da HEM, dado que a racionalidade ilimitada do investidor é ponto de intenso debate acadêmico, como será visto adiante.

A Hipótese de Eficiência de Mercados (HEM) afirma que, em um mercado eficiente onde os preços tendam sempre ao equilíbrio, o somatório dos excessos de retorno para determinado ativo no longo prazo será zero, não sendo possível desenvolver estratégias que consigam retornos maiores que os do mercado dada a informação existente e as características de mercado propriamente ditas.

O conceito pode ser formalizado matematicamente da seguinte forma (Fama, 1970; Wijst, 2013; Savoiu e Andronache, 2013):

$$\varepsilon_{i,t+1} = \frac{P_{i,t+1} - P_{i,t}}{P_{i,t}} - \frac{E[P_{i,t+1}|\Phi_t] - P_{i,t}}{P_{i,t}} = \frac{P_{i,t+1} - E[P_{i,t+1}|\Phi_t]}{P_{i,t}} \quad (1)$$

Em que $\varepsilon_{i,t+1}$ é o excesso de retorno do ativo i em $t+1$, e é representado pelo retorno real do ativo ($\frac{P_{i,t+1} - P_{i,t}}{P_{i,t}}$) menos o retorno estimado do ativo, dado o valor do preço estimado condicionado a todas as informações existentes no mercado ($E[P_{i,t+1}|\Phi_t]$), podendo ser representado da seguinte forma:

$$\varepsilon_{i,t+1} = r_{i,t+1} - E[r_{i,t+1}|\Phi_t] \quad (2)$$

Analisando esta segunda equação, pode-se considerar que, se o modelo de estimativa (seja um CAPM ou APT, por exemplo) utiliza-se de todas as informações existentes no mercado, e o próprio mercado já faz uso de todas essas informações, então é impossível que se utilizando das mesmas informações que se possa conseguir excessos de retorno maiores que zero em qualquer tipo de estratégia.

Em que:

$$E[\varepsilon_{i,t+1}|\Phi_t] = 0 \quad (3)$$

Este primeiro modelo identifica-se um *fair game*, onde não há excesso de retornos no mercado. Para desenvolvimento de testes empíricos, são utilizados outros dois modelos: O modelo *submartingale* e o modelo *random walk*.

No modelo *martingale* ou *submartingale*, considera-se que os investidores apresentam uma determinada expectativa constante de crescimento ou decrescimento dos preços do ativo no mercado em questão, não relacionado ao set de informações Φ_t apresentado, podendo ser representado da seguinte forma:

$$E[P_{i,t+1}|\Phi_t] = P_{i,t} \quad (4)$$

Pode se dizer que o sistema de preços se apresenta como um *martingale*, quando da não ocorrência de nenhuma nova informação, o preço de determinado ativo tende a se manter constante. Ou seja, as diferenças sucessivas de preços são independentes e identicamente distribuídas entre si (iid)

$$E[P_{i,t+1}|\Phi_t] = (1 + \gamma) \times P_{i,t} . \quad (5)$$

Neste caso, pode-se observar que o parâmetro $(1 + \gamma)$ determina um crescimento positivo nos preços dos ativos, sem estar relacionado ao set Φ_t apresentando-se assim como um *submartingale*.

No modelo de passeio aleatório, ou *random walk*, estabelece-se que se novas informações são imprevisíveis, os retornos dos ativos também o são, como no modelo *Martingale*, o que faria com que a série de retornos apresentasse um comportamento randômico. Identifica-se que o padrão randômico exista em função da competição entre os investidores racionais em busca de

novas informações sobre os ativos, antes que o mercado saiba de tais informações. (Urquhart, 2013). Desta forma, se houver a possibilidade de previsibilidade dos movimentos dos preços, isso pode identificar que o mercado não é eficiente, dado que nem toda a informação relevante disponível foi incorporada aos preços.

O modelo pode ser representado da seguinte forma:

$$P_{i,t+1} = \gamma + P_{i,t} + \epsilon_t \quad (6)$$

Neste modelo, observa-se que o preço imediatamente posterior ao preço atual do ativo é dado por um componente fixo γ que representa a perspectiva de crescimento de preços não relacionado ao set de informações disponíveis no mercado, somado ao preço atual do ativo e mais a um termo de ruído ϵ_t . A verificação do modelo de passeio aleatório se dá por meio de um *martingale* com restrições no termo ϵ_t , que dependendo das restrições que apresenta em seu comportamento, pode apresentar três tipos de submodelos de *random walk* (Campbell, Lo e Mackinlay, 1997), sendo que o mais utilizado pressupõe que ϵ_t não seja correlacionado ao longo do tempo¹², o que pode ser observado a partir de testes de autocorrelação (lineares ou não lineares) aplicados a séries de tempo.

Dada a capacidade de verificação de eficiência de determinado mercado a partir dos testes de passeio aleatório, Arshad *et. al.* (2016) aponta outros modelos capazes de identificar o grau de eficiência de determinados mercados, além dos modelos ARIMA e os modelos de raiz unitária já explorados em pesquisas de teste de eficiência: a) Modelos baseados em funções de distribuição de probabilidades distintas e funções de correlação; b) Análise DFA (*De-trended fluctuation analysis*) c) Modelos baseados no expoente de Hurst.

Tais modelos fogem do conceito matemático econômico clássico e analisam as séries de tempo sob um conceito econofísico. Os modelos DFA e modelos baseados no expoente de Hurst

¹² O primeiro modelo de random Walk (RW1) pressupõe que tanto a série de incrementos de preço pertencente ao termo de erro ϵ_t apresentem a mesma distribuição e sejam independentes. Este primeiro modelo é bem restritivo, sendo pouco usado em séries financeiras, mas podendo ser verificado por meio de teste *runs*. Um ajuste desse modelo, chamado RW2, pressupõe que os incrementos possam ser independentes, mas não precisam pertencer a mesma distribuição do termo ϵ_t , o que garante ainda sim a imprevisibilidade dos preços futuros, e possibilita a análise de comportamentos de volatilidade (Urquhart, 2013)

analisam as séries de retorno considerando se existe um efeito fractal dentro das séries. Se as mesmas forem eficientes, tal efeito não será encontrado, e o grau de eficiência é dado a partir do grau de prevalência de tal comportamento fractal nas séries, tal qual nos modelos clássicos, sendo utilizados como base para mensuração da medida de eficiência informacional do presente trabalho¹³.

Dentro da hipótese de mercados eficientes, Fama (1970) destaca três formas de classificação de eficiência dentro de um determinado mercado, sendo elas a forma *fraca*, *semiforte* e *forte* de eficiência de mercado, com a existência para cada uma delas de modelos empíricos específicos para teste.

A forma *fraca* ocorre quando todas as informações passadas de preços são incorporadas ao preço atual dos ativos. Isto ocorre porque informações de preço passado dos ativos apresentam custo muito baixo de obtenção, sendo largamente publicados. Deve-se considerar que se tais informações são possíveis de determinar preços futuros, todos os investidores já saberão de tal fator (Urquhart, 2013).

Na forma *semiforte* de eficiência de mercados observa-se que não apenas os preços históricos, mas também todas as notícias abertas a público (como demonstrações financeiras, avaliações macroeconômicas) são incorporadas ao sistema de preços e retornos dos ativos.

Na forma *forte* de eficiência observa-se que toda a informação existente (incluindo informações internas das organizações) são incorporados aos preços dos ativos, não existindo grupos que possam possuir de forma monopolística determinada informação relevante ao mercado (Fama, 1970; Campbell, Lo e Mackinlay, 1997).

Titan (2015) identificou a partir de uma análise dos testes empíricos realizados para identificação do comportamento de eficiência fraca, semiforte e forte dos mercados uma série de desafios para o teste da teoria de Fama: O primeiro ponto é a distinção mais precisa dos conceitos de forma fraca, semiforte e forte de eficiência de mercados do ponto de vista empírico. Testes para medição de forma semiforte e forte de mercados tendem a apresentar resultados conflitantes entre si dado a própria falta de consenso entre os pesquisadores das definições

¹³ Atenta-se que o uso de modelos fractais advindos de modelos econofísicos constituem um novo campo de estudo, de forma a explorar a identificação de comportamentos não lineares em séries de retornos, que poderiam ser característicos de um comportamento não eficiente, o que não é possível com o uso de modelos de séries de tempo baseados em tendências lineares (raiz unitária), que não capturariam o comportamento fractal das séries de tempo num contexto informacional.

específicas dos três tipos. Somente a forma fraca possui uma distinção de teste empírico mais clara do que as duas outras formas.

O segundo ponto considera os comportamentos de anomalias de mercado e o seu ajuste no longo prazo. Atenta-se que em estudos empíricos, o comportamento de anomalias de mercado como *overreaction* era parte integrante da dinâmica de mercado, e persistiam no longo prazo. Outro ponto de conclusão lógica de Titan (2015) é que nem todos os agentes tomarão as mesmas decisões (ex. distribuição de dividendos) considerando os efeitos de novas informações, o que gera resultados difusos em função de cada mercado/tempo/evento.

Considerando as características de mercado e os pressupostos utilizados por Fama para a construção da teoria, outros autores indicam que o modelo de mercado “eficiente” como proposto por Fama no sentido estrito não pode ser testável e em adição, ser impossível na prática.

Grossman e Stiglitz (1980) argumentam que a condição suficiente apontada por Fama em que os mercados devam apresentar informação sem custo, é em verdade condição necessária para que o mercado apresente-se de forma eficiente, dado que em um mercado onde existe custos para se obter informação, e toda a informação disponível é refletida dentro do sistema de preços, não haveria incentivos para quem busca/paga informação o fizesse, o que ocasionaria na não eficiência de tais mercados.

Malkiel (2003) aponta evidências empíricas para a não ocorrência de um modelo de mercado totalmente “eficiente” como características do comportamento dos investidores (como *underreaction* frente a novas notícias, padrões de sazonalidade no comportamento de investimentos), previsibilidade de dados a partir de características de papéis (como múltiplos), e de informações da companhia (como o efeito tamanho), assim como destaca eventos onde afirma que há a apresentação clara de que o mercado americano não se comporta de forma eficiente todo o tempo (como o caso de bolhas, por exemplo).

Urquhart (2013) aponta que:

“A HEM clássica não pode explicar porque mercados vão de períodos de eficiência para períodos de ineficiência. A HEM postula que não há oportunidades no mercado usando análise técnica, e se há, investidores racionais transacionam esses lucros muito rapidamente, embora Lim et. al. (2006), por exemplo, encontraram que os mercados de capitais asiáticos não apresentam uma clara tendência a eficiência. Adicionalmente,

anomalias de calendário e análise técnica tem mostrado por meio de análise de subamostras que oportunidades de lucro variam ao longo do tempo.”¹⁴

Adicionalmente, Ramiah, Xu e Moosa (2015) destacam o comportamento dos *noise traders* e seus vieses de tomada de decisão como um fator crítico a HEM, que não prevê tais agentes dentro do modelo de mercado, sendo que sua existência são um dos fatores que fazem com que os mercados apresentem graus de ineficiência informacional. Dentro do campo das finanças comportamentais, o comportamento de *noise trading* é analisado em maior detalhe, em conjunto com os vieses existentes na tomada de decisão financeira como já apontado por Malkiel (2003).

Por outro lado, a Hipótese de Mercados Adaptativos considera tais agentes como parte da estrutura do mercado, e sua dinâmica de grau de participação pode ser um dos determinantes para o grau de eficiência informacional de dado mercado em um instante do tempo, podendo os mesmos manterem-se ou saírem do mercado de acordo com suas próprias características (como grau de aversão a perda, ou predisposição ao risco), ou mudanças de conjuntura de mercado (quando uma estratégia não eficiente torna-se eficiente em função de choques exógenos) sendo uma incorporação de tais fenômenos a teoria já existente, como é discutida na seção 2.3 deste capítulo.

2.2 – Abordagens Alternativas ao Modelo Neoclássico em Economia e Finanças

O questionamento sobre qual abordagem melhor explica os comportamentos dos mercados remonta a própria história do pensamento econômico como ciência. Observa-se que a discussão atual sobre as características e os pressupostos adotados atualmente que explicam o comportamento dos mercados financeiros já remontam a mais de um século.

A principal discussão feita por pesquisadores como Veblen (1898) é a capacidade de modelos neoclássicos de economia explicarem sistemas dinâmicos como os mercados, onde os agentes tendem a evoluir ao longo do tempo de acordo com características do ambiente. Evoluções tecnológicas e sociais fazem com que o modo de visão dos mercados mude ao longo do tempo.

¹⁴ No original em inglês: “Classical EMH cannot explain why markets go through periods of efficiency and then periods of inefficiency. The EMH states that there are no profit opportunities in the market using trend analysis, and that if there are, rational traders trade these profits away quickly. However, Lim et al (2006) for example, find Asian stock markets do not present a clear trend towards efficiency. Furthermore, calendar anomalies and technical analysis have shown through subsample analysis that profit opportunities vary over time.”

Tais características tendem a dar aos mercados uma semelhança a modelos evolutivos, e não termodinâmicos¹⁵ como visto no conceito neoclássico. Assim, a economia neoclássica tem capacidade de explicar o comportamento dos mercados em um ponto do tempo, porém não teriam como servir de base para uma teoria de mudança e desenvolvimento.

O primeiro ponto de discussão de Veblen é a característica do ser humano totalmente racional e maximizador de uma função utilidade: A capacidade de mudança e de evolução dos mercados ocorre somente se o ser humano não se apresenta como um modelo totalmente racional e maximizador de uma determinada função utilidade, mas capaz de cometer erros e de interagir com outros agentes (Veblen, 1898; Boulton, 2010).

Em um contexto de estudos de mercados observa-se que a fala de Veblen aproxima-se do campo de estudo de economia comportamental e da neuroeconomia. Estes dois campos buscam a compreensão das anomalias do mercado que o modelo neoclássico não consegue responder, a partir de um framework onde o conceito de racionalidade não é dado, mas pode variar de acordo com as limitações cognitivas e fisiológicas humanas.

Segundo Gippel (2012), os principais desafios encontrados na abordagem comportamental são a falta de uma teoria que tenda a englobar os conceitos vistos dentro deste campo de estudos, assim como a maioria das pesquisas ainda estarem presas a conceitos da teoria neoclássica, não apresentando características acadêmicas que possam fazer com que haja uma mudança de paradigma.

Burnham (2013) cita como exemplo a área de estudo de funções de utilidade comportamental, afirmando que “a crítica as funções de utilidade comportamental são que elas são complicadas, falham em produzir novos insights e falham em incluir importantes direcionadores de comportamento”¹⁶, e corrobora a afirmação de Gippel que a área mais próxima ao modelo *mainstream* é a que apresenta maiores críticas de desenvolvimento.

¹⁵ Veblen (1898) e Bouton (2010) apontam essa associação Newtoniana ao modelo neoclássico, dado o conceito de equilíbrio de mercado, onde as leis físicas tendem a ser constantes ao longo do tempo aplicados aos objetos, não variáveis como no caso das ciências econômicas.

¹⁶ No original em inglês “*the critique of behavioral utility functions is that they are complicated, fail to produce novel insights, and fail to include important drivers of behavior*”

Em outras abordagens mais recentes, como em neurofinanças, a principal crítica está embasada na capacidade de precisão dos resultados empíricos a partir de técnicas de imagem como ressonância magnética funcional (fMRI).

Porém, esta abordagem tem apresentado sucesso em explicar comportamentos anômalos em tomada de decisão financeira, dado que não se sustenta em pressupostos já delimitados (como nível de racionalidade), tendo como base de estudo o cérebro, o que dá a capacidade de verificação de características como aprendizado nos estudos (Gippel, 2012; Burnham, 2013).

Um segundo ponto de crítica ao modelo neoclássico é o conceito de evolução e aprendizado do próprio agente ao longo do tempo. Veblen (1898) indica que “as propriedades físicas dos materiais acessíveis pelo homem são constantes; porém, é o agente humano que muda – seu insight e sua apreciação do que as coisas podem ser usadas e o que desenvolvem”¹⁷.

A partir desse segundo conceito, a proposta de Veblen é apresentar os mercados como modelos baseados em uma lógica evolutiva, baseada no conceito de Darwin, encampada por outros economistas, como Schumpeter, Alchian, Hayek, Nelson e Winter Jr. (Potts, 2001; Branco, 2012).

Segundo Burnham (2013), as abordagens evolucionárias aplicadas aos mercados possuem características que unificam o comportamento racional limitado do agente ao conceito de eficiência econômica ao longo do tempo. Em mercados financeiros, o espírito de competição pelos maiores retornos dentro de determinado mercado é o que direciona quais decisões são ótimas ao longo do tempo. Assim, observa-se uma analogia ao conceito de seleção natural vista na biologia¹⁸.

Desta forma, a própria competição entre os agentes tenderia a um mercado otimizado, sinalizando a outros agentes quais estratégias são as que apresentaram sucesso. Esta sinalização, ou transmissão de conhecimento, é um dos pontos centrais de compreensão dos mercados sob uma ótica evolucionária.

Potts (2001) afirma que a transmissão de conhecimento é um ponto chave para a compreensão de sistemas complexos, como os mercados. Em uma ótica neoclássica, os mercados são

¹⁷ No original em inglês “*the physical properties of the materials accessible to man are constants; it is the human agent that changes—his insight and his appreciation of what these things can be used for is what develops.*”

¹⁸ Neste ponto os estudos citam frequentemente os conceitos de leis naturais gerais comparando a com o conceito de “mão invisível” de Adam Smith, sendo um modelo de equilíbrio um processo de otimização contínua.

sistemas de processamento de informação, sendo o conhecimento irrelevante. Num conceito evolucionário, o conhecimento agregado transmitido pelos mercados é base de adaptação dos agentes a processos de tomada de decisão ótimos em determinados pontos do tempo.

Com mais agentes tendo acesso ao conhecimento, a necessidade de mudança e inovação torna-se presente na formulação de novas estratégias econômicas, independentemente da forma e dos vieses com que as tomam. Esta evolução de estratégias é necessária frente às mudanças não apenas nas decisões dos outros agentes, mas também do ecossistema de mercado ao qual estão inseridos (Hans e Schenk-Hoppé, 2005).

Hodgson (2002) aponta que as principais críticas ao uso da analogia biológica de seleção natural e evolução não são convincentes dentro de um contexto filosófico. A afirmação que ele coloca é “que Darwinismo não inclui somente teorias específicas que explicam mecanismos particularmente biológicos, mas também uma teoria geral que é aplicada a todos os sistemas abertos, complexos e evolutivos, desconsiderando os mecanismos particulares de herança ou replicação¹⁹”.

Desta forma, por ser um modelo aberto, existe a capacidade de explicação de determinados fenômenos de natureza econômica, considerando características de analogia ou conceitos biológicos diretos. Muitas das características vistas no mundo natural têm em comum com o mundo social o que faz com que a analogia seja válida.

Considerando essas duas críticas feitas por Veblen, observa-se que abordagens para a explicação das anomalias econômicas (como bolhas, por exemplo)²⁰, podem possuir diferentes características, que conversam entre si, dados principalmente o foco de estudo e objeto de pesquisa.

Segundo Gippel (2012), a maior visibilidade de abordagens alternativas a teoria neoclássica vista em pesquisas na área de economia e finanças nas últimas décadas, principalmente com a

¹⁹ No original em inglês “*that Darwinism includes not only specific theories that explain particular biological mechanisms, but also a general theory that applies to all open complex and evolving systems, irrespective of the particular mechanisms of inheritance or replication*”

²⁰ Boulton (2010) cita a fala de Alan Greenspan (2008) quanto as anomalias econômicas: “*Asset-price bubbles build and burst today as they have since the early 18th century, when modern competitive markets evolved. To be sure, we tend to label such behavioral responses as non-rational. But forecasters’ concerns should be not whether human response is rational or irrational, only that it is observable and systematic*”

evolução dos campos de neurociência e da matemática computacional, apresenta-se como um processo de mudança de paradigma no campo de estudos em finanças.

Com a inclusão de novas ferramentas técnicas e metodológicas na pesquisa na área, é possível analisar outras abordagens que até o momento, tinham como base somente o contexto teórico. A partir do framework de Kuhn (1970), Gippel identifica um momento de “ciência extraordinária” em finanças, onde a Hipótese dos Mercados Adaptativos ainda emerge.

Soufian, Forbes e Hudson (2013), destacam que a HMA tende a apresentar-se como o próximo paradigma de pesquisa em finanças, dado a principal característica que a teoria de Lo possui em conciliar características advindas de modelos eficientes (neoclássicos) com os estudos comportamentais, por meio de uma dinâmica evolutiva. A HMA apresentando o mercado por um modelo aberto incorpora características não racionais dos agentes, desvinculando essa característica do comportamento geral do mercado otimizador, como o modelo evolucionário postula, conciliando duas áreas então divergentes.

Adicionalmente, Dhankar e Shankar (2016) destaca que a Hipótese de Mercados Eficientes tende a ser mais efetiva em momentos onde o mercado apresenta-se mais estável, com características mais estacionárias no tempo. Porém com a evolução dos sistemas computacionais e o aumento da complexidade dos diferentes mercados, ocasionando maior volatilidade dos retornos, tende a fazer emergir com maior frequência evidências características dos modelos comportamentais, fazendo que nesse modelo econômico de maior incerteza, as premissas da HMA apresentam-se com maior plausibilidade e maior consistência lógica. (Shankar, 2016)

2.3 – Hipótese de Mercados Adaptativos (HMA)

A Hipótese de Mercados Adaptativos (HMA), proposta por Andrew Lo (2004), é uma releitura da Hipótese dos Mercados Eficientes de Fama, sob um framework alternativo de análise do comportamento dos mercados.

Como Lo (2004) afirma: “Especificamente, a Hipótese dos Mercados Adaptativos pode ser vista como uma nova versão da HEM, derivados dos princípios evolucionários. Preços refletem o máximo de informação ditada pela combinação de condições ambientais e o número e a

natureza das ‘espécies’ na economia, ou usando um termo biológico mais apropriado, a ecologia”²¹.

Nesta abordagem evolutiva, em um mercado onde existem fricções, leis biológicas como seleção natural, adaptação, mutação e aprendizado são o que direcionam quais estratégias e heurísticas de tomada de decisão são mais adequadas. Os vieses cognitivos não seriam contraexemplos de racionalidade, mas sim heurísticas aplicadas em momentos errados no tempo, fora do contexto (Lo, 2005).

No *framework* da HMA, os agentes têm a capacidade de adaptação das suas heurísticas de decisão para atingir maiores recompensas, porém não de forma 100% racional, em função de limites cognitivos próprios e preferências distintas que influem na sua capacidade de processamento de informação, porém, esse processo é dinâmico ao longo do tempo, dado as experiências e as informações anteriores que possui.

A partir dessa capacidade, identifica-se que os agentes que tem maior capacidade de adaptação de suas heurísticas e alcançar maiores retornos são os que teriam maiores chances de sobreviver por maior tempo dentro do mercado. Os que tendem a não conseguir tais feitos, acumulando perdas percebidas ao longo do tempo, tendem a desaparecer do mesmo, em função do processo de aversão a perda.

O processo de adaptação e aprendizado funciona dado que estratégias que apresentam sucesso são recompensadas (por meio de recursos) e as que apresentam insucesso são inibidas (por meio de perdas). Observando o mercado, os agentes tendem a aprender quais estratégias são desejáveis, se não quiserem ter perdas e acabar saindo do mercado. Se o ambiente externo for estável, essa tendência caminhará em direção a um ponto ótimo.

Porém, segundo Lo (2005), com as mudanças de características do ambiente (como variação dos recursos, número de agentes), a tendência de adaptação de heurísticas nem sempre é direta, e heurísticas que funcionam bem em determinados cenários podem não ser as melhores a serem aplicados após a mudança de características do ambiente ecológico, gerando assim períodos de ineficiência informacional.

²¹ No original em inglês: “Specifically, the Adaptive Markets Hypothesis can be viewed as a new version of the EMH, derived from evolutionary principles. Prices reflect as much information as dictated by the combination of environmental conditions and the number and nature of “species” in the economy or, to use a more appropriate biological term, the ecology”

Considerando tais conceitos, Lo (2004) resume as principais características da Hipótese de Mercados Adaptativos:

- (A1) Indivíduos agem em seu próprio interesse;
- (A2) Indivíduos cometem erros;
- (A3) Indivíduos aprendem e adaptam-se;
- (A4) Competição direciona adaptação e inovação;
- (A5) Seleção natural desenha a ecologia do mercado;
- (A6) Evolução determina a dinâmica do mercado.

Em resumo, a HMA pode ser explicada da seguinte forma:

“A HEM e HMA tem um ponto de partida comum em A1, mas há uma diferenciação em dois paradigmas em A2 e A3. Em mercados eficientes os investidores não cometem erros, nem há qualquer aprendizagem e adaptação, pois, o ambiente de mercado está parado e sempre em equilíbrio. No âmbito da HMA, os erros ocorrem com frequência, mas os indivíduos são capazes de aprender com os erros e adaptar o seu comportamento em conformidade. No entanto, A4 afirma que a adaptação não ocorre independentemente das forças do mercado, mas é conduzido por competição, ou seja, a luta pela sobrevivência. As interações entre os vários participantes do mercado são regidas pela seleção natural – a sobrevivência dos mais ricos, em nosso contexto. A5 implica que o ambiente de mercado atual é um produto deste processo de seleção. A6 afirma que a soma total destes componentes - indivíduos, a concorrência, a adaptação, seleção natural, e condições ambientais é o que observamos como a dinâmica do mercado” (Lo, 2005)²².

Assim, a explicação do grau de eficiência informacional dos preços vem de dois fatores: O nível de concorrência no mercado e as características do ambiente. Mercados com maior (menor) concorrência (com maior (menor) número de agentes), tendem a apresentar maior (menor) concorrência por recursos escassos, o que tenderia a apresentar um grau de eficiência maior (menor). (Lo, 2004, 2005; Alajbeg, Bubas e Sonje, 2012)

Estes fatores não são fixos ao longo do tempo, em função características cíclicas de entrada (saída) de novos agentes e de características de mercado (com períodos de maior (menor)

²² No original em inglês: *The EMH and AMH have a common starting point in A1, but the two paradigms part company in A2 and A3. In efficient markets, investors do not make mistakes, nor is there any learning and adaptation because the market environment is stationary and always in equilibrium. In the AMH framework, mistakes occur frequently, but individuals are capable of learning from mistakes and adapting their behavior accordingly. However, A4 states that adaptation does not occur independently of market forces but is driven by competition, that is, the push for survival. The interactions among various market participants are governed by natural selection—the survival of the richest, in our context—and A5 implies that the current market environment is a product of this selection process. A6 states that the sum total of these components — selfish individuals, competition, adaptation, natural selection, and environmental conditions — is what we observe as market dynamics.*

recursos disponíveis a todos). Também pode ser influenciado por mudanças econômicas que extinguem espécies de agentes do mercado com características distintas de tomada de decisão e que mudam as características de tomada de decisão pelo agente, tendo maior ou menor peso na estratégia financeira.

Uma das evidências apresentadas por Lo (2004, 2005), que foi utilizada como base para as primeiras pesquisas empíricas de análise da HMA foram os testes de autocorrelação de retornos em séries temporais em dados longos, aplicados em índices de ações. No teste aplicado no índice S&P 500, de 1871 a 2003, com dados mensais utilizando uma janela móvel de cinco anos, foi identificado que o comportamento de eficiência do mercado, não apresentava uma tendência consistente a um período de eficiência, mas sim uma sazonalidade, com movimentos cíclicos.

De acordo com Lo (2004, 2005), o impacto de mudanças do ecossistema (ambiente econômico, evolução tecnológica, características institucionais) no grau de eficiência é o que apresenta seu comportamento cíclico. Tais mudanças no ecossistema podem apresentar redução de riquezas, assim como afetar a relação risco/retorno dos agentes, o que pode levá-los a fazer investimentos que tendam a não ser ótimos ou que não sejam interessantes dadas suas preferências, fazendo com que saiam do mercado.

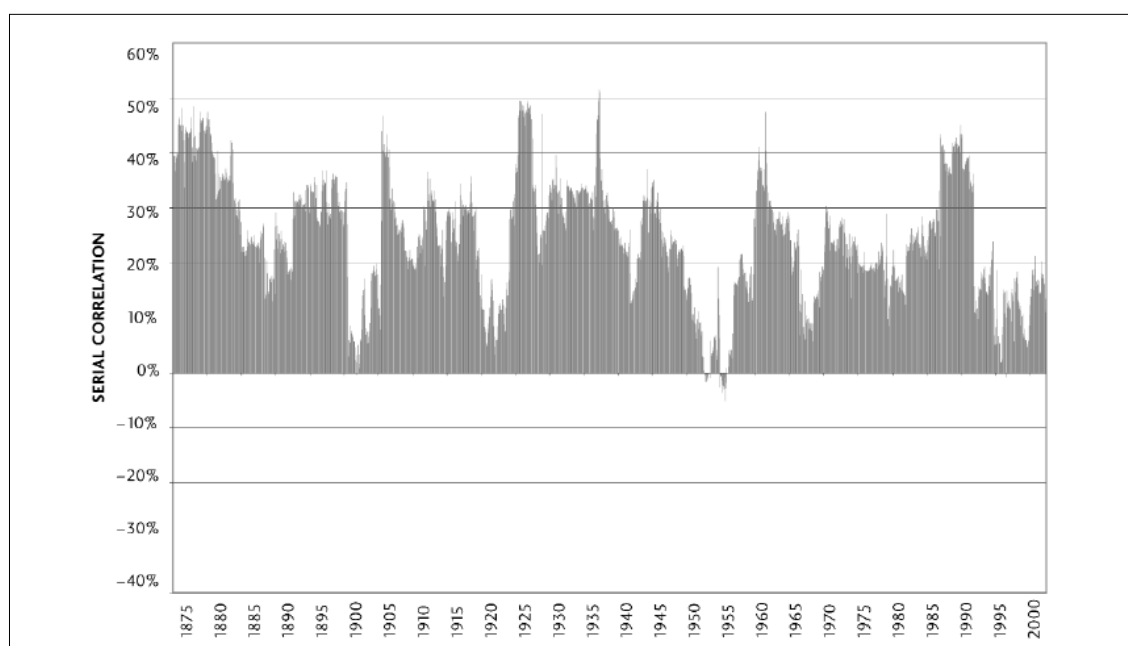


Figura 1: Coeficiente de Correlação Serial defasado em 5 anos do índice *S&P Composite* (1875-2003).
Fonte: Lo (2004, 2005)

Estes movimentos cíclicos no grau de eficiência são explicados por Lo como característicos de um comportamento não estacionário, indicando que os mercados não tendem ao equilíbrio. Porém, ao apresentar essa análise, não fica claro no texto quais fatores específicos poderiam explicar essas características cíclicas, que estão vinculados ao ambiente ou “ecossistema de mercado”.

Analisando a HMA, observa-se que a mesma apresenta um framework dinâmico de tomada de decisão com foco nas críticas a HEM, porém observa-se que a discussão sobre características de onde os mercados estão inseridos e sua relação com as estratégias de decisão dos agentes são pouco discutidas. Um exemplo disso pode estar, por exemplo, em níveis máximos de eficiência informacional que os preços podem representar em diferentes mercados ao longo do tempo dadas características do mercado e de componentes institucionais onde está inserido.

Características distintas dos fatores que podem influenciar os retornos das empresas, como características do setor, podem ter pesos diferentes quando da heurística de tomada de decisão por parte dos agentes ao longo do tempo e em diferentes economias o que pode explicar os graus diferentes de eficiência dos mercados de capitais de países diferentes.

O modelo de quantificação do grau de eficiência informacional utilizado no desenvolvimento da evidência empírica apresentado por Lo tem como base a Hipótese de Passeio Aleatório (ou *Random Walk Hypothesis*) (Campbell, Lo e Mackinlay, 1997), identificando se a informação passada pode prever a informação futura de retornos de preços, como já citado no primeiro tópico.

Uma das formas de teste de verificação do passeio aleatório é a verificação de autocorrelação dos retornos de uma série de retornos de ativos ou de preços, com determinados níveis de defasagem. Campbell, Lo e Mackinlay (1997, 2004), Cajueiro e Tabak (2004a, 2004b), Lim (2007), Ito e Sugiyama (2009) e Kim, Lim e Shamsuddin (2011) apresentam formas de cálculo diferentes de autocorrelação como métricas de medição do grau de ineficiência de determinado mercado ao longo do tempo.

Dhankar e Shankar (2016) destacam como formas associadas de análise empírica da HMA (não vinculadas diretamente ao teste da teoria, mas que podem servir como evidências de que a

mesma já possui embasamento empírico), testes de eficiência evolutiva, eficiência relativa e eficiência variante ao longo do tempo²³, contendo ainda poucos estudos dentro desse campo²⁴.

Dentro desses testes, é possível identificar a estrutura não estacionária do comportamento de eficiência de diferentes mercados ao longo do tempo, seja por meio de processos de convergência (partindo de períodos não eficientes para eficientes), períodos não eficientes comparados com outros que são mais eficientes, dados efeitos de choques econômicos, e comportamento de eficiência cíclica ao longo do tempo, o que tem um maior número de pesquisas empíricas em desenvolvimento, segundo o quadro 01.

2.4 – Evidências Empíricas da Hipótese de Mercados Adaptativos

Observa-se que há pouca literatura empírica sobre a validação da HMA e a verificação das relações apresentadas com o grau de eficiência de diferentes mercados ao longo do tempo. Considerando que a literatura sobre a Hipótese de Mercados Adaptativos ser muito recente e a teoria ainda estar em construção e debate há a necessidade de mais pesquisas na área.

As primeiras pesquisas publicadas que apresentam evidências suportando a Hipótese de Mercados Adaptativos têm como base a aplicação de modelos de autocorrelação de retornos, com o objetivo de verificar o grau de eficiência informacional dos mercados em diferentes períodos.

Atenta-se que estas primeiras pesquisas não têm como base fundamental teórica a HMA. O foco das pesquisas é a evidenciação da ocorrência de algum comportamento diferente ao longo do tempo sem a verificação das possíveis causas geradoras do mesmo, o que viria ser modificado após essa primeira leva de estudos.

Um dos primeiros trabalhos é o de Lim (2007), que identificou a presença de um comportamento cíclico no comportamento de eficiência informacional, característico da HMA. Analisando índices de 11 mercados em desenvolvimento e 2 mercados desenvolvidos, no período entre 1992 a 2005, tendo como base o modelo de análise de Cajueiro e Tabak (2004), verificou que havia uma distinção dos comportamentos de previsibilidade de retornos entre os

²³ Em inglês: *Evolving Efficiency, Relative efficiency e Time-varying efficiency*

²⁴ De acordo com o autor, o primeiro artigo que relaciona diretamente a um teste empírico de praticidade da HMA, é o de Todea, Ulici e Silaghi (2009), que é apresentado no próximo item de análise.

países da amostra e no tempo. No trabalho, as economias desenvolvidas apontaram características mais eficientes ao longo do tempo que as em desenvolvimento. As mesmas evidências foram encontradas por Dyakova e Smith (2013a) para o mercado Búlgaro e Smith e Dyakova (2014) para oito mercados no continente Africano.

Tendo como base um framework de análise diferente, com base em estratégias de lucratividade, Todea, Zoicas-Ienciu e Filip (2009), analisaram seis mercados europeus para a verificação de evidências que suportem a HMA. Tendo como base o modelo de Todea (2008), para o mercado Romeno, os autores identificaram que oportunidades de lucro são cíclicos durante o tempo identificando que a eficiência de mercado também o é, suportando a HMA. Os mesmos resultados foram encontrados em Todea, Ulici e Silaghi (2009), que analisaram seis mercados asiáticos.

Analisando outros tipos de mercados, Charles, Darné e Kim (2012), analisaram o comportamento de retornos de taxas de câmbio de cinco moedas diferentes entre 1975 a 2009, identificando o comportamento cíclico previsto na HMA não apenas em mercados acionários, mas em outros tipos de mercados. Os autores analisaram também os retornos nos mercados de ouro, prata e platina, no período entre 1977 a 2013, identificando também possíveis choques econômicos que podem estar associados aos períodos de menor eficiência informacional, alguns relacionados aos mercados em específico. Observa-se que dos três metais estudados, o mercado de ouro é o que apresenta maior grau de eficiência informacional, comparado com os outros, porém os três mercados tiveram uma tendência conjunta de redução da sua eficiência informacional ao longo do período (Charles, Darné e Kim, 2015).

Ramirez, Arellano e Rojas (2015) identificaram evidências para a HMA dentro de mercados de futuros agrícolas, analisando os retornos de oito tipos de contratos futuros agrícolas (CBOT milho, KC HRW trigo, CBOT óleo de soja, ICCO cacau, ICO café arábica média suavizada, ISA açúcar bruto, bezerros e ovos branco grande.²⁵), negociados na bolsa de Commodities de Chicago (CME), entre 1994 a 2010.

As mesmas evidências foram encontradas por Madhavan e Arrawatia (2016) em mercados de títulos soberanos e swaps de títulos de crédito soberanos de sete dos países pertencentes ao G8 (Estados Unidos, Japão, Reino Unido, Alemanha, Itália, França e Rússia), entre 2006 a 2014, utilizando modelos AR(1) e GARCH(1,1) e em adição o teste por modelagem do expoente de

²⁵ No original em inglês: “CBOT corn, KC HRW wheat, CBOT soybean oil, ICCO cocoa, ICO coffee Arabica mild average, ISA Raw sugar, Feeder Cattle and eggs large white”.

Hurst (R/S). A primeira evidência identificada é que há persistência de longa memória observada nas séries de tempo, assim como uma diferença entre os graus de eficiência informacional dos dois papéis relacionados a crédito do mesmo país.

Analisando o ranking de eficiência dos títulos soberanos, foi identificado que o título de dívida russo estava como o menos eficiente *vis a vis*, porém, o mesmo comportamento não ocorria nos swaps de crédito público russos. Tal comportamento identifica que a eficiência de determinado mercado pode estar parcialmente ligada ao tipo de ativo transacionado, e características tanto do ativo quanto do mercado podem afetar o grau de eficiência, mesmo estando relacionados ao mesmo ambiente institucional.

Dentro do mercado acionário americano, Kim, Shamsuddin e Lim (2011), Alvarez-Ramirez, Rodriguez e Espinosa-Paredes (2012), Urquhart e Hudson (2013) e Urquhart e McGroarty (2014), analisaram o índice DJIA (*Dow Jones Industrial Average*), entre 1897 a 2013 encontrando resultados consistentes com a HMA em relação ao movimento cíclico.

Porém, um ponto interessante destas pesquisas é que as mesmas buscam apresentar indícios históricos do que poderia gerar tais períodos de ineficiência. Kim, Shamsuddin e Lim (2011), analisam historicamente os fundamentos da economia americana e suas mudanças ao longo do tempo (bolhas, crises, *crashes*, mudanças presidenciais, crises políticas, processos inflacionários e recessivos), e identificam que essas mudanças afetam diretamente a previsibilidade de retornos em função de períodos de grande instabilidade, em função do alto grau de incerteza.

Os autores também identificam que em períodos de crises financeiras e políticas, evidencia-se uma alta previsibilidade dos retornos com média incerteza e que inflação, a taxa livre de risco e volatilidade do mercado são importantes direcionadores para explicação da variação do comportamento de previsibilidade dos retornos nos mercados.

Alvarez-Ramirez, Rodriguez e Espinosa-Paredes (2012) em sua análise encontram os mesmos resultados, associando períodos onde há grandes mudanças econômicas e gerais (como guerras, por exemplo), com períodos de menor eficiência econômica no mercado americano.

Outro ponto importante dentro dos estudos de HMA é em relação as escalas de tempo dos dados utilizados para a verificação empírica da teoria. Rodriguez *et. al.* (2014), identificaram que o índice DJIA apresenta variação em seu nível de eficiência informacional ao longo do tempo e entre escalas de tempo. Para isso, os pesquisadores analisaram os dados entre 1929 a 2014

considerando a variação de retornos *intraday* e *interday* identificando que em períodos curtos (como semanas, por exemplo), observa-se que há uma maior previsibilidade do valor das ações do que em períodos longos, identificando a existência de um tempo de adaptação dos agentes as novas características do mercado, um dos pressupostos da HMA.

Em outras economias, observa-se que o comportamento cíclico tende a ser presente. Urquhart e Hudson (2013), Verheyden, De Moor e Bossche (2015) e Urquhart e McGroarty (2016) identificaram o mesmo comportamento para séries de tempo longas nos mercados japoneses (Nikkei 225), britânico (FTSE100), na zona do Euro (Euro Stoxx 50) e nos EUA (S&P500).

Especificamente sobre o trabalho de Urquhart e McGroarty (2016), os autores identificaram que características macroeconômicas e institucionais de cada mercado estavam relacionadas com o grau de eficiência informacional dos mesmos, porém apresentavam interações distintas ao longo da sequência de ciclos de eficiência/ineficiência informacional de cada mercado. Tal comportamento sugere que outros fatores além dos econômicos podem afetar tanto a eficiência relativa e os graus de eficiência ao longo do período, e que os agentes tendem a apresentar uma evolução (ou tomada de decisão distinta) diante tais fatores em diferentes espaços de tempo.

Em relação ao mercado japonês, Noda (2016) identificou o mesmo comportamento cíclico, porém verificou que diferentes índices apresentam comportamentos diferentes mesmo estando dentro do mesmo mercado. Analisando os índices TOPIX e TSE2, foi identificado que o índice TSE2 apresenta períodos de maior ineficiência do que o índice TOPIX, e que este mesmo índice não apresenta um comportamento evolutivo (menos eficiente para mais eficiente) ao longo do tempo comparado ao TOPIX.

Observando este artigo, pode-se questionar se as variações poderiam estar relacionadas aos papéis que compõem os dois índices e quais agentes de mercado teriam maior proporção de participação em relação as empresas partícipes dos referentes índices.

Ghazani e Araghi (2013) identificaram o comportamento no mercado iraniano (índice TSE), Popovic, Mugosa e Durovic (2013) no mercado de Montenegro, destacando possíveis causas econômicas para períodos com menor eficiência, Suaréz, Duarte e Ortiz (2015) realizaram os mesmos testes para os índices COLCAP e IBC colombianos identificando os mesmos padrões teóricos.

Aprofundando a análise dos eventos e comportamentos determinantes da eficiência, Hiremath e Narayan (2016) chegaram aos mesmos resultados analisando os índices de bolsas de valores

indianas (BSE e NSE, além do Nifty index): Além da identificação de que os mercados indianos apresentavam comportamento cíclico, os mesmos calcularam uma proxy que aponta a distância da eficiência (*Efficiency Gap*) a partir do expoente de Hurst e a partir dessa métrica temporal, verificaram quais indicadores explicariam variações desse indicador, apontando assim que medidas liberalizantes, como o aumento do fluxo estrangeiro direto ao país ampliava o *gap* de eficiência, porém medidas de mercado como liquidez e capitalização de mercado não apresentavam efeitos sobre essa variável.

No Brasil, Dourado e Tabak (2013), analisaram o retorno de ações do índice IBOVESPA de 1995 a 2012 com o objetivo de analisar o comportamento de passeio aleatório e a HMA. Dentre os principais resultados identificados, os autores identificaram que determinados períodos de previsibilidade de retornos estão associados a períodos de mudanças e crises financeiras, como a crise asiática, a adoção do sistema de câmbio flutuante e a crise financeira de 2007-2008, sendo esse último evento identificado também no DJIA, no estudo de Kim, Shamsuddin e Lim (2011).

Para uma análise mais aprofundada de quais determinantes afetam o comportamento de tomada de decisão e assim acessar possíveis evidências quanto a HMA, alguns autores trabalharam não somente com os índices representativos de mercado, mas sim em um nível inferior de análise, no nível de ação negociada. Rahman, Lim e Shamsuddin (2016) estudaram quatro mercados asiáticos: Índia, Paquistão, Sri Lanka e Bangladesh, e dentro desses mercados, 2774, 275, 253 e 284 empresas respectivamente, identificando que características dos papéis negociados.

Foi observado que características como volatilidade dos papéis afetavam a eficiência informacional comparando entre os quatro mercados (*cross-sectional*) enquanto características dos mercados afetavam a eficiência ao longo do tempo e entre mercados. Mais precisamente, características como nível de automação e abertura financeira dos mercados afetavam no desenvolvimento dos mesmos assim como nos níveis de eficiência cíclicos, o que afetavam diretamente a HMA.

Madhavan e Ray (2017) analisou o mercado indiano com base em títulos de empresas indianas que emitiram ADRs no exterior, encontrando resultados semelhantes. Shi e Zhou (2017) analisou o comportamento do mercado Chinês em relação a estratégias por ação em portfólio, identificando padrões semelhantes ao texto de Sermpinis, Stasinakis e Hassannikalager (2017) quanto a rentabilidade de portfólios previstos, onde em períodos com maior instabilidade e

volatilidade dos ativos em análise e do mercado de forma geral, a tendência foi de redução drástica de retornos se comparados com períodos mais estáveis.

Outro ponto de importância neste estudo é que conforme ocorria as mudanças no cenário econômico (como choques), as estratégias com ações opostas apresentavam um comportamento de reversão (a que anteriormente era lucrativa passava a não ser e vice-versa), num movimento já teorizado por Lo em teoria como *wax and wane*, corroborando a afirmação de que, quando de choques econômicos, estratégias não eficientes passam a ser eficientes em função na nova estrutura de mercado apresentada, e logo após o choque, em função da necessidade de readequação e aprendizado, o mercado apresenta maior ineficiência.

Observando essa primeira sequência de artigos produzidos quanto aos testes empíricos da HMA, observa-se que há uma evolução dos modelos de estudo, partindo dos modelos de análise de comportamento cíclico e ampliando a complexidade de análise, sendo que os trabalhos mais recentes focam já em características e determinantes que possam explicar o comportamento cíclico dos mercados, principalmente em características macroeconômicas, institucionais e em níveis mais inferiores, tomada de decisão sobre portfólios e até mesmo característica dos papéis negociados e perfil dos agentes desse mercado. Tais determinantes que iniciaram a ser apontadas nessa seção guardam semelhanças a outras pesquisas que abordam características econômico/institucionais sobre os mercados de capitais, ponto central da seção 2.5 deste capítulo.

Outra vertente de estudos que buscam realizar testes empíricos da HMA suporta-se em processos de simulação de mercados. Atenta-se que com o crescente aumento da capacidade computacional existente, é possível modelar cenários mais complexos e verificar se modelos simulados com base em pressupostos da HMA assemelham-se mais ao ambiente histórico de mercado.

Com base em simulação computacional com o uso de algoritmos de aprendizado, Manahov e Hudson (2014) simularam artificialmente a estrutura do mercado aplicando para isso dados de três índices de mercado representativos das mudanças do ambiente: S&P500, RUSSELL3000 e FTSE100. Nesta aplicação, os pesquisadores emularam diferentes mercados tendo como base as características apresentadas pela HMA: Heterogeneidade de agentes, capacidade de aprendizado e adaptação, com racionalidade limitada.

A partir das simulações foi identificado que quanto maior o número de agentes heterogêneos no mercado, a tendência do mesmo é ser mais eficiente que em mercados com menor número de agentes. Isto está de acordo com a HMA, que postula que uma maior concorrência tende a forçar o comportamento ótimo do agente, tendendo o mercado a apresentar um comportamento ótimo. Foi observado também a partir das simulações que quanto maior a heterogeneidade dos agentes, a tendência de eficiência é maior. Os autores concluem que:

“Os resultados experimentais sugerem que a eficiência do mercado é um processo dinâmico e dependente do contexto, onde os agentes se adaptam constantemente às mudanças nas condições de mercado. Os vários testes empíricos realizados nos sugerem que os mercados povoados por um maior número de agentes ajudam a descobrir os resultados de dependência não-linear complexa em dados do mercado de ações e explicar a natureza emergente da HEM e da HMA”²⁶.

O texto de Manahov e Hudson apresenta-se como um dos primeiros textos que verificam a microestrutura de comportamento interno de tomada de decisão do agente e sua interação com o ambiente, mesmo que em modelos simulados. Os modelos de algoritmos evolutivos apresentados no texto podem servir como uma nova linha de técnicas de pesquisa aplicada a área de eficiência de mercados, dada a dificuldade de se analisar empiricamente o comportamento real de cada investidor no mercado ao longo do tempo.

Na mesma linha de análise do processo de microestrutura de comportamento, Urquhart, Gebka e Hudson (2015) analisaram a *moving average (MA) rule*, que possuía forte poder preditivo sobre o índice DJIA. Segundo a HMA, regras de trading tem efeito temporário sobre a previsibilidade dos retornos, dado que como os agentes de mercado adaptam-se, conforme o processo de adaptação ocorre, a tendência é que essas regras percam seu poder preditivo.

Para esta pesquisa, os autores analisaram os índices DJIA, FT30 e TOPIX, desde 1987 até 2013, com o intuito de verificar se tais estratégias perderam sua capacidade preditiva quando comparados com o estudo de Brock et. al. que analisou o DJIA até esta data. Adicionalmente, analisaram as *perfectly anticipated moving average rules*, com o mesmo intuito. Os autores identificaram que as *moving average rules* perderam poder preditivo após 1987, e que em seu lugar as *perfectly anticipated moving average rules* apresentavam maior capacidade preditiva

²⁶ No original em inglês: “Our experimental results suggest that market efficiency is a dynamic and context-dependent process, where traders adapt to constantly changing market conditions. The various empirical tests we performed suggest that markets populated by a greater number of traders help to discover the findings of complex nonlinear dependence in stock market data and explain the emergent nature of the EMH and the AMH”.

e apresentavam melhor capacidade preditiva que sua antecessora. Neste caso, a redução do poder preditivo das *MA rules* tem suporte na HEM, porém, não explica como outra regra continua a ter poder preditivo.

Segundo os autores, a explicação pode ser dada considerando que após 1987, os investidores passaram a ter maior conhecimento sobre a *moving average rules*, o que fez com que essa técnica perdesse seu poder de previsão. Alguns investidores observando que tal regra não garantiria mais retornos acima do normal (dado que a mesma já era conhecida por todos) adaptaram a regra a fim de prever sinais futuros e assim tentar buscar retornos acima do normal.

Neste caso, observa-se que claramente que há um processo de mudança de estratégia, de uma que não mais tinha capacidade preditiva para outra que conseguia ter melhor acurácia que a anterior, que está previsto na HMA, como um processo de adaptação dos agentes a novas estratégias. (Urquhart, Gebka e Hudson, 2015).

Outro trabalho de modelagem que apresenta evidências para a HMA é o de Sermpinis, Stasinakis e Hassannikalager (2017), que introduz um algoritmo de ajuste em modelos de regressão de vetores de suporte²⁷ (RVS), técnicas não lineares de dados adaptativos.

Considerando a capacidade de aprendizado desses modelos de regressão, os autores incluíram um algoritmo baseado na evolução de cardumes de krill para ajustes do modelo, e testando empiricamente em seis ETFs entre 2010-2015, identificaram uma melhoria na acurácia de modelos de previsibilidade de preços de títulos em comparação ao modelo RVS sem ajuste, modelos não lineares e modelos lineares de teste. Porém, assim como os modelos de *baseline*, este modelo apresenta maior dificuldade de previsibilidade em períodos de crise financeira. Considerando os pressupostos da HMA testados no trabalho, e incorporados ao modelo os mesmos afirmam:

“Os resultados dos exercícios de *trading* acima mostram que todos os modelos geram lucros, mesmo que em períodos econômicos voláteis, enquanto técnicas complexas provam ter mais sucesso do que as simples. Vale destacar também que a *performance* de trading de todos os modelos parece variar ao longo do tempo. Essas duas observações são consistentes com uma das hipóteses da HMA. Especificamente, a hipótese que afirma que a performance de modelos de *trading* varia ao longo do tempo e deteriora-se em

²⁷ Em inglês: *Support Vector Regression* (SVR)

momentos de turbulência de mercado” (Sermpinis, Stasinakis e Hassannikalager, 2017)
28

Observa-se que nas pesquisas empíricas há uma tendência ao longo das publicações de se buscar evidências que tentem explicar o comportamento cíclico dos mercados financeiros, evidenciado em todas as pesquisas apresentadas, como prova da HMA. Observa-se inicialmente que há uma relação entre mudanças econômicas e o grau de eficiência ao longo do período, porém, as pesquisas não se aprofundam neste ponto.

As pesquisas empíricas também analisam retornos gerais do mercado, sem considerar que comportamentos específicos do setor e do próprio papel negociado podem ser explicativos do grau de ineficiência ou eficiência de determinados mercados, assim como a própria capacidade de adaptação do mercado após momentos de instabilidade ecológica.

²⁸ No original em inglês: “*The outcomes of the above trading exercises show that all models generate profits even in volatile economic periods, while complex techniques prove to be more successful than the simple ones. It is also worth noting that the trading performance of all models seems to vary through time. These two observations are consistent with one of the hypothesis of the AMH. Namely, the hypothesis that states that the performance of trading models varies through time and it deteriorates in times of Market turbulence.*”

Quadro 1: Trabalhos empíricos que testam a Hipótese de Mercados Adaptativos (HMA)

Trabalho desenvolvido	ano	Países e Índices Pesquisados	Período de Análise	Principais achados
Lim	2007	Argentina (Merval), Brasil (IBOVESPA), Chile (IPSA), Índia (BSE), Indonésia (JCI), Malásia (Kuala Lumpur Comp. Index), México (IPC), Filipinas (PCI), Coreia do Sul (KCI), Taiwan (TWI), Tailândia (Bangkok SET Index), Japão (Nikkei 225), EUA (S&P 500)	1992-2005	Comportamento cíclico dos mercados
Todea, Zoicas-Ienciu e Filip	2009	Austria (ATX Index), Holanda (AEX General), França (CAC 40), Alemanha (CAC 40), Suíça (Swiss Market Index), Reino Unido (FTSE 100)	1997-2008	Comportamento cíclico dos mercados, períodos de maior e menor oportunidades de lucro
Todea, Ulici e Silaghi	2009	Austrália (All ordinaries Index), Hong-Kong (Hang-Seng Index), Índia (BSE), Malásia (Kuala Lumpur Comp. Index), Singapura (Strait Times Index) e Japão (Nikkei 225)	1997-2008	Comportamento cíclico dos mercados, períodos de maior e menor oportunidades de lucro
Kim Shamsuddin e Lim	2011	EUA (DJIA)	1900-2009	Comportamento cíclico dos mercados, identificação de associação do ambiente ao efeito cíclico
Charles, Darné e Kim	2012	Exchange rate of Austrália (Dólar Australiano), Canadá (Dólar Canadense), Japão (Iene), UK (Libra Esterlina) e Suíça (Franco Suíço) em relação ao Dólar Americano	1975-2009	Comportamento cíclico dos mercados
Ramirez, Rodriguez e Espinosa-Paredes	2012	EUA (DJIA)	1929-2012	Comportamento cíclico dos mercados com relação histórica com datas de mudança econômica e política
Popovic, Mugosa e Durovic	2013	Montenegro Equity Market (MONEX20)	2004-2011	Comportamento cíclico dos mercados
Dourado e Tabak	2013	Brasil (IBOVESPA)	1995-2012	Comportamento cíclico dos mercados com relação histórica com datas de mudança econômica e política
Urquhart e Hudson	2013	EUA (DJIA) 1897-2009 Reino Unido (FT30) 1935-2009 e Japão (TOPIX) 1951-2009	1897-2009	Comportamento cíclico dos mercados
Djankova e Smith	2013	Bulgária (SOFIX)	2000-2012	Comportamento cíclico dos mercados

Quadro 1: Trabalhos empíricos que testam a Hipótese de Mercados Adaptativos (HMA) –
continuação.

Trabalho desenvolvido	ano	Países e Índices Pesquisados	Período de Análise	Principais achados
Smith e Djankova	2014	Egito (EFG), Quênia (Nairobi Stock Exchange Index), Ilhas Maurício (SEMDEX), Marrocos (CFG25), Nigéria (S&P Nigéria BMI), África do Sul (FTSE/JSE All share index), Tunísia (TUNINDEX) e Zâmbia (Lusaka All share index)	1998-2011	Comportamento cíclico dos mercados
Ghazani e Araghi	2014	Irã (TSE)	1999-2013	Comportamento cíclico dos mercados
Urquhart e McGroarty	2014	EUA (DJIA)	1900-2013	Comportamento cíclico dos mercados
Rodriguez, Aguilar-Cornejo, Femat, Alvarez-Ramirez	2014	EUA (DJIA)	1929-2014	Comportamento Cíclico dos mercados em função de características dinâmicas do ambiente.
Manahov e Hudson	2014	Aplicação de Algoritmo de Simulação com base em S&P 500, RUSSELL3000 FTSE100	1989-2013	Confirma o processo evolutivo dos mercados ao longo do tempo, e a microestrutura de interrelação evolutiva dos agentes dentro do mercado em relação ao conceito global de eficiência.
Verheyden, De Moor e den Bossche	2015	EUA (S&P500) 1964-2013 Europa (Euro Stoxx 50) 1984-2013 e Japão (Nikkei 225) 1951-2013	1951-2013	Comportamento Cíclico dos Mercados
Urquhart, Gebka e Hudson	2015	EUA(DJIA) Reino Unido (FT30) e Japão (TOPIX)	1987-2013	Perda do efeito de Mudança nas Médias Móveis conforme passagem do tempo indicando adaptação dos mercados
Ramirez, Arellano e Rojas	2015	Contratos futuros Agrícolas México	1994-2010	Comportamento Cíclico dos Mercados
Charles, Darné e Kim	2015	Mercados de Ouro, Prata e Platina	1977-2013	Comportamento Cíclico dos Mercados
Suárez, Duarte e Ortíz	2015	Colômbia (IBC/COLCAP)	2001-2015	Comportamento Cíclico dos Mercados

Quadro 1: Trabalhos empíricos que testam a Hipótese de Mercados Adaptativos (HMA) –
*continuação (2).*²⁹

Trabalho desenvolvido	ano	Países e Índices Pesquisados	Período de Análise	Principais achados
Noda	2016	Japão (TOPIX/TSE2)	1961-2015	Comportamento Cíclico de Mercados, com diferenças de comportamento em mercados do mesmo país.
Urquhart e McGroarty	2016	EUA (S&P500), Reino Unido (FTSE100), Japão(NIKKEI225) e União Européia (EURO STOXX 50)	1990-2014	Comportamento Cíclico dos Mercados
Hiremath e Narayan	2016	Índia (índice BSE e NSE)	1991-2013	Comportamento Cíclico dos Mercados com indicativo de fatores econômico/institucionais afetando comportamento dos mercados
Madhavan e Arrawatia	2016	Default swaps de títulos soberanos (SCDS) e títulos soberanos (SBs) dos países do G8 (EUA, Reino Unido, Japão, Alemanha, Itália, França e Rússia)	2008-2013	Comportamento Cíclico de Mercados
Charles, Darné e Kim	2016	Índices de Mercados Islâmicos (DJIM) comparados aos Americanos (DJIA)	1996-2013	Comportamento Cíclico de Mercados, com diferenças de comportamento e efeitos setoriais sobre o comportamento geral de mercado
Rahman, Lee e Shamsuddin	2016	Ações listadas nas bolsas de Bangladesh, Índia, Paquistão e Sri-Lanka	1995-2013	Comportamento Cíclico dos ativos transacionados
Sermpinis, Stasinakis e Hassaniakalager	2017	Construção de algoritmo de otimização de regressão de vetores de suporte (RKH-LSVR) aplicados a ETF's americanos, europeus e a commodities globais.	2010-2015	Modelagem de novos algoritmos de otimização com base em modelos de evolução e crescimento de mercados. No teste empírico realizado com ETFs, os mesmos dão suporte a HMA.
Shi e Zhou	2017	Bolsas de valores de Hong Kong (HKEX), Taiwan (TWSE), Tóquio (TSE), Coreia do Sul (KSE), Austrália (ASX), Londres (LSE), Paris (PSE), New York (NYSE), e Toronto (TSX).	1968-2015	Comportamento Cíclico de Mercados, analisando efeitos de variação entre ondas de ciclos informacionais maiores e menores ao longo do período.
Madhavan e Ray	2017	ADRs de empresas indianas transacionados em mercados domésticos (BSE e NSE)	2002-2013	Comportamento Cíclico de ativos transacionados

²⁹ Artigos identificados até 31/07/2017.

Nota do autor: Atenta-se que nesta lista de artigos constam somente os que fizeram menção e indicaram achados como evidências a hipótese de mercados adaptativos (HMA) porém, dadas as evidências identificadas, observa-se que outros trabalhos que analisam a variação da eficiência ao longo do tempo, caso apresentem evidências positivas de tal comportamento, por associação, são também indicativos da HMA. Tais trabalhos são estudados em detalhe, assim como os trabalhos que analisam a HMA com determinantes institucionais, nas seções 2.5 e 2.6 deste capítulo.

2.5 – Impacto do Ambiente Econômico-Institucional e Setorial sobre os Mercados de Capitais

Dentro do contexto da Hipótese de Mercados Adaptativos, onde Lo (2004,2005) identifica que os momentos de ineficiência informacional são derivados de choques econômicos em conjunto da necessidade de adaptação dos agentes a esse novo cenário. Logo, nota-se que o ambiente econômico-institucional tem uma grande importância como determinante da forma e dos comportamentos dos mercados segundo a HMA.

Estudos anteriores já buscavam analisar qual impacto de características econômico institucionais em mercados de capitais (La Porta *et. al.*,1999; Rajan e Zingales,1995), com o objetivo de verificar quais e de forma fatores econômico-institucionais relacionam-se com características financeiras de empresas e mercados, em diferentes contextos geográficos.

Neste escopo, verifica-se que estes estudos em sua maioria analisam comparativamente diferentes países como unidade de análise, analisando as diferenças e semelhanças entre ambientes econômico-institucionais distintos e o respectivo comportamento dos mercados de capitais, verificando entre outras coisas o comportamento de eficiência, tamanho e desenvolvimento dos mercados de capitais, assim como o comportamento de concentração acionária das companhias, tipologia dos agentes de mercado, entre outros.

Especificamente em relação ao comportamento de mercados de capitais, podem-se separar as pesquisas realizadas em dois subgrupos: As que tem por objetivo analisar somente as séries de retornos dos diferentes mercados, comparando seu comportamento com de outros similares em ambientes distintos, e pesquisas que analisam impacto de diferentes características, isolando itens econômico-institucionais específicos, relacionando-os a comportamentos dessas séries de retornos (seja de grupos de empresas, ou índice representativo).

Observa-se que este comportamento se repete nas pesquisas empíricas desenvolvidas para teste da HMA, onde em sua maioria, há a aplicação de modelos de teste de séries temporais para verificação do comportamento cíclico dos diferentes mercados, sendo poucos até o momento que analisam outras características da teoria.

Analisando o primeiro grupo de trabalhos desenvolvidos dentro do contexto de eficiência informacional, identifica-se um conjunto de evidências que direciona a um papel importante da característica país dentro dos diferentes mercados. Rizvi *et. al.* (2014), analisaram

comparativamente mercados em países desenvolvidos e países islâmicos, por meio do modelo de expoente de Hurst e *Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MF-DFA)*, em 11 economias desenvolvidas e 11 mercados islâmicos, e identificaram que alguns países islâmicos apresentaram comportamentos de eficiência maio

Outro ponto importante de análise está na eficiência dos sub-índices islâmicos comparados a não islâmicos em períodos de crise econômica. Foi identificado pelos autores que tais índices apresentam uma queda menor de eficiência do que nos mercados convencionais. O que pode ser explicado por características intrínsecas aos mercados islâmicos, não encontrados em outros mercados, o que aponta um possível efeito país (ou região) sobre o grau de eficiência de diferentes mercados/ativos transacionados, um dos pontos chave desse estudo.

Adicionalmente, Charfeddine e Khediri (2016), analisaram o comportamento de eficiência informacional dos países constituintes do Conselho de Cooperação do Golfo (GCC), por meio de um modelo GARCH-M com filtros de Kalman e modelos de quebra estrutural, entre maio de 2005 e setembro de 2013, identificando comportamentos de eficiência distintos ao longo do tempo e entre os diferentes países, identificando que características intrínsecas a cada país e extrínsecas (como a crise de 2008) afetaram a dinâmica de eficiência informacional desses mercados.

Deo, Spong e Varua (2017) identificaram o mesmo efeito quando analisaram índices setoriais da Bolsa Australiana, e Contreras, Hidalgo e Nuñez identificaram que o fator setor é um forte determinante na compreensão do comportamento dos preços e em sua previsibilidade. Os mesmos clusterizaram empresas de acordo com suas séries de retornos calculadas, e identificaram que a formação dos clusters segue bem próxima a classificação de segmento apresentada pelas mesmas, o que identifica que empresas em mesmo setor tendem a apresentar comportamentos de eficiência/ineficiência (modelados pelo *random walk*) semelhantes entre si, porém diferentes de empresas em outros setores.

Analisando outros subgrupos de países, Mobarek e Fiorante (2014), desenvolveram testes para verificar comparativamente o comportamento de eficiência informacional do grupo dos BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China) e um grupo de comparação constituído de EUA, UK e Japão, entre setembro de 1995 a março de 2010, por meio de teste de taxa de variância³⁰. Observou-se que os comportamentos de evolução da eficiência informacional desses mercados apresentam comportamento positivo, porém com variação para ineficiência após a crise de 2008, porém com comportamentos distintos dentro da amostra total em estudo. Tal efeito cíclico é corroborado pelos trabalhos de Dyakova e Smith (2013b), que analisaram os mercados do

³⁰ *Variance ratio test.*

Sudeste/Leste Europeu³¹, Hiremath (2017) que analisou o mercado indiano e Shi, Jiang e Zhou (2017) que analisaram o mercado Chinês.

Ampliando a amostra de economias emergentes, Hull e McGroarty (2014), analisaram o comportamento de eficiência informacional de 22 economias emergentes em entre 30/06/1995 à 30/06/2011, apresentando um ranking de eficiência informacional dos mercados analisados. Comparando mercados emergentes avançados com mercados considerados secundários, observou-se que o comportamento dos mercados é bem heterogêneo entre si, identificando que determinados mercados (como Indonésia e Filipinas), tendem a ser mais eficientes do que mercados emergentes avançados (como Brasil)³².

Para o desenvolvimento desse índice, os autores utilizaram o modelo Hurst-Mandelbrot-Wallis como medida de eficiência informacional ao longo do tempo. Porém, os autores não apresentam evidências de quais características definem o porquê de determinados mercados serem menos eficientes do que outros, como pesquisas anteriores. Anghel (2015) amplia a análise desse ranking de eficiência informacional de países, analisando 75 mercados diferentes, usando o modelo *Moving Average Convergence Divergence*, entre 01/01/2001 à 31/12/2012. Todavia, encontra-se resultados anômalos quanto a relação entre tamanho do mercado/economia e eficiência de mercados, como por exemplo, mercados de países desenvolvidos, como EUA e Japão, aparecendo em colocações menores do que economias em desenvolvimento, talvez em função da métrica de eficiência utilizada.

Observa-se que a tendência de pesquisa após uma análise inicial das séries de tempo dos diferentes mercados/ativos transacionados é a verificação de possíveis características que impactam o comportamento dos mercados, sejam analisando um único país ou um grupo de países.

Dentre os construtos mais analisados, estão o impacto de políticas monetárias e fatores macroeconômicos. Peiró (2015) analisou o impacto de fatores macroeconômicos sobre o

³¹ Um ponto interessante do Estudo de Dyakova e Smith (2013) refere-se a análise de possíveis determinantes de cada ativo transacionado sobre o efeito de eficiência do mercado, tal qual já ocorre entre setores. Os autores analisaram o comportamento dos ativos da bolsa Búlgara e de 14 países dos Balcãs, identificando comportamento cíclico quando da eficiência e que características dos ativos podem afetar tal comportamento, como por exemplo, características como retorno e Market to book ratio.

³² Nesta pesquisa, foi utilizado o modelo da FTSE (2011) para determinação de mercados emergentes avançados (Brasil, Rep. Tcheca, Hungria, Malásia, México, Polônia, África do Sul, Taiwan, Turquia), e mercados emergentes secundários (Chile, China, Colômbia, Egito, Índia, Indonésia, Marrocos, Paquistão, Peru, Filipinas, Rússia, Tailândia e Emirados Árabes Unidos (UAE)).

movimento dos preços de ações nos principais mercados europeus (França, Alemanha e Reino Unido, comparando com EUA) entre 1969-2012. Para identificar os fatores macroeconômicos, o autor analisou volume de produção industrial, taxas de juros de longo prazo e taxas de inflação, encontrando resultados significativos de efeitos negativos da taxa real de juros e efeitos positivos da ampliação do volume de produção industrial em relação ao retorno das ações, identificando um aumento da importância da produção industrial na explicação dos retornos ao longo do tempo.

Analizando comportamentos de incertezas econômicas e ambiente macroeconômico sobre retornos de ações de 10 mercados em desenvolvimento e os EUA, Dimic *et. al.* (2016), utilizaram as variáveis de índice de preços ao consumidor, índice de produção industrial e taxas de juros interbancárias de três meses, como proxies para ambiente inflacionário, padrões de ciclos de negócios e política monetária, respectivamente, em um modelo *OLS*. Como medidas de incerteza dos mercados, os autores utilizaram dois índices de volatilidade, VIX e MOVE, baseados nos dados da *Chicago Board Options Exchange* e *Bank of America Merrill Lynch*.

Estudos semelhantes como os de Belke e Beckmann (2015) e Vithessonthi e Techarongrojwong (2013), também analisaram o impacto de políticas monetárias sobre o desenvolvimento dos mercados de ações. O primeiro texto identifica que existe um potencial impacto dos bancos centrais por meio de medidas de política econômica em afetar o desenvolvimento dos mercados acionários no longo prazo, sobretudo em mercados emergentes. No segundo texto, os autores analisam o caso Tailandês, identificando se eventos de anúncio de mudanças de políticas econômicas teriam capacidade de afetar diretamente os retornos dos preços das ações, tendo um resultado semelhante.

Em conjunto, analisaram características econômicas e uma série de controles verificando a capacidade explicativa dos retornos anormais. Foram analisados a mudança na taxa de juros, no ambiente de negócios, no índice de produção industrial, na balança comercial, e na taxa de crescimento das reservas. Adicionalmente, foram usadas como variáveis de empresa: o *ROA*, o tamanho, o endividamento e o *Market to Book Index*, além de variáveis *dummy* de setor.

Características institucionais como incerteza política e características do ambiente de negócios também são analisados nesse grupo de pesquisas. Chang *et. al.* (2015) analisaram o impacto de incertezas políticas, usando como proxy o índice de incerteza política de Baker *et. al.* (2012) sobre os índices acionários em sete países da OECD, identificando resultados adversos: Foram encontrados somente evidências de tal efeito em Itália e Espanha, e não foram encontrados

efeitos nos EUA, Reino Unido, Canadá, Alemanha e França. Uma das explicações dadas para esse fenômeno pelos autores é que nesses países, encontram-se investidores mais sofisticados.

O campo de ambiente de negócios é um item muito estudado quanto da relação desse componente e o desempenho dos mercados de capitais. Arjoon (2016) analisou o impacto de reformas financeiras (como no caso de liberalização econômica), sobre o desenvolvimento do mercado de capitais de Trinidad e Tobago, entre 1990-2013, não encontrando efeitos de tais reformas, porém, foi identificado que características microestruturais, como volatilidade, número total de *shareholders* e automação tem um importante impacto na evolução dos mercados.

Entretanto, Rejeb e Boughrara (2013) identificaram comportamento oposto: Os autores verificaram um set de quinze economias em desenvolvimento entre janeiro de 1986 a dezembro de 2008. Os autores utilizaram um índice de liberalização econômica em conjunto com um set de variáveis de controle³³ e identificaram que em economias em desenvolvimento, quando da adoção de políticas de liberalização da economia, a tendência era de ocorrência de aumento da eficiência financeira dos mercados e adicionalmente, uma redução da probabilidade de ocorrência de crises financeiras.

Tais evidências são corroboradas pelo trabalho de Blau, Brough e Tomas (2014), que estudaram o impacto de características de liberdade econômica com a volatilidade de ativos estrangeiros (por meio de ADRs) transacionados no mercado americano. Foram analisados seis componentes que formam o score de liberdade econômica: Tamanho do governo, nível de proteção aos direitos de propriedade, solidez da moeda local, nível de liberdade de transações, nível de regulação geral da economia, o nível de controle do governo nos mercados e o nível de regulação do mercado de crédito, por meio de uma análise em painel.

Foi identificado que há uma relação negativa entre a estabilidade dos preços das ADRs e o nível de liberdade econômica, ou seja, quanto menos liberdade existia dentro do país, principalmente em governos grandes, maior volatilidade as ADRs apresentavam.

Outras variáveis relacionadas a país que são analisadas nesses trabalhos são características populacionais e diferenças culturais. Quayes e Jamal (2015) estudaram o impacto da mudança demográfica nos preços de ações, por meio de testes de causalidade de Granger, identificando

³³ No texto, as variáveis utilizadas foram: Variável de crise, taxa de inflação, taxa de câmbio, taxa de juros, capitalização de mercado/PIB, volume de reservas, *Turnover*, *Dividend yield*, número de ativos no mercado local.

que países que apresentaram crescimento da população mais jovem tendem a apresentar um comportamento positivo sobre o retorno das ações, possuindo uma relação negativa quanto ao crescimento de aposentados. Outro ponto importante de destaque são os efeitos negativos sobre o retorno das ações dos efeitos inflacionários e do déficit público.

Alda (2017) aprofunda a discussão sobre como a mudança demográfica afeta o desenvolvimento de mercados, por meio da participação dos fundos de pensão em 13 mercados de capitais europeus, entre 1999 a 2014. Foi observado que a predominância maior dos fundos de pensão tende a ampliar o desenvolvimento dos mercados de capitais, contribuindo para suas contrações e crescimentos, quando há crescimento populacional. Porém a influência dos fundos de pensão varia ao longo do tempo e entre as economias, dado uma possível relação com outras variáveis apresentadas no estudo.

Um ponto de explicação interessante sobre esse estudo refere-se à interpretação dos fundos de pensão como um determinado tipo de agente de mercado, que dada sua capacidade de processamento de informações pode possuir vantagens na identificação de retornos anormais ou mais resistente a perdas que outros tipos de agentes, o que pode indicar que características distintas dos agentes podem afetar o grau de eficiência informacional.

Dentro do contexto de análise cultural com um paradigma de pesquisa comportamental, Corredor, Ferrer e Santamaria (2013) estudaram o efeito do sentimento dos investidores sobre os preços das ações em quatro mercados europeus, identificando que existe um efeito heterogêneo do impacto do sentimento em diferentes mercados. Uma das colocações dos autores é que características culturais e institucionais dos mercados em questão interferem diretamente na relação entre sentimento do investidor e retornos de ações, indicando a necessidade de maiores estudos sobre esse fenômeno.

No Brasil, Forti, Yen-Tsang e Peixoto (2011) analisaram o impacto que um grande set de componentes institucionais e econômicos têm sobre o desenvolvimento dos mercados de capitais. Para tal, analisaram seis grupos de fatores (*Framework* institucional, legislação de negócios, *framework* societário, finanças, práticas de gestão e atitudes e valores) em 51 países, identificando que características como o desenvolvimento legal e a proteção legal de investidores, assim como práticas de governança corporativa melhor aplicadas e políticas econômicas de abertura de negócios tendem a incentivar o desenvolvimento dos mercados de capitais, e assim tenderiam a ampliar sua capacidade de evolução e eficiência informacional.

Dados os trabalhos anteriores que analisaram a relação entre variáveis institucionais e desenvolvimento dos mercados ou características específicas de preços, Jain e Xue (2017) analisaram a relação entre o ambiente institucional e cultural com comportamento de autocorrelação dos retornos de 43 índices de bolsas de valores entre 1980 a 2013, aproximando a análise entre fatores econômico-institucionais e eficiência de mercados, foco do presente estudo.

Inicialmente, os autores observaram a partir dos resultados que há uma diminuição da autocorrelação em economias desenvolvidas e em desenvolvimento pós 2004, resultado este que fica em contraste com os resultados anteriores, que apontam uma tendência variante para ciclos de ineficiência.

Uma das possíveis explicações para esse contraste está no modelo empregado, que utilizou regressão quantílica para o cálculo das autocorrelações, enquanto os modelos que discutem eficiência informacional tendem a utilizar modelos não lineares (como o expoente de Hurst ou DFA). Adicionalmente, foi notado que há diferenças de comportamento entre economias desenvolvidas e em desenvolvimento ao longo do tempo nos dados levantados.

Em seguida, analisou os resultados da autocorrelação regredindo em painel com um set de variáveis representativas do ambiente econômico institucional de cada país/região estudada incluindo desde variáveis macroeconômicas, liquidez e tamanho do mercado, *framework* legal e de *disclosure* e variáveis culturais, como aversão a risco e individualismo, identificando que características como o tamanho, liquidez e *disclosure* tendem a apresentar uma relação inversa com o nível de autocorrelação dos retornos, próximo aos trabalhos anteriores já levantados quando relacionado com desenvolvimento de mercados.

Em relação as características como individualismo e aversão a risco, os resultados também são semelhantes. Tal comportamento pode direcionar que em países onde os agentes tendem a possuir mais confiança em suas decisões e tendem a realizar investimentos mais arriscados, o nível de autocorrelação é menor. Em períodos de crises econômicas, tal efeito torna-se mais presente na amostra estudada.

Analisando em resumo os artigos publicados no tema, observa-se a recorrência de análises sobre impactos de características ligadas a políticas econômicas e ao *framework* legal dos mercados. Observa-se que características ligadas ao comportamento legal de agentes reguladores apresentam impacto no processo informacional dos mercados, o que pode ou não garantir uma

rápida ou lenta adaptação dos agentes de mercados aos choques econômicos, tomando como base o framework da HMA.

O próprio desenho de regulação econômica do país onde os mercados estão inseridos também pode determinar se o mercado apresenta maiores períodos de ineficiência comparados a outros países com framework econômico distinto. Como próprio Rejeb e Bughara (2013) colocaram sobre a atenuação da probabilidade de choques financeiros em economias com políticas de liberalização, isto tenderia a ampliar os períodos de eficiência informacional nos mercados ali presentes.

Porém é importante destacar os efeitos culturais apresentados nesses estudos. Países com características culturais de investimento podem moldar espécies de investidores em número e forma diferente que em outros mercados, por isso observa-se a heterogeneidade de comportamentos e relacionamentos em pesquisas *cross-country*, como apontadas nas pesquisas empíricas apresentadas. Adicionalmente, para a compreensão do funcionamento da HMA em diferentes contextos econômicos, cabe analisar o “ecossistema de mercado” onde os diferentes mercados de capitais estão inseridos, representados pelas características gerais econômicas, institucionais, jurídicas e culturais da região geográfica e suas interrelações com outros ambientes econômicos.

Outro ponto relevante nestes estudos é a análise não apenas das variáveis características do ambiente, mas também de características dos ativos transacionados: Atenta-se que há um efeito setor determinante para a explicação da eficiência dos mercados de capitais ao longo do tempo, e que deve ser considerado quando da análise da eficiência sobre a ótica da Hipótese de Mercados Adaptativos.

2.6 – Medidas de Eficiência Informacional Aplicadas a Estudos Empíricos: Expoente de Hurst

Dentro do campo de pesquisas que se propõem a analisar a dinâmica de evolução de eficiência informacional de diferentes mercados ao longo do tempo, uma das evidências empíricas da HMA, um ponto de forte importância para a replicação e validação dos resultados das mesmas está vinculada à mensuração do construto de eficiência informacional de forma objetiva.

Analizando as pesquisas apresentadas anteriormente, observa-se que há o uso de diferentes modelos de mensuração desse construto, por meio de diferentes proxies e técnicas lineares e não lineares: As principais técnicas utilizadas nas pesquisas anteriores são o teste de taxa de variância (*Variance Ratio Test*), o *Rescale Range test*, de onde deriva o expoente de Hurst (*Hurst Exponent*), modelos DFA e MF-DFA (*Multifractal Detrended Fluctuation Analysis*) e variação do real em relação a modelos CAPM. Além destes, outras pesquisas utilizam-se de modelos de algoritmos de simulação para testes específicos de comportamentos dos agentes sob a HMA.

Identifica-se pelo Quadro 2 que os mais utilizados empiricamente como proxies para modelagem contínua de eficiência de mercados são o *Rescale Range test* (R/S test) e a MF-DFA, dado o maior foco de objeto de análise estar sobre observações de um único mercado (e agora mais recentemente, pesquisas envolvendo análise conjunta de diferentes mercados), modelos estes advindos de estudos sobre as características e particularidades das séries de tempo.

A aplicação do modelo de expoente de Hurst em pesquisas financeiras vem como evolução dos modelos de predição de autocorrelação de séries de tempo. Como já discutido anteriormente, observa-se que em mercados que possui eficiência informacional, os comportamentos de séries de preços apresentam-se de forma aleatória, dado que todas as informações possíveis já estão incorporadas ao sistema de preços. Entretanto, os modelos mais simples utilizados para medida de eficiência de mercado a nível fraco (como os testes de passeio aleatório) tinham poder de verificação limitado para a verificação de memória longa das séries, sendo mais específicos de medida de memória curta.

Como evolução do modelo de teste Lo (1991) apresenta o *Rescale Range test* revisado por Mandelbrot (1972) com um ajuste para séries de tempo financeiras (com correção de Newey-West, usando janelas de Bartlett). Como justificativa para correção, o autor aponta que o teste aplicado em séries financeiras pode apresentar forte dependência de curto prazo, e o ajuste seria necessário para capturar de forma efetiva também efeitos de longo prazo. Tal problema advém da própria característica específica das séries de tempo financeiras.

A *Multifractal Detrended Fluctuation Analysis* (MF-DFA) apresenta-se como um segundo passo na evolução dos modelos de análise de memória longa e memória curta do expoente de Hurst. Tal modelo tem como base a inclusão de um fator de multifractalidade no cálculo do

expoente de Hurst, utilizado para séries que não apresentam linearidade. (Séries sem estacionariedade)

Empiricamente, observa-se que o uso do expoente de Hurst e modelos multifractais são utilizados em conjunto para a construção de uma medida de ranqueamento de mercados quanto a sua eficiência. Observam-se nesse campo trabalhos como os de Cajueiro e Tabak (2004, 2005), Lim (2007) e Kristoufek e Vosvrda (2013, 2014). Nestes trabalhos, um ponto em comum entre os mesmos é a utilização do expoente como medida inicial para o desenvolvimento de métricas que terminariam como ranqueamento ou medidas contínuas de eficiência.

Cajueiro e Tabak (2004a, 2004b, 2005) realizaram as primeiras análises comparativas entre diferentes mercados utilizando-se de modelos de ranqueamento baseados no expoente de Hurst, calculado a partir dos modelos *Rescale Range* e *Rescale Range test* ajustado (R/S e R/S ajustado), utilizando janelas móveis de cálculo. Os mesmos identificaram um comportamento interessante quando analisados mercados desenvolvidos e em desenvolvimento, concluindo que os mercados desenvolvidos apresentam maior nível de eficiência em comparação a mercados em desenvolvimento.

Dentro desses mercados em desenvolvimento, foi identificado que mercados asiáticos tendem a possuir maior grau de eficiência quando comparados a mercados latino americanos (com exceção do mercado Chileno). Porém, foi observado que assim como mercados desenvolvidos, os mercados em desenvolvimento tendem a apresentar períodos onde há uma tendência a eficiência. De acordo com os autores, uma das explicações desse movimento variante ao longo do tempo do expoente de Hurst pode ser explicado pela variabilidade do fluxo de capitais a esses mercados de ações, ampliando liquidez do mercado e assim, a entrada de mais investidores, o que facilitaria a transmissão e o ajuste dos preços a novas informações.

Tal comportamento foi corroborado por Lim (2007), quando analisado 11 mercados desenvolvidos e em desenvolvimento. Como uma de suas conclusões, o autor aponta a necessidade de verificação de quais determinantes podem explicar ciclos de eficiência/ineficiência informacional dentro dos diversos mercados, e porque os mesmos apresentam níveis de eficiência/ineficiência médios ao longo do tempo.

A partir dos estudos anteriores, Kristoufek e Vosvrda (2013, 2014) ampliam a discussão sobre métricas de eficiência de mercados, incluindo um novo modelo onde parte da medida está atrelada a um comportamento fractal e entrópico das séries de dados. Nestas duas pesquisas, os

autores analisaram não somente a relação de correlação de curto e longo prazo das séries de tempo, mas adicionou um fator fractal e um fator entrópico adicional ao modelo de cálculo.

Para o desenvolvimento do modelo de cálculo, os autores utilizaram três formas de cálculo do expoente de Hurst, mais a inclusão de três formas de cálculo de modelos dimensionais fractais. Identificando que, a partir desse modelo de cálculo, o índice apresenta um *range* de controle local (eficiência local de mercado, medido pelo expoente de Hurst) e de correlação entre mercados (modelo fractal) apresentando um modelo mais complexo e completo de análise do comportamento de eficiência de 41 mercados testados, encontrando o mesmo comportamento visto nos trabalhos de Lim e Cajueiro e Tabak, com mercados da zona do Euro, Americano e Japonês como mais eficientes e mercados latino-americanos como menos eficientes.

Assim como as pesquisas anteriores apresentadas, os autores levantam que uma das determinantes de eficiência informacional está associada ao ambiente econômico e o nível de desenvolvimento dos mercados, porém nenhuma dessas pesquisas analisam ou testam o poder das determinantes em explicar a variação do grau de eficiência entre e ao longo do tempo dessas economias, sendo um dos pontos de investigação do presente trabalho.

Teoricamente, a aplicabilidade dos testes de Hurst clássico e de Lo (1991), assim como os modelos MF-DFA do expoente para detecção de comportamento cíclico de mercados tem embasamento nas primeiras teorias sobre ciclos econômicos. Segundo Lo (1991)

“Que séries de tempo econômicas podem exibir dependência de longo prazo tem sido uma hipótese de muitas antigas teorias sobre *trade* e ciclos econômicos. Tais teorias têm sido geralmente motivadas pelos padrões distintos e não periódicos que tipificam gráficos de agregados econômicos ao longo do tempo, ciclos de muitos períodos, alguns que tem sido tão longos quanto o tamanho da amostra em estudo. No domínio das frequências, é dito que tais séries têm poder sobre baixas frequências. Tão comum é essa característica particular dos dados que Granger (1966) considerou como a “forma espectral típica de uma variável econômica.” (Lo, 1991)³⁴.

Atenta-se que o conceito de modelo cíclico de eficiência de mercado apresentado por Lo (1991) possui compatibilidade com a estrutura da HMA, que incorpora o conceito de mercado cíclico dentro de sua teoria, explicando tal fenômeno por uma ótica evolucionária dos agentes. Tal

³⁴ No original em inglês: “That economic time series can exhibit longe-range dependence has been a hypothesis of many early theories of the trade and business cycles. Such theories were often motivated by the distinct but nonperiodic cyclical patterns that typified plots of economic aggregates over time, cycles of many periods, some that seem nearly as long as the entire span of the sample. In the frequency domain such time series are said to have power of low frequencies. So common was this particular feature of the data that Granger (1966) considered it the “typical spectral shape of an economic variable”” (Lo, 1991)

conceito também é corroborado por outros autores como por exemplo, Mishkin (1992) que aponta a questão de choques econômicos/financeiros serem uma das fases do ciclo econômico, que possuem distâncias temporais de tamanhos distintos e não previsíveis, variando de acordo com a estrutura de interação com os agentes e de inovação tecnológica de mercado³⁵. Considerando que a própria economia tende a se adaptar a novos cenários com rearranjo de seus agentes, tal comportamento pode ser observado também dentro dos mercados financeiros.

Porém, a utilização de modelos com base no expoente de Hurst como proxies para eficiência informacional não são passíveis de críticas e devem ser utilizados com parcimônia: Lo e MacKinlay (1999) destacam que a apresentação de um *Random Walk* não é componente necessário nem suficiente para determinar se o mercado é eficiente, apresentando que todos os mercados apresentam um grau de previsibilidade em seus retornos. Tal conceito é corroborado por Stiglitz (1980), que aponta o mesmo conceito, onde um mercado eficiente perfeito apresenta-se como impossível.

Segundo Auer (2016), as medidas de eficiência informacional apresentadas por Cajueiro e Tabak (2004a, 2004b, 2005), apresentam-se não como medidas de eficiência informacional *absoluta*, mas sim medidas de eficiência informacional *relativa*, onde os processos de ranqueamento podem apresentar em que mercados há maior ou menor probabilidade de ganhos com arbitragem. A medição de eficiência informacional de forma absoluta é economicamente irrealizável, porém, os conceitos de eficiência podem servir de *benchmark* para o cálculo de métricas de eficiência *relativa* (em função de um determinado mercado idealizado – no caso o que apresenta preços totalmente ajustados e investidores racionais). Observa-se que isto é feito no trabalho de Kristoufek e Vosvrda, quando calculado um ponto ideal de eficiência no estudo.

Desta forma, incorpora-se que o conceito de eficiência apresentado neste trabalho e a proxy a ser calculada baseia-se em eficiência *relativa*, dado que tal conceito é possível de ser mensurado tendo como base os cálculos de Hurst, e previsto na HMA, quando há a identificação de comportamento cíclico (ou seja, a eficiência é variante ao longo do tempo, não possuindo padrão absoluto), dada a teoria subjacente.

³⁵ O conceito de inovação ser um dos pontos de mudança de ciclos econômicos está atrelado ao conceito de destruição criadora de Schumpeter (1939), onde a dinâmica de inovação de produção de riquezas por meio de competição econômica apresenta períodos de ajuste de todos os agentes a novos padrões e paradigmas dentro de uma dinâmica temporal. Tal processo de adaptação pode levar a um choque econômico, caso os agentes tendam a se ajustar a nova dinâmica de forma não eficiente.

Quadro 2: Técnicas utilizadas para a mensuração de eficiência de mercados em pesquisas empíricas levantadas que analisam comportamento cíclico e determinantes de eficiência de mercados.³⁶

	Trabalho desenvolvido	Ano	Número de objetos (mercados/ações/séries) estudados	Tipo de modelagem utilizada de forma geral	Técnica Aplicada para a construção da variável dependente/análise dos dados da variável de estudo
1	Lim	2007	13	rolling sample regression	Portmanteau bicomrelation test
2	Rissó	2008	5	Symbolic Time Series Analysis	Modelo logit com rolling sample
3	Todea, Ulici e Silaghi	2009	6	Análise descritiva	Portmanteau bicomrelation test
4	Kim, Shamsuddin e Lim	2011	1	Análise descritiva	Automatic Variance Ratio Test, Automatic portmanteau test, Generalized spectral test
5	Charles, Darné e Kim	2012	5	Análise descritiva	Automatic Variance Ratio Test, Dominguez-Lobato test, Generalized spectral test
6	Alvarez-Ramirez, Rodriguez e Espinosa Paredes	2012	1	Análise descritiva	Entropia Aproximada/Entropia Gaussiana
7	Krustoufek e Vosvrda	2013	41	Análise por ranqueamento visual	R/S test-Expoente de Hurst e DFA
8	Popovic, Mugosa e Durovic	2013	1	rolling window analysis	Runs test
9	Dyakova e Smith	2013	10	rolling window analysis	Automatic Variance Ratio Test
10	Dyakova e Smith	2013	55	rolling window analysis	Variance Ratio Test, Joint Sign Test, Automatic Variance Ratio Test, Wild Bootstrap test
11	Ghazani e Araghi	2014	1	Análise descritiva	Variance Ratio Test, Automatic portmanteau test, McLeod Li test, Generalized spectral test
12	Hull e McGroarty	2014	22	rolling sample rescaled range	Hurst-Mandelbrot-Wallis model
13	Urquhart e McGroarty	2014	1	GARCH (1,1) e Kruskal Wallis test	Calculo do desvio padrão condicionado aos retornos
14	Manahov e Hudson	2014	3	Algoritmo Strongly Typed Genetic Programming	R/S test-Expoente de Hurst
15	Rodriguez et. al.	2014	1	rolling window analysis	R/S test- Expoente de Hurst e DFA
16	Mobarek e Fiorante	2014	4	Análise descritiva	Variance ratio test, runs test
17	Rizvi et. al.	2014	22	Análise descritiva	R/S test-Expoente de Hurst e MF-DFA
18	Smith e Dyakova	2014	8	Análise descritiva	Variance Ratio test, Automatic Variance Ratio Test
19	Ramírez, Arellano e Rojas	2015	8	Análise descritiva	McLeod-Li test, Tsay test, ARCH-LM test, BDS portmanteau test, Portmanteau bicomrelation test, Automatic portmanteau test, Automatic variance ratio test
20	Charles, Darné e Kim	2015	3	Análise descritiva	
21	Urquhart, Gebka e Hudson	2015	3	Análise descritiva considerando janelas de tempo	Moving average rule
22	Suaréz, Duarte e Ortíz	2015	1	rolling window analysis	Automatic Variance Ratio Test

³⁶ Levantamento bibliométrico realizado com pesquisas publicadas até 30/09/2017, que apresentam por objetivo análise de eficiência de mercados (seja um ou mais mercados estudados).

Quadro 2: Técnicas utilizadas para a mensuração de eficiência de mercados em pesquisas empíricas levantadas que analisam comportamento cíclico e determinantes de eficiência de mercados. (*continuação*)

	Trabalho desenvolvido	Ano	Número de objetos (mercados/ações /séries) estudados	Tipo de modelagem utilizada de forma geral	Técnica Aplicada para a construção da variável dependente/análise dos dados da variável de estudo
23	Verheyden, De Moor e Bossche	2015	3	rolling window analysis	Automatic Variance Ratio Test, Chow-Denning multiple variance test, Belaire-Franch and Contreras test, Automatic portmanteau test, Generalized spectral test
24	Arjoon	2016	38	two-step system generalised method of moments (SGMM)	Non-parametric signed rank test of the random walk, developed by Luger (2003)
25	Arschad et. al.	2016	11	Análise por ranqueamento visual	MF-DFA
26	Krustoufek e Vosvrda	2016	142	Uso de Expoente de Hurst e DFA para construção do modelo	Modelo próprio
27	Rizvi and Arschad	2016	4	Análise por comparação pré-pós crise	MF-DFA
28	Noda	2016	1	Time Varing - AR model	retorno t/t-1
29	Charfeddine e Khediri	2016	6	GARCH-M(1,1) e rolling window analysis	R/S test-Expoente de Hurst e DFA
30	Urquhart e McGroarty	2016	4	BDS test	Variance Ratio Test
31	Hiremath e Narayan	2016	2	fixed and rolling window analysis	R/S test-Expoente de Hurst
32	Rahman, Lee e Shamsuddin	2016	4	Regressão linear múltipla	Automatic Variance Ratio Test
33	Madhavan e Arrawatia	2016	7	Análise descritiva	R/S test-Expoente de Hurst
34	Li, Nishimura e Men	2016	1	Análise descritiva	R/S test-Expoente de Hurst
35	Resende et. al.	2016	3	Análise descritiva	Modelo construído: Exact Fit Model
36	Shi, Jiang e Zhou	2016	2	Análise descritiva	Automatic Variance Ratio Test, Generalized spectral test,
37	Auer	2016	21	Análise descritiva	Coefficientes de Hurst Locais
38	Mensi, Tiwari e Yoon	2016	10	Análise descritiva	MF-DFA
39	Shi e Zhou	2017	10	Modelo AR(1,1)-GARCH(1,1)	Valor real - estimado por modelo Fama french de três fatores
40	Madhavan e Ray	2017	7	rolling window analysis	Hinich Portmanteau Bicorrelation Test
41	Charles, Darné e Kim	2017	13	moving window e subsample analysis	Automatic Variance Ratio Test e Automatic Portmanteau Test
42	Jain e Xue	2017	43	Quantile Autocorrelation Model	retorno t/t-1
43	Deo, Spong e Varua	2017	5	Análise descritiva	Engle LM Test, McLeod Li test, BDS test, Tsay Test, Hinich Bico-variance Test, Hinich Bispectral Test
44	Tiwari, Albulescu e Seong-Min Moon	2017	9	Análise descritiva	R/S test-Expoente de Hurst

3- TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS: MODELOS MULTINÍVEL

Considerando a questão de pesquisa e objetivos, assim como as hipóteses de estudo apresentados no capítulo introdutório do presente trabalho, este capítulo apresenta a conceituação dos modelos quantitativos utilizados para a observação dos dados levantados e o levantamento de evidências apresentadas e analisadas no capítulo de discussão de resultados.

Para a hipótese **H₁**, observa-se que a análise tem como foco a variável dependente, sendo que as evidências podem ser levantadas a partir da análise descritiva e teste de médias da variável foco de estudo. Para as hipóteses **H₂** e **H₃**, há a necessidade de aplicação de modelos confirmatórios, dado que a hipótese de estudo busca uma análise de associação entre variáveis econômico institucionais (assim como variáveis identificadoras de evento), e o grau de eficiência medido conforme a literatura apresentada.

Dentro da estrutura do modelo empírico de análise de dados, observa-se que a primeira característica a ser considerada é a dimensão temporal. Logo, a estrutura dos dados apresentados estruturada por meio uma repetição de medidas ao longo do tempo (ou seja, medidas de eficiência em diferentes pontos do tempo). Adicionalmente, considerando que o estudo envolve não somente uma economia, mas diferentes economias (desenvolvidas e em desenvolvimento) atenta-se que há uma dimensão espacial (*cross-section*) a ser considerada dentro da estrutura de dados.

A partir da delimitação da estrutura de dados definida, observa-se que o modelo confirmatório apresenta necessidade de identificar não apenas os efeitos ao longo do tempo, mas também entre economias. Porém, atenta-se que os modelos baseados em mínimos quadrados ordinários ou generalizados apresentam maiores restrições dentro do processo de análise quanto aos seus pressupostos. Neste ponto, os modelos multinível (ou modelos hierárquicos lineares), apresentam melhoria quanto da sua aplicabilidade, dado que possuem pressupostos mais relaxados e são mais robustos frente a heterocedasticidade implícita de modelos, dado que é impraticável a inclusão de todas as possíveis determinantes de pesquisa dentro de um modelo de análise de dados.

Desta forma, modelos multinível (ou modelos mistos) tendem a capturar o efeito de variáveis latentes por meio da estrutura de agrupamentos das observações, como apresentado nos tópicos

seguintes, além de apresentarem estruturas e capacidade de verificação dos efeitos de variáveis constantes de cada economia ao longo do tempo.

Para melhor compreensão da técnica a ser aplicada para H_2 e H_3 , foram criados dois subitens: No primeiro serão apresentados os conceitos básicos sobre modelos mistos ou modelos multinível, e no segundo item como há a incorporação do conceito do tempo dentro destes modelos e a forma de análise dos mesmos.

3.1 – Modelos de Regressão Multinível: Conceito

O conceito de agrupamento é algo constante nas diferentes ciências, sobretudo nas ciências sociais. Analisando o contexto e os objetos de pesquisa, é comum observar que os indivíduos, empresas, produtos, ou quaisquer estruturas sociais tendem a formar grupos com características intrínsecas entre si, e diferentes de outros agrupamentos com outros objetos de pesquisa.

Exemplificando, organizações podem estar agrupadas por setor de atuação, indivíduos de acordo com sua vizinhança ou localização, instituições por municípios, e assim sucessivamente. Considerando essa característica, o fator de agrupamento pode possuir um forte conteúdo informativo sobre os indivíduos pertencentes a esse grupo, capturando informações não diretamente observáveis e como diferem-se entre si, incorporando variáveis latentes importantes e aprimorando as formas de controle em uma análise estatística.

Todavia, não é possível capturar o efeito grupo de forma efetiva ao utilizar os modelos tradicionais de regressão baseados em *OLS*. Considerando esse ponto, características latentes não conseguem ser observadas e utilizadas na estimação de parâmetros de forma eficiente e os modelos de regressão não conseguem representar da melhor forma possível os parâmetros e as relações entre as variáveis de pesquisa (Santos, Fávero e Distádio, 2016; Fávero e Belfiore, 2017).

Estatisticamente, a construção de modelos mistos tem por base a estruturação de retas de regressão particionadas por grupos. Ou seja, cada grupo apresenta sua própria reta de regressão a partir dos dados existentes por indivíduos. A partir deste ponto, verifica-se se as variáveis de grupo são capazes de explicar as variações no intercepto e nos coeficientes das retas de regressão anteriormente levantadas, agregando assim, as variáveis constantes entre indivíduos,

porém diferentes entre indivíduos de grupos distintos, construindo um modelo com melhor observação entre as variáveis dos diferentes níveis e como se relacionam.

Um ponto de destaque nos modelos de regressão multinível está associado a possibilidade de compreensão da estrutura de erros existente nos dados referentes aos objetos de pesquisa de forma particionada, conforme a estrutura de agrupamentos existente. A estrutura de erros pode auxiliar a compreender quanto que cada agrupamento explica na composição da variância da variável dependente, assim como as estruturas de erros são distribuídas, identificando quais níveis são preponderantes na compreensão do objeto de pesquisa.

As primeiras pesquisas que se utilizaram dos modelos chamados hierárquicos foram dentro da área educacional (Raudenbush e Bryk, 2002). Estas tinham como objetivo a avaliação de *performance* do alunado considerando características não somente dos alunos, e adicionalmente da classe e das escolas onde esses alunos estão. Observando a estrutura dos objetos de pesquisa, atenta-se que a mesma apresenta uma característica hierárquica, agregando os alunos em grupos (classes) e essas classes em outro agrupamento (escolas), como apresentado na *figura 02*.

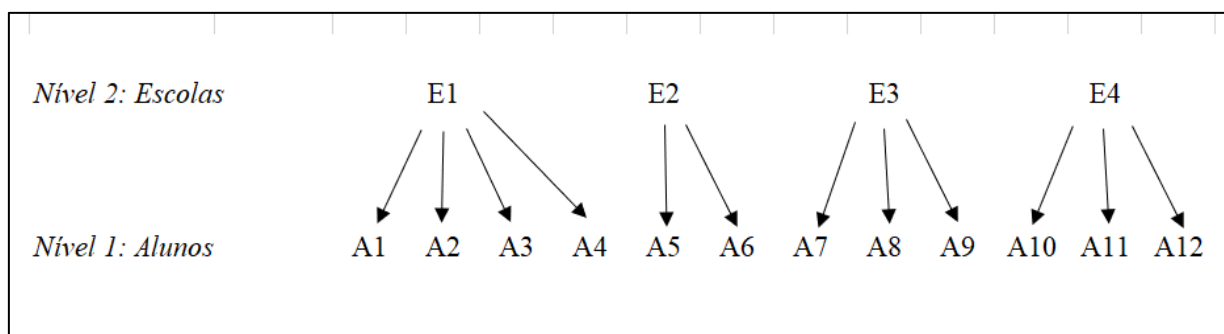


Figura 2:Esquema de apresentação dos dados em níveis. (LEMMA, 2017)

Santos (2013) e Fávero e Belfiore (2017), apresentam como exemplo de aplicação da técnica e sua modelagem na área teórica de seus trabalhos o estudo de determinantes de *performance* acadêmica de alunos do sistema educacional americano com base no *SAT* e em variáveis explicativas existentes. Nestes trabalhos, a variável dependente de pesquisa seria a *performance* dos alunos em provas anuais existentes no sistema de ensino americano, e as variáveis explicativas da *performance* seriam tanto ao nível individual (alunos), assim como da estrutura escolar onde estudam (escolas). Logo, observa-se que os alunos pertencem a uma única escola,

(característica de aninhamento dos dados), assim configurando uma estrutura hierárquica de 2 níveis (alunos i e escolas j).

O primeiro passo para a construção do modelo hierárquico de dois níveis, como já explicado anteriormente, é a constituição das equações de regressão do nível 1 (No caso, alunos de cada escola).

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(X_{ij}) + r_{ij} \quad (7)$$

Sendo: $i = 1, 2, 3 \dots n_j$ e $j = 1, 2, 3 \dots J$

Em que:

Y_{ij} = Variável dependente referente ao aluno i da escola j

X_{ij} = Variável explicativa associada ao aluno i da escola j

β_{0j} = Intercepto da equação de nível 1 dos indivíduos pertencentes ao grupo j : É a média do grupo j quando $X_{ij} = 0$

β_{1j} = Coeficiente angular da equação de primeiro nível, identificando como que as variáveis de primeiro nível afetam o comportamento de Y_{ij} no aumento de uma unidade de X_{ij} .

r_{ij} = Erro randômico associado ao primeiro nível de análise (alunos em escolas)

Assumindo as informações previamente informadas, considera-se que as variáveis dos grupos j possam ser explicativas do intercepto e dos coeficientes das regressões do primeiro nível, obtendo assim duas regressões onde os parâmetros do primeiro nível seriam as variáveis dependentes e as variáveis de grupo (no caso escolas) seriam as variáveis explicativas do modelo:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(W_j) + u_{0j} \quad (8)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}(W_j) + u_{1j} \quad (9)$$

Segundo Raudenbush e Bryk (2002), Santos (2013) e Fávero e Belfiore (2017), apresenta-se a seguinte estrutura:

W_j = variáveis explicativas invariantes entre indivíduos do nível de grupo j .

γ_{00} = média geral dos alunos analisados quando todas as variáveis determinantes forem zero.

γ_{01} = coeficiente que diferencia os interceptos das regressões de nível 01 quando da presença de uma variável de grupo W_j

γ_{10} = valor dos coeficientes sem a presença da variável de grupo W_j

γ_{11} = coeficiente que explica a variação entre os coeficientes de nível 01 com a presença de uma variável explicativa W_j

u_{0j} = efeito randômico associado ao efeito grupo j no intercepto

u_{1j} = efeito randômico associado ao efeito grupo j no coeficiente

τ_{00} = variância da população de interceptos do agrupamento j

τ_{11} = variância da população de coeficientes do agrupamento j

$\tau_{01} = Cov(\beta_{0j}|\beta_{1j})$

Realizando um processo de substituição das equações do segundo nível sobre as de primeiro nível temos:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01} \cdot (W_j) + u_{0j} + (\gamma_{10} + \gamma_{11} \cdot (W_j) + u_{1j}) \cdot (X_{ij}) + r_{ij} \quad (10)$$

Rearranjando,

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01} \cdot (W_j) + \gamma_{10} \cdot (X_{ij}) + \gamma_{11} \cdot (W_j \cdot X_{ij}) + u_{0j} + u_{1j}(X_{ij}) + r_{ij} \quad (11)$$

Apresentando-se como o modelo multinível com interceptos e coeficientes aleatórios em dois níveis.

Um ponto importante de discussão a ser observada a partir da construção do modelo teórico multinível é a estrutura de correlação de erros entre os níveis e as variáveis de nível grupo. Atenta-se que os modelos tradicionais de regressão não conseguem capturar esse efeito a partir do termo de erro, o que faz com que os modelos mistos tenham uma capacidade informativa melhor sobre como as variáveis e os fatores de grupo influenciam a variável dependente.

Desta forma, observa-se a heterocedasticidade (que tem como uma de suas causas variáveis omitidas, ou relações entre variáveis explicativas e o resíduo do modelo), é um componente implícito ao modelo, e com uma estrutura fragmentada de erros, não há como se analisar normalidade dos resíduos considerando os pressupostos de mínimos quadrados ordinários (Bickel, 2007). Considerando que a estimação por MQO é preterida, os modelos multinível são estimados por modelos de máxima verossimilhança e máxima verossimilhança restrita, que tem pressupostos de normalidade relaxados no processo de estimação dos parâmetros do modelo. (Santos, 2013; Fávero e Belfiore, 2017)

Outro ponto positivo dos modelos multinível está na versatilidade da interação entre os níveis 1 e 2 quanto da estruturação das regressões. Nem sempre as variáveis preditoras de grupo precisam necessariamente explicar as variações do intercepto e dos coeficientes, podendo somente ser preditoras ou só do intercepto, ou só dos coeficientes, ou até mesmo, não havendo necessidade nem de existir variáveis de grupo (tendo assim somente um modelo com variáveis de indivíduo com termos de erro particionados). Este ponto leva em consideração não somente a análise estatística, mas também a teoria subjacente da proposta de pesquisa realizada quanto da relação entre variáveis de grupo e individuais. Isto auxilia a compreender melhor a estrutura de relações entre os construtos de pesquisa por parte do pesquisador, que poderá ou não estabelecer as relações que busca levantar evidências.

Dentro dos modelos multinível, atenta-se que a estrutura particionada dos erros e das variâncias subsequentemente traz adicionalmente mais um componente de estudo e análise sobre a pesquisa. Considerando que o fator grupo incorpora variáveis latentes associadas (como por exemplo variáveis não observáveis ou de difícil mensuração – exemplo: empenho dos docentes da escola), é possível analisar quanto que esse fator e o conjunto de suas variáveis latentes

possui de impacto sobre a variância individual. Ou seja, no caso exemplificado, o desempenho dos estudantes estaria mais associado aos próprios estudantes ou as escolas onde estudam.

Outro ponto importante a se destacar é que a estrutura de níveis não necessariamente precisa ser composta somente por dois níveis, podendo haver mais níveis de agrupamento de acordo com os estudos e com o tema de pesquisa proposto, utilizando-se do mesmo modelo de construção das equações supracitadas. Neste caso, com mais níveis, pode ser observado que a estrutura de erros se torna mais complexa, porém com a mesma forma de análise e compreensão.

Para uma melhor análise dos modelos multinível, West, Welch e Galecki (2014) desenvolveram um modelo de análise de dados quando da aplicação de tais técnicas, conhecido por *step-up strategy*. Inicialmente, os autores apontam a necessidade de construção de um primeiro modelo de análise, onde somente são analisados os componentes de variância e covariância entre os níveis estudados chamado de *modelo nulo*, ou *incondicional*. O principal objetivo deste modelo inicial é analisar a estrutura de variâncias entre os agrupamentos, buscando verificar se há diferenças estatisticamente significantes entre os agrupamentos apresentados, assim como a identificação de quais agrupamentos são preponderantes na explicação da variância da variável em estudo.

Para a construção desse modelo inicial, por não existir nenhuma variável explicativa de nenhum dos níveis apresentados, o modelo configura-se da seguinte forma, tendo as seguintes equações abaixo apresentadas:

Equação para primeiro nível:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij} \quad (12)$$

Equação para segundo nível:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (13)$$

Rearranjando:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + r_{ij} \quad (14)$$

Dada a estrutura de variâncias apresentada pelo modelo, uma forma de análise é a verificação de quanto que a cada componente de variância segregado por classe representa do total de variância do modelo. Divide-se a porcentagem da variância relacionada a cada nível pelo somatório de todas as variâncias estimadas, sendo esta técnica conhecida por coeficiente de correlação intraclasse.

$$\hat{\rho} = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} \quad (15)$$

Além da capacidade de análise de quais níveis são importantes para explicar a variância da variável em estudo, outro ponto importante do coeficiente de correlação intraclasse está associado à capacidade de verificação de um melhor ajuste do modelo, podendo excluir níveis que não apresentam caráter diferenciador do comportamento dos níveis abaixo do mesmo. Assim, os modelos podem apresentar melhor ajuste, (principalmente os que contam com mais de dois níveis), com o objetivo de uma melhor estimação e análise dos agrupamentos e indivíduos.

3.2 – Modelos de Regressão Multinível Aninhados

Dentro dos diferentes modelos multinível existentes, alguns possuem particularidades que são importantes para sua análise e compreensão, dentre os quais os modelos multinível com medidas repetidas e os modelos multinível aplicados a dados longitudinais. Estes modelos possuem como característica principal a repetição de observações de determinado objeto de pesquisa ao longo do tempo, possuindo assim uma dimensão de primeiro nível temporal, sendo agrupados pelos indivíduos e a partir daí uma construção *cross-sectional* (Skron dal e Rabe-Hesketh, 2008).

Os modelos multinível aplicados a dados longitudinais possuem semelhanças aos modelos de painel de efeitos aleatórios, com a diferença de que podem agregar não apenas duas dimensões (uma temporal e uma espacial), mas sim de outros níveis superiores, como já explicado

anteriormente. Adicionalmente, podem-se incluir variáveis constantes ao longo do tempo de níveis superiores e analisar o comportamento de evolução dessas variáveis dentro do período pesquisado.

Em conceito, estes modelos apresentam como primeiro nível de análise as observações dos indivíduos i ao longo do tempo t . (podendo chamar então o primeiro nível como temporal). Caso haja níveis superiores, as observações de grupos que possuam variação ao longo do tempo também estão associadas ao primeiro nível de análise, diferentemente dos modelos com medidas repetidas, onde não se pode ter a inclusão de variáveis de níveis superiores variantes ao longo do tempo.

Para as variáveis representativas de indivíduos (nível 2) e/ou agrupamentos superiores (nível 3) constantes ao longo do tempo, estas serão incluídas como explicativas nas equações de nível 2 e/ou superiores de acordo com o agrupamento associado, sendo explicativas tanto do intercepto e/ou dos coeficientes das regressões de nível 1 (que se assemelham a *growth curves*³⁷), como já apresentado no tópico 3.1 deste capítulo.

Um ponto importante destacado por Snijders (1996), Skrondal e Rabe-Hesketh (2008) e Rabe-Hesketh e Skrondal (2012), refere-se à construção das curvas de evolução ao longo do tempo. Os autores destacam que para a construção das mesmas, cabe o pesquisador observar primeiramente como os dados apresentam evolução, pois nem sempre o processo de crescimento/decrescimento tende a ser linear, podendo assim os modelos apresentarem comportamentos quadráticos, por exemplo. Adicionalmente, o autor explicita um exemplo de construção de um modelo multinível longitudinal, apresentado em sequência:

Para o primeiro nível, a equação apresenta-se da seguinte forma abaixo:

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}(\text{tempo}_{it}) + r_{it} \quad (16)$$

Em que:

Y_{it} = É a observação do indivíduo i no instante de tempo t indicado em $t = 1, 2, 3 \dots T$

³⁷ No caso, destaca-se como *growth curves* dado que as regressões de primeiro nível apresentam basicamente a evolução temporal do comportamento da variável dependente e subsequentemente das independentes em função do aumento do tempo.

$tempo_{it}$ = Variável que apresenta o comportamento temporal das observações dentro do período de análise da pesquisa.

β_{0i} = Intercepto da equação de nível 1 para todas as observações pertencentes ao indivíduo i : sendo o valor inicial da curva do indivíduo i .

β_{1i} = Coeficiente angular em função do tempo de Y_{it} , identificando a taxa de crescimento/decrescimento dos valores de Y_{it} em função do aumento de uma unidade de tempo observado.

r_{it} = Resíduo relacionado ao primeiro nível (observações do indivíduo i ao longo do tempo t)

Para o segundo nível, as equações são semelhantes as apresentadas nos modelos multinível convencionais. Neste caso não colocaremos ainda variáveis de nível 2, para melhor compreender a estrutura dos dados.

$$\beta_{0i} = \gamma_{00} + u_{0i} \quad (17)$$

$$\beta_{1i} = \gamma_{11} + u_{1j} \quad (18)$$

Substituindo 17 e 18 em 16 e rearranjando a equação temos:

$$Y_{it} = \gamma_{00} + \gamma_{11}(tempo_{it}) + u_{0i} + u_{1j}(tempo_{it}) + r_{it} \quad (19)$$

Segundo Skrondal e Rabe-Hesketh (2008) e Rabe-Hesketh e Skrondal (2012) e Steele (2008, 2017), observa-se a partir do modelo apresentado que a estrutura de erros é dependente do comportamento do erro. Ou seja, atenta-se que há uma dependência temporal dos termos de erro segregado dos resíduos de nível 1 e nível 2. A partir desse modelo inicial, cabe a análise do pesquisador da inclusão de covariáveis variantes e fixas ao longo do tempo, assim como a estrutura de relação entre as variáveis constantes e variáveis e como as mesmas devem aparecer na estrutura de parâmetros fixos do modelo final. Para verificação desse ponto, o teste de razão de verossimilhança entre os modelos desenvolvidos é importante para chegar no que apresenta melhor ajuste de acordo com as variáveis.

O teste de razão de verossimilhança (ou *log-likelihood ratio test*) é um teste qui-quadrado que identifica se a inclusão de determinada variável ou determinado ajuste no modelo tem aumento na capacidade de predição do mesmo. Por exemplo, se um modelo de interceptos e coeficientes aleatórios é preferível a um modelo somente com interceptos aleatórios, constituindo-se da seguinte equação apresentada abaixo:

$$D = 2 \times (\ln \text{Modelo proposto} - \ln \text{Modelo Base}) \quad (20)$$

A partir da estatística D levantada, verifica-se o valor da estatística sob a distribuição qui-quadrado com o número de graus de liberdade referente a inclusão da (ou das) variáveis em questão, buscando rejeitar ou aceitar a hipótese nula onde D é estatisticamente igual a 0.

Como exemplos de inclusão de covariáveis fixas e variantes de acordo com o tempo, Snijders (1996) os dados de Ormel e Schaufeli (1991), e West, Welch e Galecki (2014) apresenta um estudo sobre a forma de tratamento dental de pacientes. Para facilitar a compreensão, nas equações abaixo serão apresentados somente a inclusão de uma variável variante ao longo do tempo (ou seja, vinculada ao nível 1 - indivíduos no tempo) e uma constante (vinculada ao segundo nível - indivíduos).

A partir das informações apresentadas acima, há a construção do modelo com a inclusão multinível, porém sem a relação entre variáveis variantes e constantes ao longo do tempo, para melhor compreensão didática:

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}(\text{tempo}_{it}) + \beta_{2i}(\text{variante}_{it}) + r_{it} \quad (21)$$

$$\beta_{0i} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{constante}_i) + u_{0i} \quad (22)$$

$$\beta_{1i} = \gamma_{10} + \gamma_{11}(\text{constante}_i) + u_{1i} \quad (23)$$

$$\beta_{2i} = \gamma_{20} \quad (24)$$

Substituindo as equações de nível 2 em nível 1, temos a formalização do modelo final:³⁸

$$Y_{it} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{constante}_i) + \gamma_{10}(\text{tempo}_{it}) + \gamma_{11}(\text{constante}_i \times \text{tempo}_{it}) + \gamma_{20}(\text{variante}_{it}) + u_{0i} + u_{1i}(\text{tempo}_{it}) + r_{it} \quad (25)$$

Para o desenvolvimento da análise da estrutura de variância deste modelo em específico, não há diferenças do modelo já apresentado inicialmente, fazendo a mesma estrutura apresentada no item 3.1 quanto ao coeficiente de correlação intraclasse.

³⁸ No caso apresentado, Snijders (1996) destaca que a construção de novas variáveis (como dummies de tempo) na estrutura de efeitos fixos pode ser realizada de acordo com a análise do pesquisador frente aos dados e aos modelos desenvolvidos.

4-

Metodologicamente, segundo Cajueiro e Tabak (2007), Tzouras et. al. (2015) e Chen (2017), a forma clássica do expoente se dá pelos seguintes passos quando aplicado a séries financeiras: (Modelo de cálculo abaixo apresentado em Tzouras et. al., 2015)

- 1- Calcule o retorno logarítmico da série de preços para o instante $t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$
- 2- Assuma uma série de tempo de retornos $X: X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_N$
- 3- Calcule a média da série μ

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (26)$$

- 4- Calcule a média ajustada das séries (chamaremos por Y) onde $t = 1, 2, 3, \dots, N$

$$Y_t = X_t - \mu \quad (27)$$

- 5- Calcule o desvio acumulado das séries (chamaremos por Z) onde $t = 1, 2, 3, \dots, N$

$$Z_t = \sum_{i=1}^N Y_t \quad (28)$$

- 6- Calcule o alcance das séries (chamaremos de R) onde $t = 1, 2, 3, \dots, N$

$$R_t = \max(Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_N) - \min(Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_N) \quad (29)$$

- 7- Calcule o desvio padrão das séries S : Onde u é o valor médio entre X_1 e X_t , com $t = 1, 2, 3, \dots, N$

$$S_t = \sqrt{\frac{1}{t} \sum_{i=1}^t (X_i - u)^2} \quad (30)$$

- 8- Calcule o *Rescale Range* $(R/S)_t = \frac{R_t}{S_t}$ onde $t = 1, 2, 3, \dots, N$

“Note que $(R/S)_t$ é médio entre as regiões $[X_1, X_t]$, $[X_{t+1}, X_{2t}]$ até $[X_{(m-1)t+1}, X_{mt}]$ onde $m = [N/t]$. Em prática, para usar todos os dados para cálculo, um valor de t é escolhido que é divisível por N . A relação entre $(R/S)_t$ e o expoente de Hurst H é dado por $(R/S)_t = c t^H$ com c uma constante. Para estimar o expoente de Hurst, plota-se (R/S) por t em um

eixo logarítmico, e o coeficiente angular da curva é calculado via MQO”. (Tzouras et. al., 2015)⁴⁰

Outra forma de cálculo deste expoente para séries de tempo não lineares se dá utilizando o modelo DFA (*detrended fluctuation analysis*). Dentro deste modelo de cálculo o cálculo do expoente de Hurst Generalizado se dá com um processo de particionamento da amostra, dividindo a mesma em tamanhos cada vez menores, calculando a variância de cada pedaço e da variância total de cada segmento analisado no tempo.

Tzouras (2015), apresenta o modelo de cálculo do expoente de Hurst Generalizado seguindo o presente modelo:

- 1- Calcule o retorno logarítmico da série de preços para o instante $t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}}$
- 2- Assuma uma série de tempo de retornos X : $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_N$
- 3- Calcule a média da série μ

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (31)$$

- 4- Calcule a soma cumulativa Y_t

$$Y_t = \sum_{i=1}^t X_i - \mu \quad (32)$$

- 5- Divida a soma cumulativa Y_t em $N_s = (N/s)$, segmentos esses não concomitantes, de distância igual s .
- 6- Para cada segmento n com distância s , plote $z_n(t) = \alpha_n t + b_n$ ou qualquer outro polinômio linear usando *OLS* e ache a tendência local.
- 7- Calcule a *detrended* time series para segmentos de duração s , chamado $Y_s(t)$

⁴⁰ No original em inglês: Note that $(R/S)_t$ is averaged over the regions $[X_1, X_t]$, $[X_{t+1}, X_{2t}]$ until $[X_{(m-1)t+1}, X_{mt}]$ where $m = [N/t]$. In practice, to use all data for calculation, a value of t is chosen that is divisible by N . The relationship between $(R/S)_t$ and the Hurst exponent H is given by $(R/S)_t = c_a t^H$ with c_a a constant. To estimate the Hurst exponent, (R/S) versus t in log – log axes are plotted, and the slope of the curve is estimated using the Ordinary Least Squares (OLS).

$$Y_s(t) = Y_t - z_n(t) \quad (33)$$

8- Calcule a variância de cada segmento.

$$F_s^2(n) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s Y_s^2((n-1)s + i) \quad (34)$$

9- Calcule a variância média de todos os segmentos

$$F_s = \left(\frac{1}{N_s} \sum_{n=1}^{N_s} F_s^2(n) \right)^{\frac{1}{2}} \quad (35)$$

Seguindo o modelo R/S clássico, o expoente de Hurst neste caso é dado por uma regressão por *OLS* considerando uma função entre $\log F_s$ e $\log s$, com a seguinte expressão, onde H é o expoente de Hurst a ser medido. (Tzouras, 2015)

$$F(s) = c_\beta s^H \quad (36)$$

Além dessas duas formas de cálculo do expoente, observa-se que também há modelos ajustados. Dentre esses modelos o modelo do R/S ajustado de Lo (1991), já apresentado anteriormente, que deriva da fórmula clássica de cálculo de Hurst e Mandelbrot. Porém, dentro das pesquisas analisadas, observa-se que os estimadores dos expoentes se apresentam próximos quando rodados em conjunto.

Vale ressaltar o processo de computação destes modelos: Em sistemas simples, identifica-se que os modelos apresentam dificuldade de rodagem, assim como já necessidade de modelagem e iteração avançada para se obter os estimadores esperados. Adicionalmente, em casos onde há a análise de períodos temporais por meio de janelas móveis, o cálculo de modelos como o Hurst via DFA pode ser mais demorado, porém, apresenta informações muito interessantes e importantes para a compreensão da evolução da ineficiência ao longo do tempo.

5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 – População e Amostra

Tendo como base o objeto de estudo do presente trabalho e as hipóteses em discussão foram levantados os preços de fechamento diários de 48 índices representativos do valor das ações de empresas em diferentes países entre 1990 a 2016, para fins de cálculo do seu respectivo log-retorno e o expoente de Hurst associado. Atenta-se que a amostra não é balanceada em função da falta de dados de índices de bolsas mais jovens ou posicionadas em mercados em desenvolvimento, como o COLCAP (índice representativo da bolsa colombiana) que foi introduzido em 2013. Os índices e os países levantados estão apresentados no Quadro 3.

Observa-se que esses 48 índices no final de 2016 apresentavam uma capitalização de mercado de suas bolsas num total de 65.966.687.021.121 dólares, o que representa aproximadamente 95% da capitalização de mercado mundial no mesmo ano, contemplando países desenvolvidos e em desenvolvimento, assim como bolsas de valores chamadas de mercados fronteiriços (como o caso dos mercados Jordânico e Paquistão), mercados emergentes (como o caso dos mercados latino-americanos) e mercados de capitais consolidados (como os mercados japonês, americano e britânico)

Outro ponto importante a ser destacado da amostra analisada refere-se ao fato de que dois dos índices de análise não estão diretamente associados a um país em específico, o que cria uma maior complexidade no levantamento dos dados: Hong Kong apresenta administração autônoma do governo chinês, ao qual foi devolvida em 1999. Entretanto, Taiwan apresenta-se em situação diferente, possuindo governo autônomo, mas não reconhecido pelo governo Chinês e pelos órgãos internacionais. Quando do levantamento de indicadores econômico-institucionais para análise empírica, observa-se que Hong Kong encontra-se com os dados separados dos do governo Chinês, porém em determinadas fontes de dados (como o Banco Mundial), não são apresentados os dados de Taiwan.

Considerando os dados da ONU em relação ao número de países (sendo 193 reconhecidos, 2 estados observadores) somando-se a esses dois territórios em específico, obtemos o número de 197 territórios, sendo que a base de dados representa 24,36% dos mesmos. Porém, se considerado características econômicas, observa-se que os mesmos 48 territórios representam, segundo dados do Banco Mundial (2017), 89,14 % do PIB mundial em US\$ em 2016.

Quadro 3: Países, Índices e respectiva *Market Capitalization* no ano de 2016 constituintes da amostra.

	Código	País	Índice	Market capitalization of listed domestic companies (current US\$) - 2016	Notas
1	ARG	Argentina	MERVAL	63.601.116.144	
2	AUS	Austrália	AOR - All ordinaries Index	1.268.493.506.774	
3	BEL	Bélgica	BEL20	377.756.548.791	
4	BRA	Brasil	IBOV	758.558.918.035	
5	BGR	Bulgária	SOFIX	5.205.420	(1)
6	CAN	Canadá	TSX Composite Index	1.993.522.735.730	
7	CHN	China	Shanghai Composite Index	7.320.738.379.789	
8	CHL	Chile	IPSA Index	212.479.793.765	
9	CZH	Rep Tcheca	PX Index	48.447.212	(1)
10	COL	Colômbia	COLCAP	103.818.618.592	
11	EGY	Egito	EGY30	33.323.010.781	
12	ESP	Espanha	IBEX	704.551.326.648	
13	EST	Estônia	OMX Tallinn Index	2.405.166.940	(2)
14	FIN	Finlândia	OMX Helsinki Index	219.784.400.000	(3)
15	FRA	França	CAC40	2.156.832.792.355	
16	DEU	Alemanha	DAX30	1.716.041.505.061	
17	GRC	Grécia	ATHEX Composite Index	37.163.048.981	
18	HKG	Hong-Kong, S.A.R.	HSI - Hang Seng Index	3.193.235.542.860	
19	HUN	Hungria	BUX Index - Hungary	22.553.356.584	
20	IND	Índia	SENSEX30	1.566.680.487.701	
21	IDN	Indonésia	Jakarta Composite Index	425.767.769.936	
22	ISL	Islândia	OMX Iceland All Share Index	15.353.360.000	(3)
23	ISR	Israel	TA-100 Tel-Aviv Index	213.983.608.690	
24	ITA	Itália	FTSE MIB Index	552.142.580	(1)
25	JOR	Jordânia	AMMANSE Index	24.573.951.247	
26	JPN	Japão	NIKKEI225	4.955.299.652.289	
27	KOR	Coreia do Sul	KOSPI30	1.254.541.184.535	
28	LTU	Lituânia	OMX Vilnius Index	844.098.288	(2)
29	LVA	Letônia	OMX Riga Index	3.676.078.120	(2)
30	MYS	Malásia	Kuala Lumpur Composite Index	359.788.303.781	
31	MEX	México	IPC Index	350.809.553.624	
32	NLD	Holanda	AEX Index	854.349.119.294	
33	NZL	Nova Zelândia	NZX50	80.048.458.702	
34	NOR	Noruega	OSE All Share Index	231.257.192.555	
35	PAK	Paquistão	KSE100	93.527.031.540	(4)
36	PHL	Filipinas	PSEi Index	239.738.046.230	
37	PRT	Portugal	PSI Index	57.196.516.622	
38	ROU	Romênia	BET Index	34.055.200.960	(5)
39	RUS	Rússia	MICEX	622.051.532.645	
40	SVK	Eslováquia	SAX Index	5.553.499.600	

Fonte: Worldbank - Databank: WDI indicators. Notas: Informações sobre market capitalization dos países indicados com números não estavam presentes na base WDI, sendo encontradas em: (1) Quandl Data: www.quandl.com; (2) Nasdaq Baltic: www.nasdaqbaltic.com; (3) Nasdaq Nordic: www.nasdaqnordic.com; (4) Pakistan Stock Exchange site: www.psx.com.pk; (5) Bucarest Stock Exchange: www.bvb.ro; (6) Taiwan Stock Exchange: <http://www.twse.com.tw>.

Quadro 3: Países, Índices e respectiva *Market Capitalization* no ano de 2016 constituintes da amostra em estudo (*Continuação*).

Código	País	Índice	Market capitalization of listed domestic companies (current US\$) - 2016	Notas
41	SGP	Cingapura	Straits Times Index	640.427.546.857
42	SWE	Suécia	OMX Stockholm 30 Index	675.934.486.799 (3)
43	CHE	Suíça	Swiss Market Index	1.403.355.611.193
44	TWN	Taiwan	TAIEX Index	845.849.030.322 (6)
45	THA	Tailândia	SET Index	432.956.179.451
46	TUR	Turquia	XU100	171.764.937.098
47	GBR	Grã-Bretanha	FTSE250	2.869.638.300.000 (1)
48	USA	Estados Unidos	DJIA	27.352.200.720.000
Total de Bolsas selecionadas			65.966.687.021.121	
Total geral			69.028.416.049.053	
Porcentagem			0,95565	

Fonte: Worldbank - Databank: WDI indicators. Notas: Informações sobre market capitalization dos países indicados com números não estavam presentes na base WDI, sendo encontradas em: (1) Quandl Data: www.quandl.com; (2) Nasdaq Baltic: www.nasdaqbaltic.com; (3) Nasdaq Nordic: www.nasdaqnordic.com; (4) Pakistan Stock Exchange site: www.psx.com.pk; (5) Bucarest Stock Exchange: www.bvb.ro; (6) Taiwan Stock Exchange: <http://www.twse.com.tw>.

Para a determinação do período de análise levantado (1990 a 2016), levou-se em consideração três fatores: O primeiro refere-se à capacidade de rodagem limitada dos expoentes por meio de *rolling samples*, por meio de sistemas operacionais, principalmente quando o cálculo se faz em *samples* maiores (como o caso de janelas com 1250 observações – ou 5 anos, em média – muito utilizado em pesquisas do tipo). Adicionalmente, observa-se que existem poucas bolsas de valores que apresentam dados anteriores a essa data que possam ser utilizadas de forma eficiente.⁴¹

O segundo fator está relacionado a necessidade de que exista observações que possam servir como base para os primeiros cálculos, que acabam não sendo utilizadas. Como será explicado mais a frente, as primeiras 500 e 1250 observações de cada bolsa acabam por ser inutilizadas em função do processo de estimação com janelas móveis. O último fator refere-se ao período de análise, que contempla duas décadas e meia. Atenta-se que como o presente estudo lida com fatores institucionais (conceitos e estruturas que apresentam pouca variabilidade ao longo do

⁴¹ Observa-se que os dados diários mais antigos se referem ao índice DJIA, da bolsa de valores de Nova York existentes desde 1896 como série. Outras bolsas mais consolidadas, como as bolsas de Tóquio, Hong-Kong e Londres apresentam dados que remetem a década de 50. Dentre os mercados emergentes, destaca-se a criação do índice Ibovespa (de 1968) e do índice Sensex (década de 70), tendo o volume de dados diários de bolsas de valores armazenados e encontrados um crescimento maior a partir da década de 80.

tempo por conceito) e fatores macroeconômicos (que apresentam média e alta variabilidade), assim como medidas de memória longa de séries, há a necessidade do uso de períodos mais longos de tempo. Contudo, é importante destacar a relevância do processo de evolução tecnológica ocorrida nessas duas décadas, levada em consideração quando da análise e interpretação dos resultados e evidências identificadas.

5.2 – Levantamento dos Dados e Definição das Variáveis Utilizadas

Considerando o objeto de estudo da presente tese apresentada, a amostra e o período delimitado, assim como as hipóteses de pesquisa testadas, o processo de levantamento de dados foi estruturado no levantamento de dados secundários, advindos de diferentes bases de dados.

Para os dados referentes a séries históricas de preços e retornos diários dos índices de bolsas de valores e de remuneração diária de títulos governamentais, os dados foram levantados a partir de plataformas como a *Bloomberg*, e outras adicionais como a *Investing*⁴², a *Stooq*⁴³, e para conferência, as bases de dados ofertadas pela *Yahoo Finance*.

Para os dados referentes as características dos países e dos mercados analisados, os dados foram retirados dos portais de informação da *World Economic Forum*⁴⁴ e *World Bank*⁴⁵

Um ponto que deve ser destacado no processo de levantamento de dados refere-se a frequência temporal dos dados levantados. Observa-se que há dados levantados de frequência diária, porém dados representativos do ambiente macroeconômico e institucional tendem a apresentar-se com outras medidas de frequência, de forma anual. Neste ponto, a diferença entre as frequências é um ponto importante a ser levado em consideração, e o modelo multinível admite a utilização da média de tais variáveis para capturar seu efeito sobre a variável dependente em estudo, como visto anteriormente.

Outra questão importante de consideração refere-se a limitação dos resultados da pesquisa à qualidade da informação levantada das bases de dados secundárias, por isso, houve a necessidade de verificação e compreensão da forma que as mesmas foram levantadas e tratadas

⁴² <www.investing.com>

⁴³ < www.stooq.com >

⁴⁴ < <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2014-2015/>>

⁴⁵ < <http://data.worldbank.org/indicator>>

pelos portais que ofertaram os dados. As informações metodológicas sobre a construção dos dados referentes a países encontram-se nas referências do presente trabalho.

A definição das variáveis utilizadas no presente estudo seguiu o padrão utilizado em estudos citados anteriormente e a sua utilização em modelos quantitativos aplicados para análise de relação entre os dados, assim como as hipóteses especificadas para teste. As mesmas apresentam-se descritas no Quadro 04:

Quadro 4: Variáveis utilizadas no presente estudo

Variável		Proxy Usada	Origem*
Variável dependente			
Hurst500	Grau de ineficiência relativa de mercado 1	Cálculo do Expoente de Hurst - $1/2$ (estimação do parâmetro diferenciador d) por meio de modelo ARFIMA(0, d ,0) (<i>Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average</i> - variando entre -0,5 à 0,5), por meio de janelas móveis de 500 obs, dos log-retornos diários dos índices selecionados	A
Hurst1250	Grau de ineficiência relativa de mercado 2	Cálculo do Expoente de Hurst - $1/2$ (estimação do parâmetro diferenciador d) por meio de modelo ARFIMA(0, d ,0) (<i>Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average</i> - variando entre -0,5 à 0,5), por meio de janelas móveis de 1250 obs, dos log-retornos diários dos índices selecionados	A
Variáveis ao nível de país			
<i>Métricas de juros e risco</i>			
BOND10	<i>BondYield (10anos)</i>	<i>Bond Yield</i> dos títulos governamentais vencíveis em 10 anos dos países onde os índices estão localizados de frequência diária	INV
BOND5	<i>BondYield (5anos)</i>	<i>Bond Yield</i> dos títulos governamentais vencíveis em 5 anos dos países onde os índices estão localizados de frequência diária	INV
SPREAD	<i>BondYieldSpread</i>	Diferença entre o Bond Yield (10 anos) - média (<i>BondYield Tbond, Bund10, JPBond10</i>)	INV

* A = Calculada pelo autor com base no levantamento feito em Stooq.com, YahooFinance.com, GoogleFinance.com e bloomberg.com; INV = Investing.com; BM = Banco Mundial; GCI = World Economic Forum Global Competitiveness Index

Quadro 4: Variáveis utilizadas no presente estudo (*continuação*)

Variável		Proxy Usada	Origem*
<i>Métricas de Ambiente econômico e Institucional</i>			
TAX	Taxa de Impostos Total	Média do valor da taxa de impostos do país no período em estudo calculado por meio da combinação das variáveis Profit Tax(% of profits), labor tax and other contributions (% of profits) e other taxes (% of profits) pela WEF com base nos dados do Banco Mundial	GCI
PIB	Crescimento do PIB	Média do crescimento do PIB do país no período em estudo	BM
INFL	Inflação	Média de inflação do país no período em estudo	BM
PROP	Direitos de Propriedade	Média da Métrica de garantia de direitos de propriedade levantada por meio de survey pela WEF do país no período em estudo	GCI
AUDIT	Força de Auditoria e Divulgação	Média da Métrica de aplicação e qualidade dos padrões de auditoria e divulgação financeiras levantadas por meio de survey pela WEF do país no período em estudo	GCI
INVEST	Força de proteção ao Investidor	Média da combinação realizada pela WEF das variáveis Extent of disclosure Index e Ease of shareholder suit index, do Banco Mundial do país no período estudado	GCI
REG	Regulação dos Mercados de Capitais	Média da Métrica de qualidade de regulação dos mercados de capitais levantadas por meio de survey pela WEF do país no período em estudo	GCI
LEGAL	Índice de Direitos Legais	Média do Grau de proteção dos credores e devedores dentro do sistema legal que possa facilitar processos de empréstimos levantada pela WEF com base nos dados do Banco Mundial do país no período em estudo	GCI

* A = Calculada pelo autor com base no levantamento feito em Stooq.com, YahooFinance.com, GoogleFinance.com e bloomberg.com; INV = Investing.com; BM = Banco Mundial; GCI = World Economic Forum Global Competitiveness Index

A variável dependente do presente estudo (**Hurst500** e **Hurst1250**) refere-se ao grau de ineficiência relativa dos diferentes índices ao longo do tempo (Auer, 2016) e foi desenvolvida tendo como base os estudos apresentados no tópico 2.6 da presente tese, que indicavam a utilização do expoente de Hurst clássico como uma métrica consolidada na literatura sobre mensuração e ranqueamento de eficiência informacional.

Para o cálculo desta, foi utilizado o modelo de estimação ARFIMA (p,d,q) , sendo d o parâmetro de diferenciação da série de tempo longa, variando entre -0,5 e 0,5, sendo uma proxy para o expoente de Hurst a partir da seguinte expressão (STATA, 2017):

$$H = d + \frac{1}{2} \quad (37)$$

Desta forma, quão mais próximo de 0 o expoente estiver, mais eficiente o mercado será. Se o expoente estiver abaixo de zero, (ou H menor que 0,5), fala-se que há uma memória intermediária (ou uma dependência de longo prazo negativa). Para índices acima de 0 (ou H maior que 0,5) há a evidência de memória longa da série de tempo, e assim, possível previsibilidade da série.

Em pesquisas empíricas, há o uso do expoente de Hurst das duas formas: Seja ele com tendo seu *range* de 0 a 1 (sendo 0,5 o indicador de eficiência padrão) e com o *range* variando de - 0,5 a 0,5 (sendo no caso 0 o indicador de eficiência), todos tendo como base a expressão 37. No presente estudo, optou-se pelo uso do segundo indicador para melhor interpretação dos resultados apresentados

Considerando a análise prevista em H_{1a} (**O grau de eficiência de um mercado não é constante ao longo do tempo**), há a necessidade de desenvolvimento de um modelo de cálculo que atentasse a observação do comportamento dessa variável ao longo do tempo. Para isto, foi desenvolvida a estimação utilizando janelas móveis de 500 observações e 1250 observações (aprox. 2 e 5 anos) dos log-retornos calculados das séries de preços levantados de forma diária, como apresentado por Anagnostinidis, Varsakelis e Emmanouilides (2016) quando da análise da relação entre a crise de 2008 e eficiência informacional na zona do Euro para cada índice/país analisado.

Para verificação se a métrica foi corretamente especificada, foi realizada a análise comparativa da média geral da variável com a estimação do mesmo expoente utilizando-se todas as observações para cada bolsa/país, e por meio de métodos de estimação do parâmetro d com base no modelo GPH modificado por Phillips (1999), para a verificação se de forma geral os estimadores apresentavam convergência entre si.

A hipótese H_{1b} (**O grau de eficiência de um mercado não é constante entre diferentes economias**) pode ser analisada a partir da análise descritiva da variável dependente determinada

em estudo supracitada, observando se há diferenças significativas entre o comportamento de eficiência de cada índice ao longo do tempo. Adicionalmente, outra fonte de evidências está associada a análise do modelo nulo da regressão multinível, onde, a partir do LR *test* do modelo em relação ao modelo de regressão tradicional, é possível observar se existem diferenças significativas entre os grupos (no trabalho atual, os índices/bolsas) do presente estudo.

Para a segunda hipótese estabelecida neste trabalho H₂ (**Mudanças institucionais e choques econômicos estão relacionados com a variação ao longo do tempo**) a análise foi realizada verificando a associação entre as variáveis dependentes e variáveis que possam servir de proxies para ciclos e choques econômicos e/ou mudanças institucionais.

Neste item, dois sets de variáveis foram utilizadas: A primeira refere-se a um set de *yields* sobre títulos governamentais⁴⁶ vencíveis em 5 e 10 anos medidos de forma diária, referente as 48 bolsas/territórios analisados. Atenta-se que os *yields* são utilizadas diretamente, para verificação se há relação do *yield* calculado em *t* associado ao log retorno em *t* com o comportamento de eficiência informacional.

O segundo set de variáveis está associado ao spread diário da remuneração dos títulos governamentais de 10 anos em relação a um título sem nenhum risco imediato de *default* (no caso do *T-Bond* americano e o *Bund* Alemão). O spread diário é considerado uma medida clássica de risco associado ao país, medida essa que pode representar bem o comportamento de possíveis choques econômicos e financeiros.

Todavia, considerando o efeito da crise de 2008 sobre as principais economias desenvolvidas, há de se olhar com parcimônia em relação a essa variável, por isso, para cálculo do spread, foi utilizado uma média dos títulos de 10 anos das 3 maiores economias desenvolvidas do mundo (Japão, EUA e Alemanha) para estimação dessa variável.

Destaca-se que é um agrupamento de variáveis apresentadas pois tais medidas de risco não se constitui somente pela variável diária, mas também por uma série de variáveis defasadas no tempo, a fim de observar se comportamentos de períodos anteriores teriam capacidade de influenciar o grau de eficiência do período atual medido.

Segundo Lo (2004, 2005, 2017) a mudança de ciclos de eficiência para novos períodos de ineficiência ocorre em função de choques econômicos, ou seja, num momento onde há uma

⁴⁶ *Government bond yield: Representação da taxa interna de retorno de determinado título governamental em determinada data. No caso, a taxa de desconto aplicada para se chegar ao valor presente do título a mercado.*

mudança da estrutura de mercado, estratégias consideradas eficientes não são mais, assim como outras decisões consideradas não eficientes, passam a ser. Após o evento de choque econômico observa-se que os agentes tendem a buscar novas estratégias que consigam melhores retornos, o que gera um aumento da ineficiência informacional dos mercados.

Desta forma, variáveis que possam representar eventos/períodos de crises econômicas (como choques econômicos - ampliação do risco sistemático de governos/países) apresentariam uma relação positiva com o aumento de ineficiência em curto prazo, o que é suportado pela HMA.

Considerando a métrica utilizada, pode-se considerar também uma relação inversa: Mercados que apresentam altos *bond yield spreads* tendem a apresentar alta volatilidade dos mercados, o que amplia o processo de saída de investidores (em função de decisões complexas com perda de valor e por consequência de recursos). Com menos recursos girando nestes mercados, estes tendem a apresentar maior eficiência (em função de recursos mais escassos, como previsto também pela HMA)

Considerando a última hipótese a ser analisada neste trabalho, H₃ (**Características econômicas e institucionais onde os mercados estão situados estão associados a diferença de comportamento de eficiência de mercado em diferentes economias.**), as evidências podem ser acessadas utilizando-se de várias formas: A primeira seria analisando o modelo nulo da regressão multinível, que também dá suporte a hipótese H_{1b}, porém a principal fonte de evidências para analisar esta terceira hipótese está na observação de como um grupo de variáveis representativas do ambiente econômico-institucional dos países/bolsas estão relacionadas com a métrica de ineficiência relativa de mercados. Desta forma, as seguintes variáveis foram escolhidas tendo como base pesquisas anteriores que analisam ambiente econômico institucional (item 2.5 do presente trabalho), destacadas a seguir:

- a) ***Variáveis de ambiente macroeconômico:*** As variáveis de ambiente econômico apresentam características referentes a estrutura econômica, monetária e de desenvolvimento de riquezas de cada país/território. Adicionalmente, as mesmas possuem conteúdo informacional sobre características de produção, consumo e desenvolvimento de sistemas financeiros. Para o presente estudo, foram selecionadas as seguintes variáveis: *Média do total da taxa de impostos, média da inflação e média do crescimento do PIB.*

- b) ***Variáveis de ambiente institucional:*** As variáveis de ambiente institucional apresentam características referentes as estruturas constantes ao longo do tempo que dão suporte ao desenvolvimento do país em estudo. Dentre estas, destaca-se a capacidade e o poder que as instituições estabelecidas têm de aplicar o estado de direito e o império da lei igualmente a todos os cidadãos residentes, o ambiente regulatório encontrado, estruturas de proteção pelo Estado de partes menos favorecidas em disputas judiciais e comportamento de divulgação e confiança sobre informações prestadas a sociedade. Para o presente estudo, foram selecionadas as variáveis: *Média da proxy Direitos de propriedade, média da força de Auditoria e Divulgação, média da força de Proteção do Investidor, média da Regulação do mercado de capitais, e média do Índice de direitos legais*, por país/índice.

5.3 - Análises dos Dados e Estimação dos Modelos de Regressão

A partir da delimitação da amostra em estudo e a escolha e levantamento dos dados, o próximo passo foi o desenvolvimento do processo de análise de dados. Para isto, foi utilizado de diversas técnicas de análise, inicialmente com a aplicação de análise descritiva dos dados, de forma mais visual para observação e interpretação univariada da variável grau de ineficiência relativa dos mercados calculada anteriormente. Em adição a esta, modelos confirmatórios de dados foram aplicados para analisar em profundidade tanto o comportamento dinâmico dos dados ao longo do tempo quanto a relação entre a variável dependente do estudo e variáveis independentes escolhidas para verificação de cada uma das hipóteses.

Para a hipótese H_{1a} e H_{1b} , **O grau de eficiência de um mercado não é constante ao longo do tempo e O grau de eficiência de um mercado não é constante entre diferentes economias**, inicialmente, realizou-se uma análise descritiva da variável dependente, observando o comportamento e a dinâmica dos objetos de pesquisa ao longo do tempo, por meio de observação de medidas de tendência central (média, desvio padrão), assim como variações máximas e mínimas existentes. Seguindo o padrão utilizado por pesquisas anteriores, a apresentação gráfica da variável dependente estimada foi desenvolvida e aplicada.

Adicionalmente, a aplicação de modelos multinível (em específico, o modelo nulo que será descrito posteriormente) também oferta evidências para análise desta hipótese de pesquisa, podendo servir como fator adicional para o teste de H_1

Para as hipóteses H₂: **Mudanças institucionais e choques econômicos estão relacionados com a variação ao longo do tempo** e H₃: **Características econômicas e institucionais onde os mercados estão situados estão associados a diferença de comportamento de eficiência de mercado em diferentes economias**, foram aplicados modelos confirmatórios de associação entre variáveis explicativas e a variável objeto de estudo, em específico, modelos multinível com a inclusão de variáveis explicativas em diferentes níveis.

A escolha dos modelos multinível se dá pela estrutura ao qual a base de dados se apresenta. A estrutura de base de dados possui dois níveis de análise, sendo um modelo multinível com medidas repetidas ao longo do tempo (Goldstein, Healy e Rasbash, 1994). No primeiro nível (associado ao tempo), estão as observações de cada índice/país em cada instante do tempo t , *variantes ao longo do tempo*. O segundo nível apresentado (i) (país/bolsa) agrupa todas as observações medidas daquele objeto ao longo do tempo.

A partir desta estrutura, com os modelos multinível é possível associar quanto que as variáveis latentes associadas ao tempo (nível 1) e constantes em cada país (nível 2) podem explicar o comportamento de variância do grau de ineficiência relativa dos mercados (Raudenbush e Bryk, 2002). Ou seja, é possível verificar de forma geral como instituições (fatores constantes no tempo) e outras características de países afetam a dinâmica de evolução temporal da eficiência de mercados distintos.

Considerando o modelo *step-up strategy* apresentado no capítulo 03, podemos construir as equações desenvolvidas a serem analisadas e testadas na presente pesquisa. O primeiro modelo em estudo desenvolvido é o modelo nulo, onde não há a inclusão de nenhuma variável de nenhum nível, sendo analisado neste primeiro modelo o particionamento da variância e sua associação com os diversos níveis, como se segue:

$$Hurst(500,1250)_{it} = \beta_{0i} + \varepsilon_{it} \quad (38)$$

$$\beta_{0i} = \gamma_{00} + \tau_{0i} \quad (39)$$

Substituindo 39 em 38, temos:

$$Hurst(500,1250)_{it} = \gamma_{00} + \tau_{0i} + \varepsilon_{it} \quad (40)$$

Em que:

$Hurst(500,1250)_{it}$: refere-se a variável *Hurst* medida em cada instante de tempo t para cada uma das janelas utilizadas (500 e 1250) de determinado índice/bolsa i ;

β_{0i} : identifica a média de cada agrupamento na equação de primeiro nível;

γ_{00} : média geral da amostra em estudo;

τ_{0i} : refere-se ao erro associado as características de país não variantes no tempo;

ε_{it} : refere-se ao erro idiossincrático associado as características variantes ao longo do tempo.

A partir deste modelo base, o segundo modelo analisa o efeito do tempo sobre a eficiência informacional dos modelos, por meio da inclusão da variável tempo no intercepto e no coeficiente do modelo. Especificamente, este modelo com a inclusão do item de tempo é chamado de *growth curve*⁴⁷

$$Hurst(500,1250)_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}(Tempo_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (41)$$

$$\beta_{0i} = \gamma_{00} + \tau_{0i} \quad (42)$$

$$\beta_{1i} = \gamma_{10} + \tau_{1i} \quad (43)$$

Substituindo 42 e 43 em 41, temos:

$$Hurst(500,1250)_{it} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(Tempo_{it}) + \tau_{0i} + \tau_{1i}(Tempo_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (44)$$

Em que:

⁴⁷ É importante destacar que os modelos mistos são modelos lineares, ou seja, pressupõe-se a criação de um modelo linear. Em teoria, não há explicação para o nome específico para o modelo somente com inclusão temporal.

$Hurst(500,1250)_{it}$: refere-se a variável Hurst medida em cada instante de tempo t para cada uma das janelas utilizadas (500 e 1250) de determinado índice/bolsa i ;

$Tempo_{it}$: é o número de medição na sequência temporal das observações t de determinado índice/bolsa i

β_{0i} : identifica a média de cada agrupamento na equação de primeiro nível;

β_{1i} : parâmetro que identifica o coeficiente angular de aumento ou diminuição da média de cada agrupamento a cada aumento de uma unidade de tempo observada;

γ_{00} : média geral da amostra em estudo;

γ_{10} : média dos coeficientes de inclinação β_{1i} de cada item amostral;

τ_{0i} : refere-se ao erro associado as características de país não variantes no tempo;

τ_{1i} : erro em nível de grupo i correlacionado a evolução no tempo t ;

ε_{it} : refere-se ao erro idiossincrático associado as características variantes ao longo do tempo.

Considerando o modelo apresentado na equação 44, para o desenvolvimento e teste das hipóteses apresentadas em H_2 e H_3 , faz-se necessária a inclusão das variáveis preditoras. Primeiramente o grupo de variáveis representativas do risco país (medida de impacto e choques econômicos – variante conforme o tempo) e em seguida, a média das variáveis representativas de ambiente econômico e institucional, constantes ao longo do tempo.

Atenta-se que segundo o item 3.2 da presente tese, observa-se que segundo Snijders, variáveis que possuem variação temporal estão relacionadas ao nível 1 (o tempo), e variáveis constantes (como o caso de instituições e características médias de país durante o período de análise) estão associadas ao segundo nível (bolsa/país).

Considerando tal item, temos a seguinte configuração de equações para teste:

$$Hurst(500,1250)_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}(Tempo_{it}) + \beta_{2i}(BondYield_{it}) + \beta_{3i}(BondYieldSpread_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (45)$$

$$\beta_{0i} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(TAX_i) + \gamma_{02}(PIB_i) + \gamma_{03}(INFL) + \gamma_{04}(PROP_i) + \gamma_{05}(AUDIT_i) + \gamma_{06}(INVEST_i) + \gamma_{07}(REG_i) + \gamma_{08}(LEGAL_i) + \tau_{0i} \quad (46)$$

$$\beta_{1i} = \gamma_{10} + \tau_{1i} \quad (47)$$

$$\beta_{2i} = \gamma_{20} \quad (48)$$

$$\beta_{3i} = \gamma_{30} \quad (49)$$

Fazendo o processo de substituição observamos o seguinte modelo:

$$Hurst(500,1250)_{it} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(TAX_i) + \gamma_{02}(PIB_i) + \gamma_{03}(INFL_i) + \gamma_{04}(PROP_i) + \gamma_{05}(AUDIT_i) + \gamma_{06}(INVEST_i) + \gamma_{07}(REG_i) + \gamma_{08}(LEGAL_i) + \gamma_{10}(Tempo_{it}) + \gamma_{20}(BondYield_{it}) + \gamma_{30}(BondYieldSpread_{it}) + \tau_{0i} + \tau_{1i}(Tempo_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (50)$$

Em que temos:

$Hurst(500,1250)_{it}$: refere-se a variável Hurst medida em cada instante de tempo t para cada uma das janelas utilizadas (500 e 1250) de determinado índice/bolsa i ;

$Tempo_{it}$: é o número de medição na sequencia temporal das observações t de determinado índice/bolsa i

β_{0i} : identifica a média de cada agrupamento na equação de primeiro nível;

β_{1i} : parâmetro que identifica o coeficiente angular de aumento ou diminuição da média de cada agrupamento a cada aumento de uma unidade de tempo observada;

β_{2i} : parâmetro que identifica o coeficiente angular de aumento ou diminuição da média de cada agrupamento a cada aumento de uma unidade percentual do *bond yield* de cada bolsa/país i no instante de tempo t ou em diferentes *lags* de tempo ($t-n$ períodos);

β_{3i} : parâmetro que identifica o coeficiente angular de aumento ou diminuição da média de cada agrupamento a cada aumento de uma unidade percentual do *bond yield spread* de cada bolsa/país i no instante de tempo t ou em diferentes *lags* de tempo ($t-n$ períodos);

γ_{00} : média geral dos interceptos referentes as amostras em estudo;

γ_{01} : coeficiente angular referente a variável TAX_i explicativa do intercepto β_{0i} da equação de nível país/bolsa;

γ_{02} : coeficiente angular referente a variável PIB_i explicativa do intercepto β_{0i} da equação de nível país/bolsa;

γ_{03} : coeficiente angular referente a variável $INFL_i$

τ_{0i} : refere-se ao erro associado as características de país não variantes no tempo;

τ_{1i} : erro em nível de grupo i correlacionado a evolução no tempo t ;

ε_{it} : refere-se ao erro idiossincrático associado as características variantes ao longo do tempo.

Analisando a estrutura do modelo, observa-se que o mesmo possui interceptos aleatórios e coeficientes aleatórios para a variável tempo somente. Optou-se em deixar somente a variável tempo como aleatória em função de que um modelo com a inclusão de variáveis interativas entre o tempo e variáveis explicativas de nível 2 apresenta dificuldades de implementação computacional com os softwares atuais.

Outro ponto importante é a análise em separado de modelos alternativos a equação 50. Dado que a Hipótese 02 possui um grupo de variáveis específicas, cabe uma especificação adicional a esta equação, desconsiderando as variáveis de nível 2 e somente com as de nível 1 identificadas, apresentando a seguinte característica final.

$$Hurst(500,1250)_{it} = \gamma_{00} + \gamma_{10}(Tempo_{it}) + \gamma_{20}(BondYield_{it}) + \gamma_{30}(BondYieldSpread_{it}) + \tau_{0i} + \tau_{1i}(Tempo_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (50a)$$

Atenta-se que a equação 50a é um passo anterior a equação 50 apresentando-se com as mesmas características de informação, somente com a exclusão de variáveis relacionadas a Hipótese 3 do corrente trabalho. Esse passo anterior é interessante para análise em função de verificação de como as outras variáveis interagem com a mesma, podendo mudar o seu coeficiente.

6- ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Dadas as hipóteses de pesquisa a serem verificadas empiricamente neste trabalho, bem qual a literatura subjacente relativa a análise em questão e os procedimentos metodológicos anteriormente discutidos, o presente capítulo tem por objetivo apresentar os principais achados e conclusões identificados após a análise empírica dos dados.

Para tal, o presente capítulo foi concebido considerando a análise de cada hipótese em sequência (H_1 , H_2 e H_3) em adição com a apresentação dos resultados obtidos pela pesquisa, associando-os as pesquisas anteriores apresentadas no capítulo de revisão de literatura para obter um panorama reflexivo sobre as evidências encontradas a partir dos modelos quantitativos aplicados.

6.1 – Análise Descritiva da Variável Dependente

Observando a amostra de log-retornos diários dos índices analisados apresentados na tabela 01, a média dos dados é de 0,000357106 com desvio padrão de 0,014945567, possuindo valores médios mínimos de -0,165643902 e máximos de 0,142458158. Examinando tais valores aos valores médios por país/índice, identifica-se que a média de retornos é heterogênea entre países, porém bem próximas a zero, tendo como pontos extremos o índice jordaniano (AMMANSE Index), com -0,0001417 e brasileiro (IBOV), com 0,0024207 de log-retornos no período geral analisado.

Comparando a média da amostra ao desvio padrão, têm-se que o coeficiente de variação das bolsas analisadas apresenta-se num patamar de 41,85, o que pode ser corroborado a partir dos valores máximos e mínimos de cada série observada. Dentre esses valores destaca-se o valor de log-retorno negativo de -1,062197 referente ao dia 13/10/2008, em função do colapso do sistema bancário islandês, onde três bancos tiveram que ser resgatados pelo governo em função de insolvência. O maior valor de alta refere ao índice *Shanghai Composite Index* no dia 21/05/1992, apresentando um retorno positivo de 0,7191518.

Tabela 1: Dados descritivos da base de dados utilizada para cálculo da métrica de ineficiência relativa de mercados (*Expoente de Hurst* – 0,5)

id	Código	País	Índice	Observações	log Retorno	Desvio Padrão	Min	Max
1	ARG	Argentina	MERVAL	6659	0,0009187	0,0277087	-0,7571313	0,2619179
2	AUS	Austrália	AOR - All ordinaries Index	6832	0,000182	0,0092208	-0,0855359	0,0606656
3	BEL	Bélgica	BEL20	6582	0,0001973	0,011578	-0,0831928	0,0933398
4	BRA	Brasil	IBOV	6660	0,0024207	0,029724	-0,3930426	0,3417985
5	BGR	Bulgária	SOFIX	3718	0,000487	0,0130273	-0,1135999	0,0838781
6	CAN	Canadá	TSX Composite Index	6796	0,0001984	0,0100096	-0,0978795	0,0937027
7	CHN	China	Shanghai Composite Index	6363	0,0005399	0,0236334	-0,1790509	0,7191518
8	CHL	Chile	IPSA Index	6822	0,0004791	0,0101607	-0,0763808	0,1180337
9	CZH	Rep Tcheca	PX Index	5588	0,0000456	0,0134941	-0,1618547	0,1236405
10	COL	Colômbia	COLCAP	2192	0,0001096	0,0110535	-0,0892471	0,0873153
11	EGY	Egito	EGY30	3016	0,0007159	0,020016	-0,2976669	0,3112901
12	ESP	Espanha	IBEX	6816	0,0001668	0,014286	-0,1318527	0,1348364
13	EST	Estônia	OMX Tallinn Index	4290	0,0004727	0,0109559	-0,0704588	0,1209448
14	FIN	Finlândia	OMX Helsinki Index	5519	0,0002818	0,0179562	-0,1740416	0,1456295
15	FRA	França	CAC40	6845	0,0001297	0,0139902	-0,0947154	0,1059459
16	DEU	Alemanha	DAX30	6827	0,0002722	0,0143635	-0,0987092	0,1079747
17	GRC	Grécia	ATHEX Composite Index	6686	0,0000504	0,0192095	-0,1771289	0,1374968
18	HKG	Hong-Kong, S.A.R.	HSI - Hang Seng Index	6671	0,0003071	0,0160432	-0,1473457	0,1724699
19	HUN	Hungria	BUX Index - Hungary	6497	0,0005335	0,0162418	-0,180331	0,1361574
20	IND	Índia	SENSEX30	6456	0,0005471	0,0169378	-0,1366073	0,1598998
21	IDN	Indonésia	Jakarta Composite Index	6576	0,000393	0,0148212	-0,1273181	0,1312781
22	ISL	Islândia	OMX Iceland All Share Index	5832	0,000203	0,0171219	-1,062197	0,0506315
23	ISR	Israel	TA-100 Tel-Aviv Index	4173	0,000266	0,0122583	-0,0831053	0,0810188
24	ITA	Itália	FTSE MIB Index	4823	-0,0000536	0,0158938	-0,1333144	0,1087425
25	JOR	Jordânia	AMMANSE Index	2596	-0,0001417	0,0078564	-0,0439802	0,046124
26	JPN	Japão	NIKKEI225	6639	-0,0001071	0,0154252	-0,1211103	0,1323458
27	KOR	Coreia do Sul	KOSPI30	7063	0,0001134	0,0164616	-0,128047	0,1128435
28	LTU	Lituânia	OMX Vilnius Index	4767	0,0003608	0,0097715	-0,1193777	0,1100145
29	LVA	Letônia	OMX Riga Index	4288	0,0004545	0,0142235	-0,1470522	0,1159628
30	MYS	Malásia	Kuala Lumpur Composite Index	6647	0,0001612	0,0130054	-0,2415339	0,2081737
31	MEX	México	IPC Index	6300	0,000551	0,0149783	-0,1431446	0,1215364
32	NLD	Holanda	AEX Index	6875	0,0001838	0,013348	-0,0959033	0,1002827
33	NZL	Nova Zelândia	NZX50	4022	0,0003515	0,0070485	-0,0524665	0,0581457
34	NOR	Noruega	OSE All Share Index	6861	0,0003388	0,0132982	-0,0970885	0,0918642
35	PAK	Paquistão	KSE100	4619	0,0006718	0,0154501	-0,1321329	0,1276223
36	PHL	Filipinas	PSEi Index	6732	0,0002709	0,0146953	-0,1308869	0,161776
37	PRT	Portugal	PSI Index	6063	0,0000733	0,0119728	-0,1461612	0,1209918
38	ROU	Romênia	BET Index	4022	0,0006452	0,0156725	-0,1190178	0,1457646
39	RUS	Rússia	MICEX	4776	0,0006503	0,0265413	-0,2333561	0,2750052
40	SVK	Eslováquia	SAX Index	5262	0,0001152	0,012695	-0,1481009	0,1188026
41	SGP	Cingapura	Straits Times Index	6746	0,0000986	0,0122862	-0,0915346	0,1287378
42	SWE	Suécia	OMX Stockholm 30 Index	6778	0,0002928	0,0147177	-0,0880026	0,1102284
43	CHE	Suíça	Swiss Market Index	6783	0,0002257	0,0116699	-0,0907035	0,107876
44	TWN	Taiwan	TAIEX Index	5236	0,0001035	0,0142495	-0,0993601	0,0851978
45	THA	Tailândia	SET Index	6611	0,0000866	0,0163156	-0,1738836	0,1134953
46	TUR	Turquia	XU100	6741	0,0012054	0,0258449	-0,1997851	0,1777358
47	GBR	Grã-Bretanha	FTSE250	6813	0,0002821	0,0094277	-0,0745649	0,0746211
48	USA	Estados Unidos	DJIA	6805	0,0002896	0,0107267	-0,0820051	0,1050835

Um ponto importante desses extremos apresentados refere-se ao impacto que estes eventos podem gerar sobre a medida de ineficiência relativa e aos testes de teoria. Em uma análise dos principais momentos de retornos negativos, identifica-se que os mesmos têm forte relação com períodos de instabilidade econômica-institucional em períodos de crises financeiras como por exemplo a crise de 2008 e crises institucionais em mercados como o Brasileiro (3 e 13/08/1992 – impedimento do ex-presidente Fernando Collor de Mello) Russo (28/10/1997 – impacto da crise asiática sobre mercados emergentes, perdurando até 1998 com sucessivas baixas)⁴⁸, assim como efeitos da crise de 2008 (Rússia – 16/09 e 06/10/2008; Egito 07/10/2008, por exemplo).

A partir da base de dados acima apresentada, foram desenvolvidos os cálculos da métrica de ineficiência utilizando *rolling samples* de 500 e 1250 observações, apresentadas nas tabelas 02 e 03 a seguir.

A partir das tabelas 02 e 03, identifica-se que as médias levantadas são bem dispares quando observados cada índice. Dada a média calculada a partir das rodagens de janelas móveis com 500 observações diariamente (tabela 02), conclui-se que a grande maioria dos mercados se apresenta com média abaixo de 0.10 (ou 0,60 considerando o expoente de Hurst), com exceção de Chile, Estônia, Indonésia, Jordânia e Reino Unido, sendo este último um mercado não esperado de ocorrência. (dado que está associado a um país desenvolvido sendo um dos maiores mercados de capitais do mundo).

Dentro da faixa entre 0,10 (em módulo) a 0, a média não apresenta um comportamento distinto diretamente. Porém, é possível observar que, com exceção do mercado Malaio (que aparece com média de 0,07) mercados menores tendem a apresentar expoentes menos próximos a 0 (que seria o ponto ótimo de eficiência relativa), o que pode sugerir bem preliminarmente que o tamanho do mercado pode ser um indicador de diferenciação quanto a eficiência.

Adicionalmente, quando se examina os valores máximos e mínimos de cada país, em conjunto com o seu desvio padrão, os índices de bolsas estabelecidos em mercados menores e/ou com menores graus de desenvolvimento tendem a apresentar graus extremos maiores, sendo o maior valor absoluto atribuído ao índice da Bolsa de Praga (PX Index), em 18/11/1996.

⁴⁸ Folha de São Paulo – Acervo Folha de São Paulo. < <http://acervo.folha.uol.com.br/>>

Tabela 2: Dados descritivos da variável dependente – métrica de ineficiência informacional relativa – janela de 500 observações (Expoente de Hurst – 0,5)

id	Código	País	Índice	Observações	Média Hurst500	Desvio Padrão	Min	Max
1	ARG	Argentina	MERVAL	6.366	0,0351204	0,0340262	-0,0655264	0,135294
2	AUS	Austrália	AOR - All ordinaries Index	6.329	-0,0054095	0,0436082	-0,1179377	0,1287246
3	BEL	Bélgica	BEL20	6.083	0,0327427	0,0563979	-0,1119125	0,1436591
4	BRA	Brasil	IBOV	6.226	-0,0138587	0,0446536	-0,1377653	0,1204335
5	BGR	Bulgária	SOFIX	3.219	0,0996345	0,0659762	-0,0592877	0,2369577
6	CAN	Canadá	TSX Composite Index	6.294	0,0486748	0,0887672	-0,1580922	0,2905906
7	CHN	China	Shanghai Composite Index	5.864	0,0167214	0,0327025	-0,0729249	0,1501628
8	CHL	Chile	IPSA Index	6.822	0,1445671	0,0674215	0,0032982	0,3403313
9	CZH	Rep Tcheca	PX Index	5.088	0,0500052	0,0920418	-0,1447812	0,4462463
10	COL	Colômbia	COLCAP	1.693	0,0707417	0,062625	-0,0445063	0,1935355
11	EGY	Egito	EGY30	2.517	0,0925418	0,0844659	-0,1850989	0,2145032
12	ESP	Espanha	IBEX	6.317	0,0004892	0,0489783	-0,1337766	0,1430428
13	EST	Estônia	OMX Tallinn Index	3.791	0,1018552	0,0606192	-0,0543778	0,2504465
14	FIN	Finlândia	OMX Helsinki Index	5.020	0,0009309	0,0304855	-0,0786954	0,1308951
15	FRA	França	CAC40	6.345	-0,0416607	0,0445276	-0,1649115	0,0702921
16	DEU	Alemanha	DAX30	6.327	-0,0203108	0,0348287	-0,1106637	0,1153122
17	GRC	Grécia	ATHEX Composite Index	6.186	0,0660291	0,0460671	-0,0504041	0,2515928
18	HKG	Hong-Kong, S.A.R.	HSI - Hang Seng Index	6.172	0,0080263	0,032759	-0,0795915	0,1826715
19	HUN	Hungria	BUX Index - Hungary	5.998	0,0559399	0,1106135	-0,0972653	0,3726876
20	IND	India	SENSEX30	5.957	0,0455157	0,0424949	-0,0818254	0,2093053
21	IDN	Indonésia	Jakarta Composite Index	6.076	0,1066144	0,1068781	-0,0717757	0,3525538
22	ISL	Islândia	OMX Iceland All Share Index	5.332	0,0779353	0,0940015	-0,1092164	0,2933929
23	ISR	Israel	TA-100 Tel-Aviv Index	3.673	-0,0031018	0,0400035	-0,1280175	0,0972548
24	ITA	Itália	FTSE MIB Index	4.324	-0,0353115	0,0343106	-0,1086848	0,0786098
25	JOR	Jordânia	AMMANSE Index	2.097	0,1186632	0,0670296	0,0096478	0,2709407
26	JPN	Japão	NIKKEI225	6.139	-0,0371119	0,0302249	-0,1327515	0,062183
27	KOR	Coreia do Sul	KOSPI30	6.562	0,0182097	0,041371	-0,1009487	0,1600697
28	LTU	Lituânia	OMX Vilnius Index	4.268	0,0757669	0,0792184	-0,1597873	0,3022422
29	LVA	Letônia	OMX Riga Index	3.789	-0,0015755	0,0789857	-0,1264854	0,1806855
30	MYS	Malásia	Kuala Lumpur Composite Index	6.148	0,0879455	0,0446366	-0,0847787	0,2804767
31	MEX	México	IPC Index	5.801	0,0341907	0,0470079	-0,0817768	0,1880724
32	NLD	Holanda	AEX Index	6.375	-0,0109528	0,0282234	-0,1376281	0,1011606
33	NZL	Nova Zelândia	NZX50	3.522	0,0391152	0,041017	-0,0472407	0,1399413
34	NOR	Noruega	OSE All Share Index	6.360	0,0152807	0,0557932	-0,1245916	0,1397308
35	PAK	Paquistão	KSE100	4.119	0,0723977	0,0563977	-0,0289133	0,2367023
36	PHL	Filipinas	PSEi Index	6.232	0,0862689	0,0554626	-0,0301221	0,2108782
37	PRT	Portugal	PSI Index	5.564	0,0674842	0,0607147	-0,0655235	0,3011864
38	ROU	Romênia	BET Index	3.520	0,0590359	0,0520467	-0,0617502	0,2107839
39	RUS	Russia	MICEX	4.277	0,0034293	0,0530744	-0,1207325	0,1266801
40	SVK	Eslováquia	SAX Index	4.761	-0,0614451	0,0973718	-0,2961691	0,1319369
41	SGP	Cingapura	Straits Times Index	6.740	0,046851	0,0529646	-0,092019	0,320275
42	SWE	Suécia	OMX Stockholm 30 Index	6.777	-0,0154035	0,0690783	-0,142386	0,1763818
43	CHE	Suíça	Swiss Market Index	6.281	-0,0050764	0,0426191	-0,1198828	0,1300709
44	TWN	Taiwan	TAIEX Index	5.023	0,0205011	0,0250846	-0,0423712	0,0971681
45	THA	Tailândia	SET Index	6.611	0,0505333	0,0537293	-0,114736	0,2037447
46	TUR	Turquia	XU100	6.242	0,0297695	0,0537192	-0,0861263	0,1954782
47	GBR	Grã-Bretanha	FTSE250	6.314	0,1035463	0,0899556	-0,1021169	0,3249641
48	USA	Estados Unidos	DJIA	6.305	-0,0429752	0,0382019	-0,1572041	0,0476522

Isto pode ser explicado a partir do fato de que este mercado foi reaberto em 1993, e as primeiras janelas referem-se a esse período de reabertura. Outros mercados que apresentam índices mais novos (próximos a abertura) também possuem índices mais altos de ineficiência de mercados.

Analisando a tabela 03, com medidas semanais de eficiência de mercados com janelas de 1250 observações (5 anos), os índices de ineficiência se aproximam dos calculados em janelas de 500 observações, tendo o Chile como mercado com maior grau de ineficiência (0,1472) e o mercado Finlandês com o mercado mais próximo de 0 (-0,0001). Atenta-se que o índice com maior valor máximo é o da bolsa de Jakarta (Indonésia), com 0,311114, em 06/02/1996.

Assim como as médias obtidas do indicador de ineficiência relativa com janelas de 500 observações, infere-se preliminarmente que há uma predominância de países em desenvolvimento com médias de expoente mais altas quando comparados com países desenvolvidos, que se encontram no campo negativo ou com escores muito próximos a zero. Porém, não há como saber somente com uma análise descritiva dos dados se os mesmos apresentam médias estatisticamente diferentes entre si, e se existem fatores que desenvolvem essa diferença entre países, por isso necessitando de um estudo mais aprofundado a ser visto mais à frente.

Também é possível perceber que os coeficientes de variação também se encontram altos, porém menores que os observados quando do cálculo do expoente com janelas de 500 observações (1,6065 e 0,9452 respectivamente) em média. Dados tais valores extremos, uma segunda análise analisando os índices ao longo do tempo se faz necessária, para verificação de como os índices de ineficiência encontrados evoluíram dentro do período de análise e entre países.

De forma geral, em análise das médias de cada bolsa/índice por ano ao longo do tempo, identificam-se alguns pontos interessantes, tanto pelas médias gerais calculadas por dia quanto pelos índices isolados: Se considerada a média geral diária dos expoentes por dia (500 e 1250), é possível verificar que há um comportamento cíclico médio da amostra, com determinados períodos de crescimento e decrescimento do índice de ineficiência, como pode ser observado no gráfico 01.

Tabela 3: Dados descritivos da variável dependente – métrica de ineficiência informacional relativa – janela de 1250 observações (Expoente de Hurst – 0,5)

id	Código	País	Índice	Observações	Média Hurst1250	Desvio Padrão	Min	Max
1	ARG	Argentina	MERVAL	1.124	0,043356	0,0162985	-0,0032248	0,0925502
2	AUS	Austrália	AOR - All ordinaries Index	1.117	-0,0058334	0,0284735	-0,0618347	0,0744634
3	BEL	Bélgica	BEL20	1.067	0,0431521	0,0444589	-0,0490564	0,1203476
4	BRA	Brasil	IBOV	1.096	-0,0047919	0,0320288	-0,057173	0,0972937
5	BGR	Bulgária	SOFIX	494	0,1205415	0,0413898	0,0340593	0,174058
6	CAN	Canadá	TSX Composite Index	1.110	0,0334695	0,0771358	-0,1027712	0,2250037
7	CHN	China	Shanghai Composite Index	1.023	0,0202633	0,0177003	-0,0261944	0,0742143
8	CHL	Chile	IPSA Index	1.271	0,1472351	0,0554403	0,0649786	0,2835658
9	CZH	Rep Tcheca	PX Index	868	0,0381612	0,0427237	-0,0246896	0,2010503
10	COL	Colômbia	COLCAP	189	0,0669724	0,0246645	0,0257382	0,1005553
11	EGY	Egito	EGY30	354	0,1049004	0,0476568	-0,0213543	0,1687205
12	ESP	Espanha	IBEX	1.114	0,0004711	0,0420355	-0,0645503	0,0949011
13	EST	Estônia	OMX Tallinn Index	609	0,1161767	0,0452841	-0,0108156	0,1786279
14	FIN	Finlândia	OMX Helsinki Index	854	-0,0010813	0,013317	-0,0272135	0,04817
15	FRA	França	CAC40	1.118	-0,0340185	0,0307557	-0,0957999	0,0252294
16	DEU	Alemanha	DAX30	1.116	-0,0148988	0,0176388	-0,0725206	0,0244895
17	GRC	Grécia	ATHEX Composite Index	1.088	0,0724328	0,0341164	0,012769	0,1378532
18	HKG	Hong-Kong, S.A.R.	HSI - Hang Seng Index	1.085	0,0034584	0,0263532	-0,0491878	0,0900701
19	HUN	Hungria	BUX Index - Hungary	1.050	0,0482986	0,075513	-0,0359556	0,2832004
20	IND	Índia	SENSEX30	1.042	0,0431844	0,0261244	0,0096039	0,1304779
21	IDN	Indonésia	Jakarta Composite Index	1.066	0,1046652	0,0790512	-0,0243337	0,311114
22	ISL	Islândia	OMX Iceland All Share Index	917	0,0819037	0,0557072	-0,0126456	0,199438
23	ISR	Israel	TA-100 Tel-Aviv Index	585	0,0026046	0,025156	-0,0549541	0,054723
24	ITA	Itália	FTSE MIB Index	715	-0,0207127	0,0194738	-0,0786575	0,0103782
25	JOR	Jordânia	AMMANSE Index	270	0,1319427	0,0504776	0,0715376	0,2014222
26	JPN	Japão	NIKKEI225	1.078	-0,03585	0,0185029	-0,0763064	0,0091487
27	KOR	Coreia do Sul	KOSPI30	1.163	0,0228268	0,0370271	-0,0649811	0,120498
28	LTU	Lituânia	OMX Vilnius Index	704	0,1102931	0,0449807	-0,05352	0,1604022
29	LVA	Letônia	OMX Riga Index	608	0,0159376	0,060734	-0,1097052	0,1418874
30	MYS	Malásia	Kuala Lumpur Composite Index	1.079	0,080595	0,0383404	-0,0105363	0,1551774
31	MEX	México	IPC Index	1.011	0,0354573	0,030882	-0,0391767	0,1099238
32	NLD	Holanda	AEX Index	1.126	-0,0089689	0,0159982	-0,0653873	0,0289483
33	NZL	Nova Zelândia	NZX50	555	0,042052	0,0159526	0,0030543	0,0986009
34	NOR	Noruega	OSE All Share Index	1.123	0,0243585	0,0390111	-0,0783653	0,0949349
35	PAK	Paquistão	KSE100	673	0,0873297	0,043389	0,0272623	0,1707217
36	PHL	Filipinas	PSEi Index	1.097	0,0910929	0,0416753	0,0027477	0,1664114
37	PRT	Portugal	PSI Index	963	0,0546101	0,0256764	0,0056963	0,1730775
38	ROU	Romênia	BET Index	555	0,0623531	0,017025	0,0099733	0,1164368
39	RUS	Rússia	MICEX	706	0,0045739	0,0406388	-0,0533139	0,1138315
40	SVK	Eslováquia	SAX Index	803	-0,0255556	0,0678872	-0,1729749	0,0935844
41	SGP	Cingapura	Straits Times Index	1.199	0,0572278	0,0414493	-0,0228666	0,1811343
42	SWE	Suécia	OMX Stockholm 30 Index	1.270	-0,0040174	0,0613731	-0,0993165	0,1136329
43	CHE	Suíça	Swiss Market Index	1.107	0,002015	0,0287372	-0,0622226	0,067866
44	TWN	Taiwan	TAIEX Index	855	0,0315434	0,0140134	-0,0072729	0,057521
45	THA	Tailândia	SET Index	1.193	0,0607448	0,0377652	-0,0046283	0,168084
46	TUR	Turquia	XU100	1.099	0,0330627	0,0424293	-0,0382908	0,1378373
47	GBR	Grã-Bretanha	FTSE250	1.113	0,1128853	0,0763395	-0,0311725	0,2241748
48	USA	Estados Unidos	DJIA	1.112	-0,0460914	0,0346667	-0,1281909	0,0234134

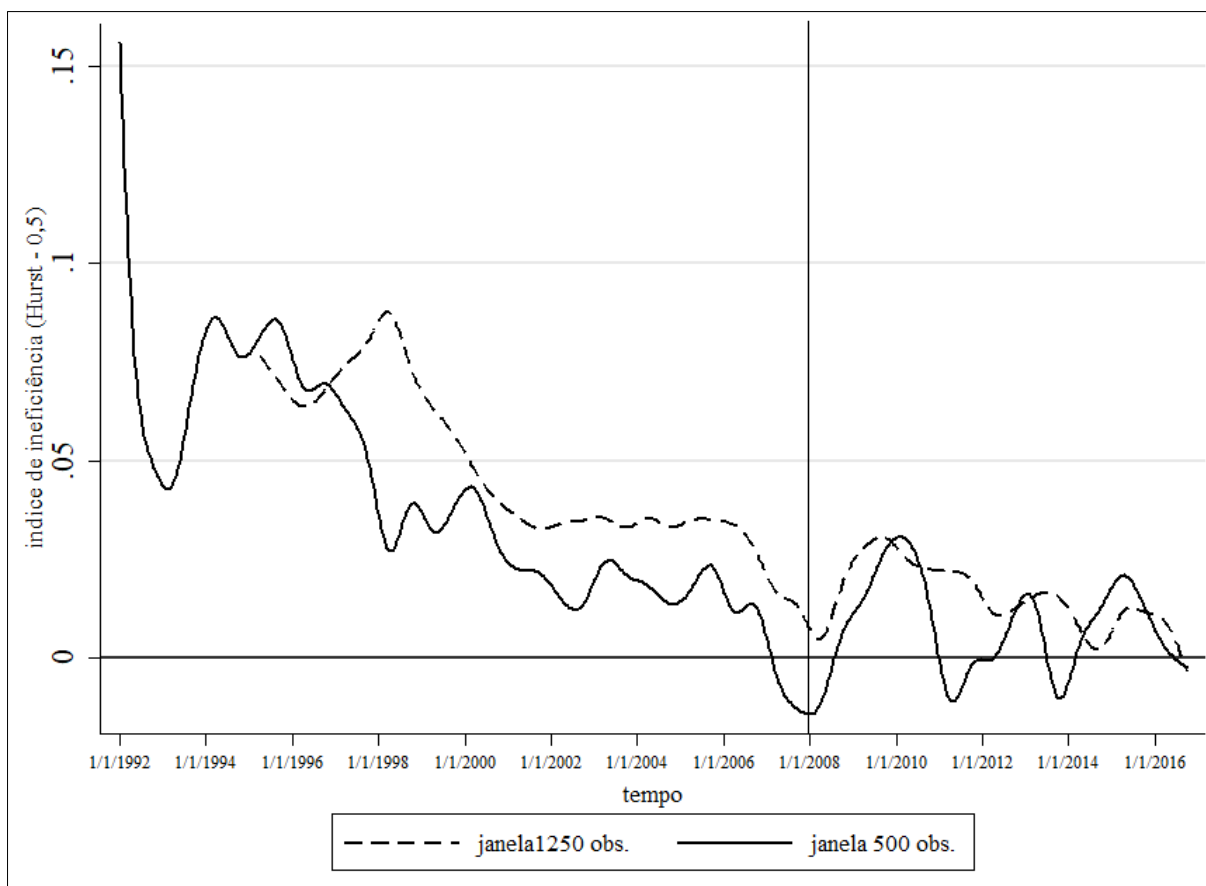


Gráfico 1: Comportamento do índice de ineficiência médio por dia (expoente de Hurst-0,5), considerando toda a amostra em estudo.

O primeiro ponto que se observa no gráfico é que a determinação das janelas explica muito sobre o comportamento dos índices ao longo do tempo: A janela de 500 observações se apresenta mais sensível e volátil as diferentes mudanças de ineficiência, enquanto a janela de 1250 observações apresenta um comportamento menos inconstante ao longo do tempo, porém com maior sensibilidade aos efeitos observados de crises globais.

Inicialmente em curto/médio prazo, há uma tendência de redução do grau de ineficiência informacional ao longo do tempo. Comparando 3 períodos distintos (1992-2000; 2001-2010; 2011-2016) verifica-se que há um comportamento de redução da ineficiência informacional de forma mais acentuada no primeiro período, com um período de estabilização entre 2001 a 2006, e tendo um comportamento mais cíclico a partir de 2010, com períodos até de expoente negativo (*negative long memory*) na base com janelas de 500 observações.

Segundo a HMA, atenta-se que o mercado tenderá para a eficiência, dadas determinadas características existentes: *a)* períodos de recessão econômica, onde os retornos tornam-se mais escassos e assim, os agentes de mercado precisam tomar decisões mais eficientes, *b)* períodos

pós crises financeiras quando há saída de investidores, e os remanescentes após ajustarem suas heurísticas de tomada de decisão ajustam seu comportamento em direção a uma solução ótima.

Analisando a medida de ineficiência com janelas de 500 observações, observa-se preliminarmente que há um possível comportamento de ajuste em função de eventos que geram algum impacto global em curto prazo no processo de tomada de decisão financeira, mudando a tendência de comportamento (de eficiente para ineficiente). Quando comparados com medidas de eficiência em janelas maiores (como 1250), observa-se que tais ciclos são suavizados.

Entretanto, é possível observar o impacto de grandes eventos na dinâmica de ineficiência informacional ao longo do tempo quando se observa a janela de 1250 observações. Nesta janela, é possível observar possíveis padrões em consonância com a HMA: O primeiro padrão se encontra entre 1996 a 1998/1999 e entre 2008 a 2009/2010, quando há um aumento dos níveis de ineficiência informacional após um período de queda da mesma. Atenta-se que esses períodos estão associados a períodos de crises econômicas de contágio global como a crise financeira asiática (1997-1998) e a crise financeira de 2008 (2007-2008).

Neste ponto a HMA indica que após um choque econômico, os níveis de ineficiência tendem a aumentar em função do processo de ajuste dos gestores ao novo cenário de mercado, o que ocorre nesses cenários. Porém, observa-se que imediatamente antes ocorre um processo de queda do grau de ineficiência (tendendo a eficiência). Uma explicação para isso pode ser que antes de um choque econômico que mude a estrutura dos mercados de forma efetiva, sinais de desaceleração econômica e redução dos retornos anormais façam com que agentes tendam a tomar decisões mais eficientes em adição a saída de agentes pela perda maior de recursos.

Outro padrão interessante é o que se encontra entre 2001 a 2006. Neste período, as médias diárias apresentaram um comportamento uniforme, sem tendência de queda. Uma possível explicação para esse comportamento pode ser em função do processo de expansão da economia mundial, após o período de alta volatilidade e pontuado por diversas crises regionalizadas, mas com médio impacto na década anterior. Segundo a HMA, quando há retornos anormais maiores e fluxos de caixa livres, os agentes tendem a sentir menos os pesos da perda de valor, e acabam aceitando retornos advindos de decisões não ótimas, fazendo com que o patamar de ineficiência não se reduza.

Observando os índices de ineficiência de cada bolsa/país em separado é possível identificar inicialmente que os comportamentos das séries são distintos ao longo do tempo apresentando-

se de forma cíclica, conforme é possível observar nos gráficos incorporados nas figuras 03 e 04 e as médias por país se encontram no apêndice A desta tese.

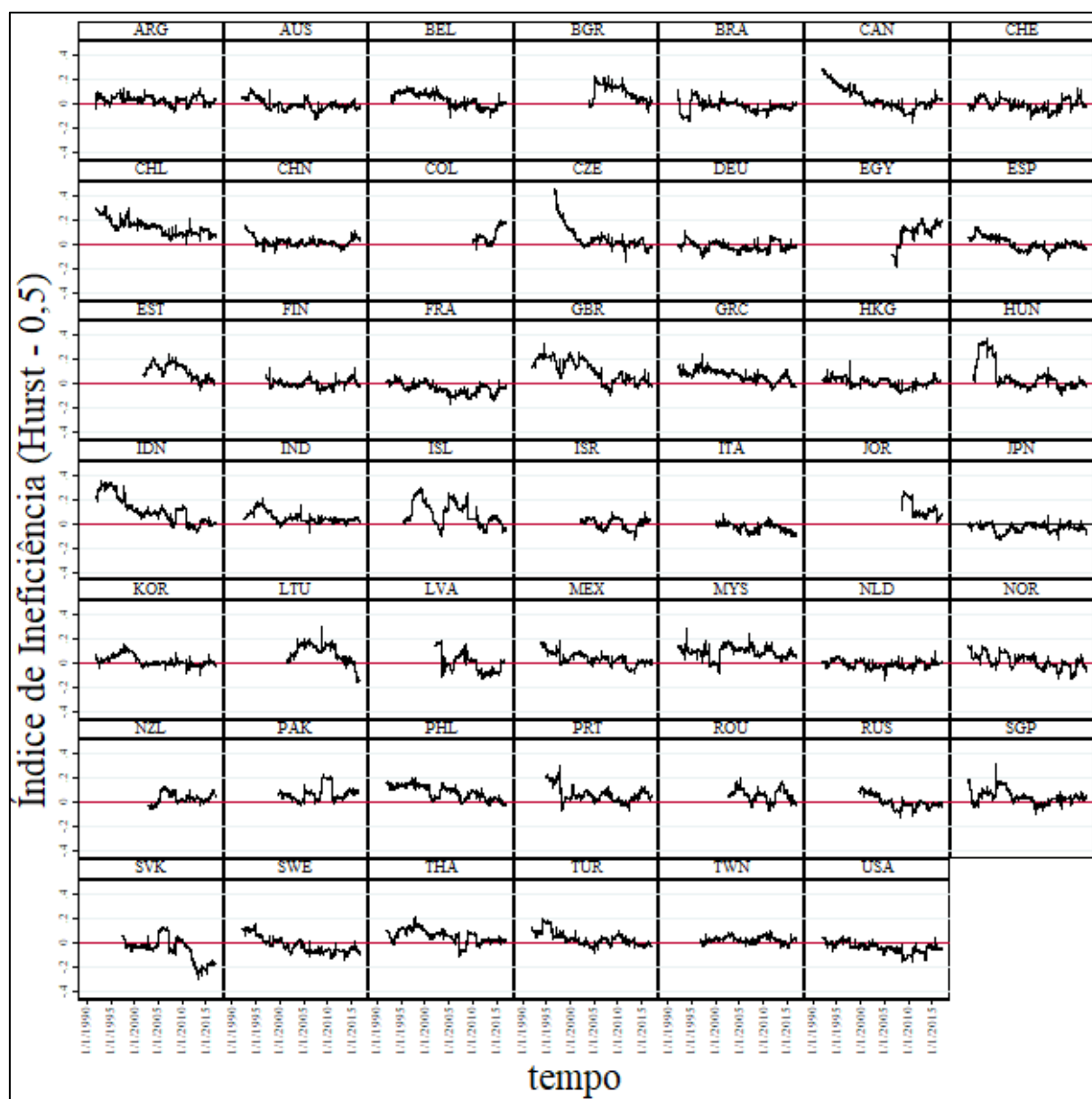


Figura 3: Gráficos do índice de ineficiência informacional (Hurst - 0,50) calculado com janelas de 500 observações por índice de bolsa/país ao longo do tempo

Figura 4: Gráficos do índice de ineficiência informacional (Hurst –

Inicialmente é possível identificar que existem padrões distintos de comportamento considerando essa estrutura preliminar de segregação: Mercados grandes em países desenvolvidos tendem a apresentar variabilidade em seus índices de eficiência, porém, os mesmos índices variam próximo a zero (ou seja, próximos a eficiência relativa) ou apresentam memória de longo prazo negativa. (como o caso americano e japonês). Entretanto, observa-se que em períodos de crises econômicas, (como a crise de 2008), o índice (mesmo que negativo, afasta-se do eixo 0), indicando que, ao menos visualmente, é possível ver uma relação entre crises e o aumento nos níveis de ineficiência.

Adicionalmente, um ponto interessante de se observar quanto ao índice japonês é que o mesmo apresenta-se totalmente dentro do campo negativo do índice de ineficiência, quando observado o cálculo com janelas de 1250 observações indicando que possui um padrão mais próximo de zero de forma mais constante.

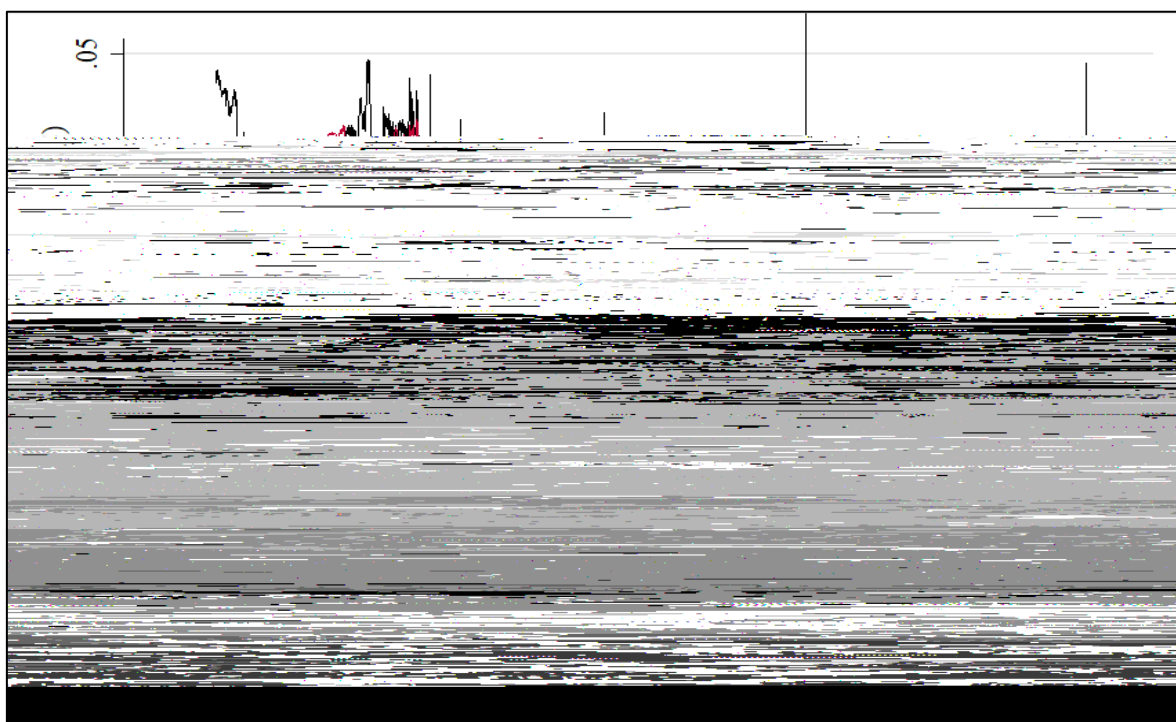


Gráfico 2: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst = 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice DJIA ao longo do período em estudo

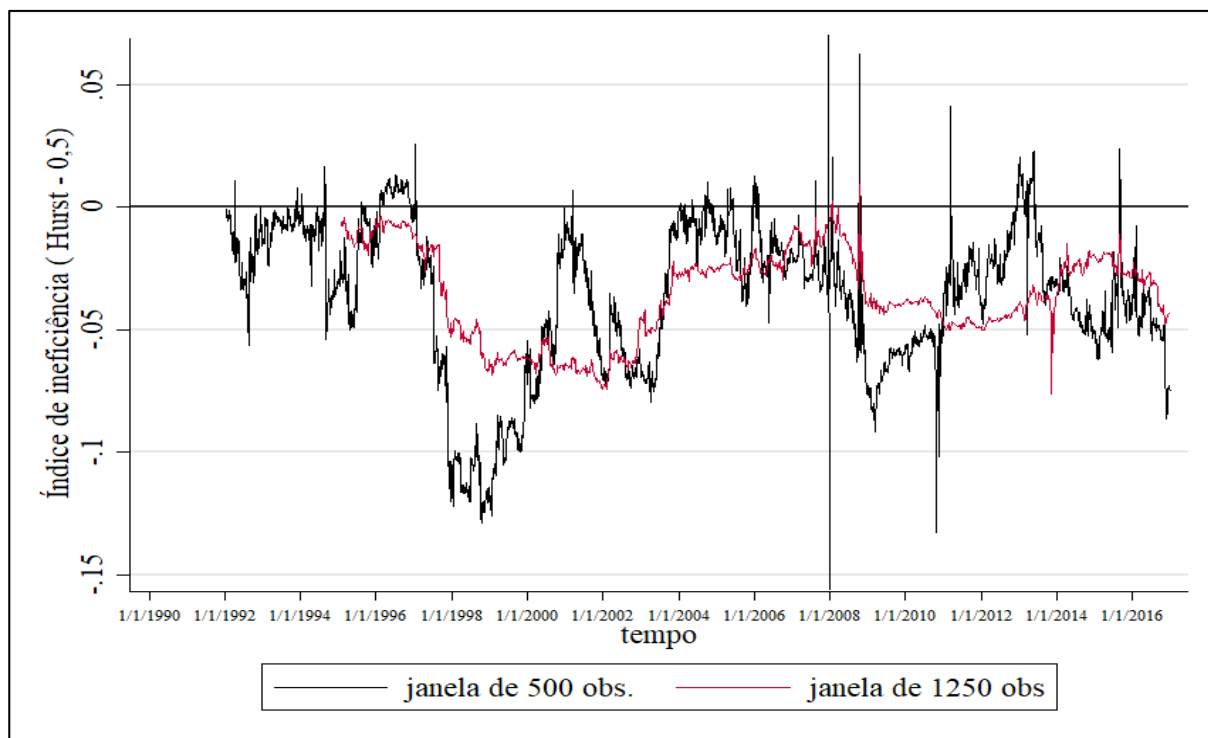


Gráfico 3: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice NIKKEI225 ao longo do período em estudo

Em análise dos gráficos 04 e 05, referentes ao segundo grupo de análise (bolsas grandes de mercados emergentes) é possível identificar outro padrão de interesse: Há visualmente um comportamento de redução do indicador de ineficiência comparando a década de 1990 em relação a década de 2000 em diante.

Quanto ao comportamento após eventos de crise, observa-se que o indicador se afasta do nível ótimo (0) seja positivamente (como no caso Indonésio), ou negativamente (como no caso Brasileiro), assim como em mercados grandes de países desenvolvidos.

Cabe uma análise em mais detalhe do índice IBOVESPA (gráfico 05): Considerando a janela de 1250 observações, ocorre um aumento forte do índice de ineficiência informacional do índice entre 1998 a 2000, seguido por um período de queda até um segundo ciclo de aumento, próximo a 2005. O primeiro ponto pode estar associado ao período de crise financeira internacional que impactou a economia brasileira neste período (como a crise do real em 1999), gerando o processo de desindexação do real frente ao dólar seguido por um processo recessivo até 2004-2005, onde a economia brasileira apresentou sinais de crescimento econômico, o que fortaleceu o aumento de valor e ampliação de retornos.

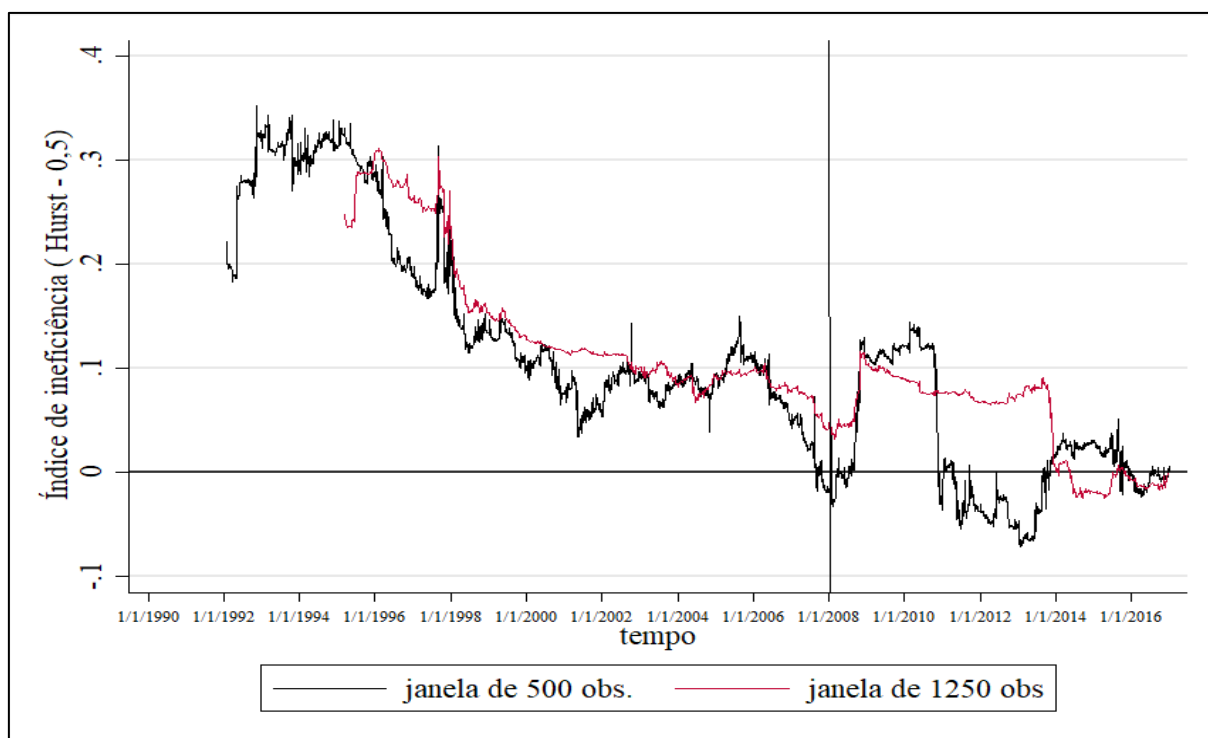


Gráfico 4: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst - 0,5), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice Jakarta Composite Index ao longo do período em estudo

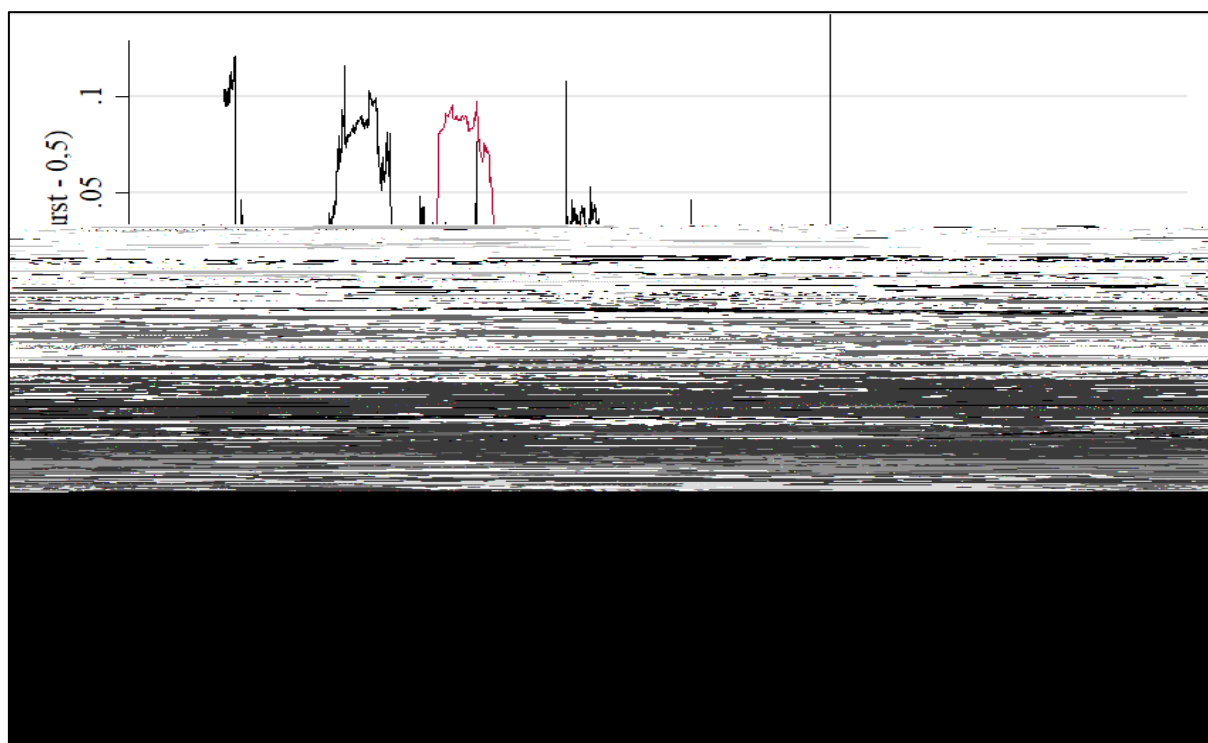


Gráfico 5: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst - 0,5), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice Ibovespa ao longo do período em estudo

Mais recentemente, verifica-se que entre 2014 a 2016 há um novo distanciamento do grau de eficiência informacional, porém de forma menor. Tal fenômeno menor pode estar associado ao processo de instabilidade financeira e posterior recessão (o que faz com que o índice se aproxime de zero) ocorrida nos últimos anos.

Examinando o comportamento do índice de ineficiência calculado com janelas de 500 observações, é possível observar alguns padrões acentuados de variação em 1996, 1998, 2002, 2008, 2010-2011 e 2015. Os três primeiros padrões de distanciamento possivelmente podem estar associados as diversas crises apresentadas pós plano real enfrentadas na década de 90 e próximas aos anos 2000. (crise Mexicana de 1995; crise dos Tigres Asiáticos e Crise Russa em 1997-1999 e a crise de sucessão em 2002). Identifica-se que a crise de 2008 também tem efeitos apontados, porém os dois últimos itens são mais interessantes: Os pontos entre 2010-2011 e 2015 estão associados novamente a períodos de possíveis instabilidades políticas (sendo o primeiro exatamente em período próximo a eleições e o segundo no processo de instabilidade política ocorrida, associado ao processo de recessão de 2015-2016).

Em mercados menores, mas em países desenvolvidos (gráficos 06 e 07) observa-se um outro padrão de comportamento dos índices: Nestes mercados, mesmo desenvolvidos ou não, os impactos de crises financeiras globais apresentam-se de forma menor sobre o índice de ineficiência, quando comparados a mercados maiores como os apresentados anteriormente. Uma possível explicação para o fato pode estar em função do grau de internacionalização destes mercados, sendo os mesmos com menor grau de integração e/ou suas economias podem estar com menos exposição a eventos macroeconômicos globais, como o ocorrido em 2008.

Em adição, cabe discutir outro ponto que pode explicar o porquê da diferenciação entre os índices OMX Helsinki (Finlandês) e o BET (Romeno), sendo os mesmos pertencentes a países europeus. Uma possível explicação entre os índices de ineficiência (sendo o OMX Helsinki apresentando uma menor ineficiência o BET) pode estar em função das estruturas institucionais ao qual os mercados estão associados. Atenta-se que os modelos institucionais dos dois países possuem remanescentes históricos que podem impactar até hoje a eficiência informacional de seus mercados⁴⁹.

⁴⁹ No caso Romeno, destaca-se que entre as décadas de 50 a 90, o país possuiu um modelo de economia planificada, alinhando-se totalmente a esfera da URSS. No caso finlandês observa-se que o país possuiu uma neutralidade na guerra fria, porém com modelo econômico de mercado com menor intervenção estatal se comparado ao caso romeno.

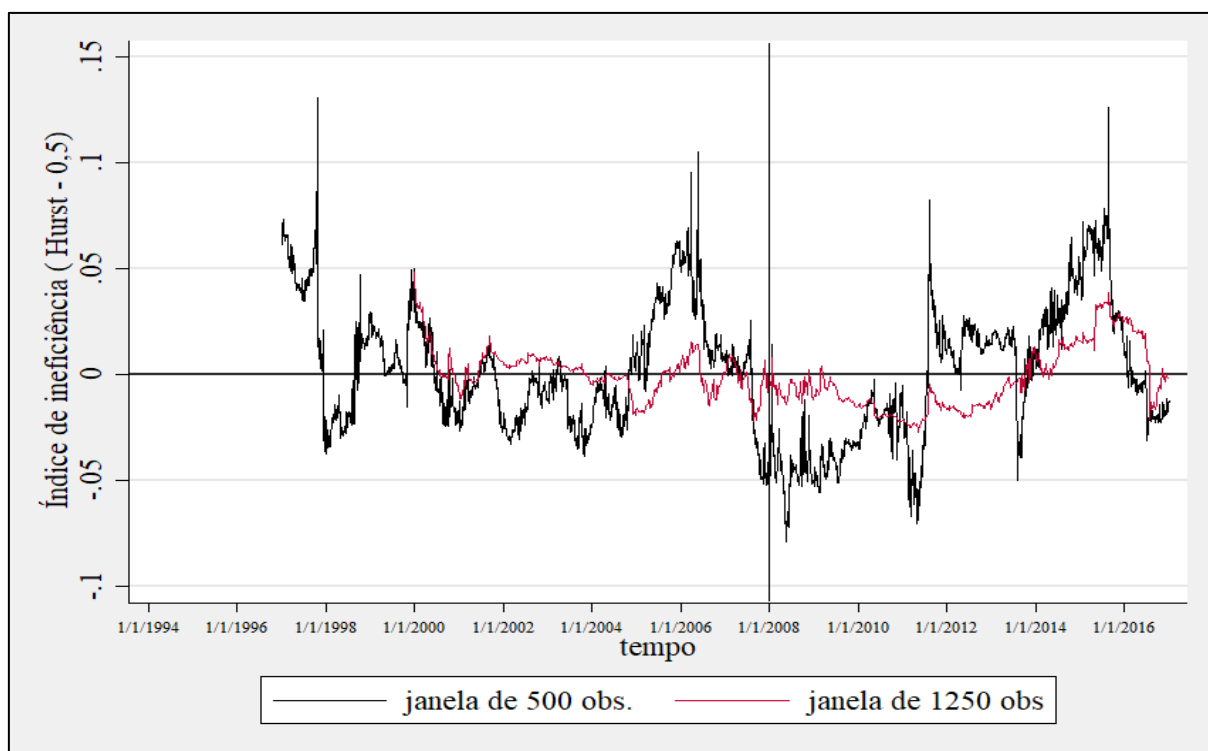


Gráfico 6: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice OMX Helsinki ao longo do período em estudo

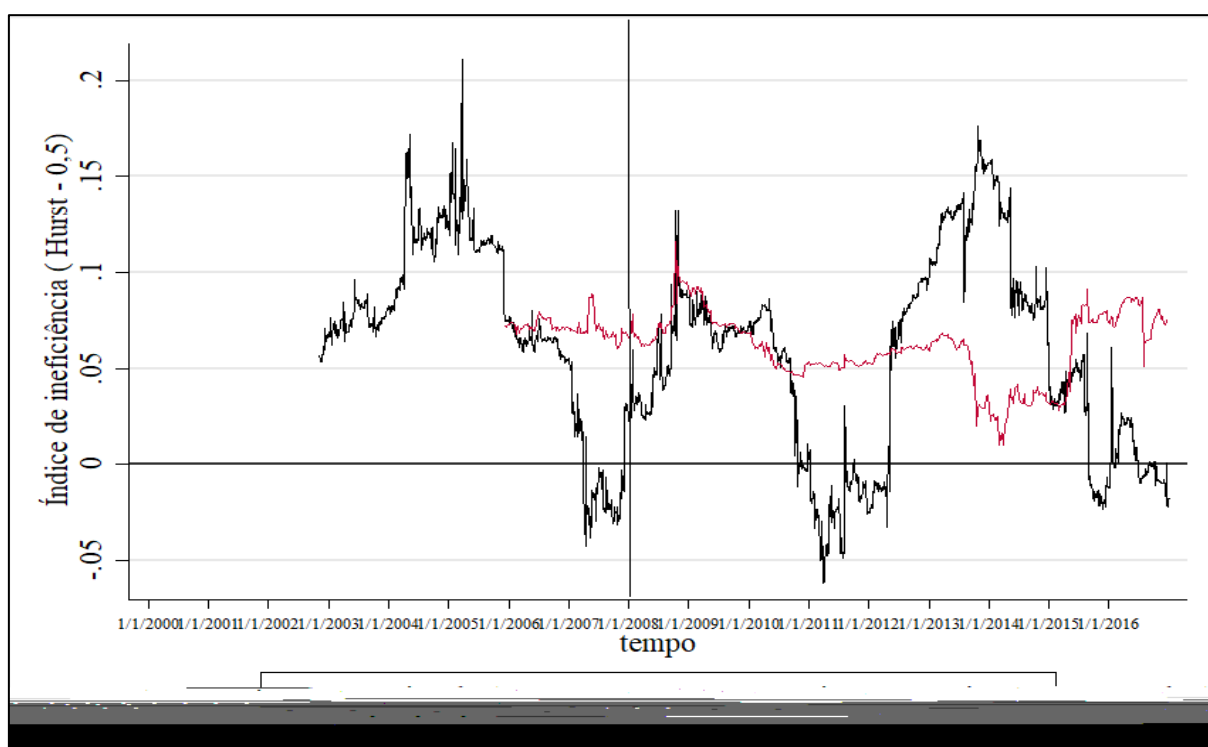


Gráfico 7: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice BET ao longo do período em estudo

Como já citado em pesquisas anteriores, características institucionais dos países onde os mercados estão situados podem ser determinantes para o tamanho e a dinâmica ao qual tais mercados se comportam ao longo do tempo (Forti, Yen-Tsang e Peixoto, 2011).

Tais características institucionais podem desta forma, afetar o processo decisório dos agentes, que por precisarem se adequar as estruturas institucionais já existentes, tendem a aceitar um maior valor de perdas em função dos mercados, assim como por serem mercados menores, podem possuir um grau de aprendizagem menor em função da não entrada ou troca de processos de decisão de investidores especializados vindos de mercados mais eficientes, que pode ser uma possível explicação ao caso romeno apresentado no gráfico 07.

Com relação aos índices referentes a mercados menores em países em desenvolvimento (IPSA Chile e KSE100 Paquistão) apresentados nos gráficos 08 e 09, um ponto importante de destaque é o não cruzamento da linha ótima de eficiência de tais mercados quando do cálculo de janelas de 1250 observações.

Considerando os dois gráficos em conjunto, observa-se que em bolsas emergentes em mercados em desenvolvimento apresentam um comportamento distinto em função de processos econômicos internos, assim como diferenças em função do grau de exposição de sua economia a choques externos o que pode apresentar padrões diferentes de comportamentos ao longo do tempo.

Em adição, constata-se que características internas dos países determinam a forma e o comportamento em função de choques econômicos e/ou possíveis períodos de instabilidade política/econômica. Ou seja, não há a necessidade de que um choque econômico venha a ocorrer em um mercado em desenvolvimento, mas o aumento da probabilidade de que as características do ambiente possam ser modificadas pode servir como um gatilho para mudanças na tomada de decisão econômico-financeira dos agentes.

Uma possível explicação para que mercados em desenvolvimento estejam com índices de ineficiência mais altos pode ser a própria instabilidade decorrente dos ambientes aos quais s mercados estão inseridos: Um mercado que apresenta maior número de choques (e/ou mudanças institucionais e econômicas) em adição as instituições já existentes, podem direcionar a dinâmica e o comportamento médio de eficiência deste mercado ao longo do tempo.



Gráfico 8: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice IPSA ao longo do período em estudo

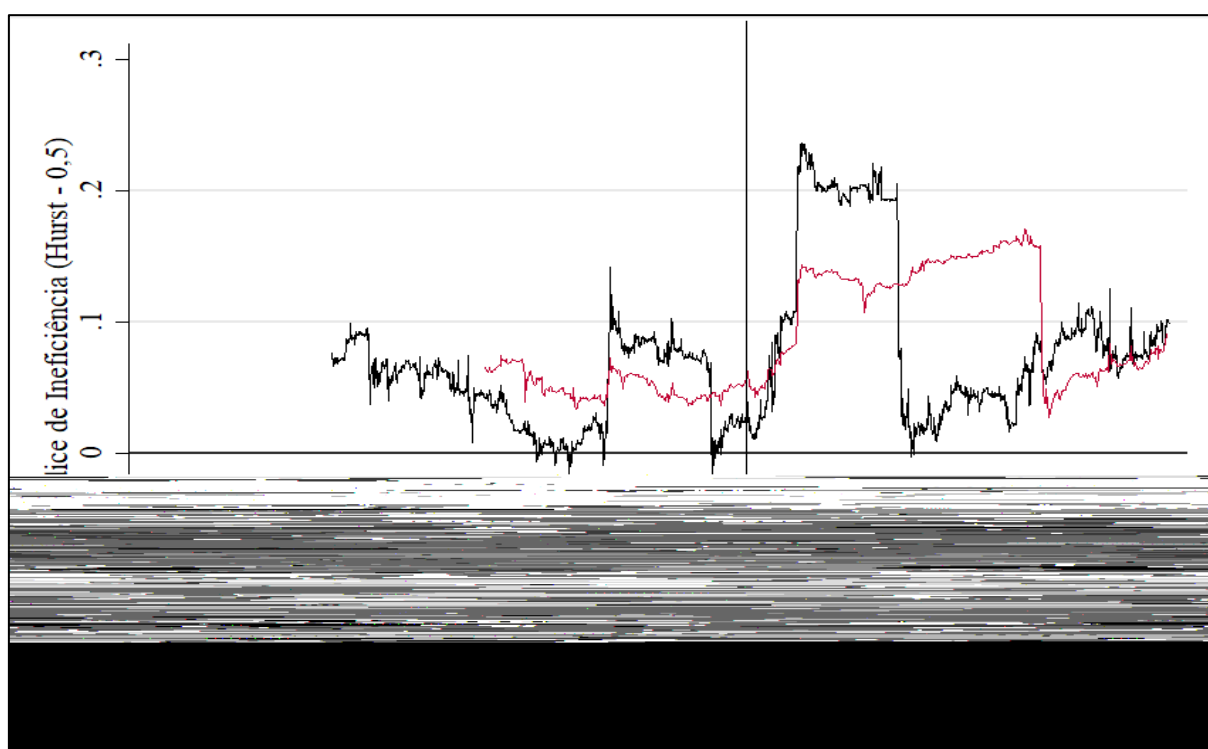


Gráfico 9: Apresentação em detalhe dos índices de ineficiência (Hurst – 0,50), por meio de janelas móveis de 500 observações (preto) e 1250 observações (vermelho) para o índice KSE100 ao longo do período em estudo

Verificando os gráficos individuais e o gráfico 01 (com médias gerais da amostra), um ponto que pode ser destacado refere-se à capacidade de contágio de crises globais: Mesmo que cada país tenha sua dinâmica própria, a média diária da amostra mostra o impacto que crises globais podem ter no conjunto de bolsas, dado o grau de integração dos diferentes mercados. Ou seja, em caráter preliminar e visual, é possível presumir que crises tendam a gerar um distanciamento do ponto ótimo de eficiência ($Hurst = 0,5$ ou no caso deste trabalho, 0).

Porém, há outros determinantes que interferem nesse processo, como por exemplo, a dinâmica temporal das crises, sua recorrência e percepção de probabilidade dos agentes do mercado (podendo não ser somente reativos, mas em parte e em função do efeito aprendido, preditivos), assim como as próprias estruturas institucionais dos países pré-existentes.

6.2 – Análise Descritiva das Variáveis Explicativas dos Modelos de Regressão

Após a análise da variável dependente de nosso estudo, cabe observar também quais características as variáveis explicativas que serão utilizadas no desenvolvimento das equações do modelo multinível apresentam, observando suas características e se alguma forma possuem algum tipo de associação ou relação entre si.

Na tabela 04, é possível observar que em média, as variáveis relacionadas a risco (*Bond Yield* 10 anos, *Bond Yield* 5 anos e *Bond Yield Spread*) apresentaram valor de 4,65, 4,27 e 2,21% respectivamente, ao longo do período levantado de dados. Porém, cabe indicar que o desvio padrão em relação a média (o coeficiente de variação) apresentam-se como os mais altos de todas as variáveis explicativas.

Tal fator tem explicação em função da heterogeneidade de bolsas/países estudados. Neste caso, pode-se atentar uma grande diferença entre os *bond yields* e os *spreads* de países desenvolvidos e em desenvolvimento, como pode ser visto no apêndice C da presente tese.

Em adição a esse fator, observa-se um comportamento semelhante de distinção entre economias desenvolvidas e em desenvolvimento em relação aos indicadores institucionais (PROP, AUDIT, INVEST, REG e LEGAL): Com um exame mais aprofundado, identifica-se que economias em desenvolvimento apresentam índices menores de qualidade institucional, como por exemplo, menor garantia jurídica de direitos e qualidade de suas instituições, o que leva a

um grau maior de instabilidade institucional, também em parte refletido nas métricas de juros e risco *Bond Yield* e *Bond Yield Spread*.

Tabela 4: Dados descritivos das variáveis explicativas do Estudo

Variáveis	Observações	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação
BOND10	115.320	4,65803	3,902755	0,8379
BOND5	115.968	4,27313	3,777858	0,8841
SPREAD	114.889	2,21237	3,9608	1,7903
SPREAD (t-1)	89.765	2,20467	4,177337	1,8948
SPREAD (t-2)	66.407	2,19418	4,191155	1,9101
TAX	279.284	46,4084	16,36381	0,3526
PIB	274.048	3,19867	1,81131	0,5663
INFL	279.284	3,32664	2,469807	0,7424
PROP	279.284	5,06692	0,9233428	0,1822
AUDIT	279.284	5,23847	0,6619481	0,1264
INVEST	279.284	6,07924	1,326204	0,2182
REG	279.284	4,89972	0,6675321	0,1362
LEGAL	279.284	6,0246	2,088772	0,3467

Legenda: **Variáveis explicativas relacionadas a risco:** BOND10-BondYield de 10anos. BOND5-BondYield de 5 anos. SPREAD Diferença entre BondYield10 anos – média do *bond Yield* (TBond, Bund10 e JPBond10). **Variáveis explicativas relacionadas ao ambiente:** Todas utilizando do valor médio período: TAX taxa total de impostos (%). PIB crescimento do PIB (%), PROP indicador de direitos de propriedade. AUDIT indicador de qualidade de auditoria e regulação de *disclosure*. INVEST. Indicador de qualidade de proteção ao investidor. REG. Indicador de Qualidade de Regulação dos mercados de Capitais. LEGAL. Indicador de Qualidade de Garantias legais.

Quanto as variáveis macroeconômicas, (TAX, PIB e INFL), infere-se que as mesmas não apresentam um comportamento distinto entre economias, devido possíveis características internas de mercado e de políticas internas de desenvolvimento. Como exemplificação deste ponto, pode-se destacar o ritmo de crescimento de economias emergentes (com o exemplo do chamado Bloco dos BRICS), superior ao crescimento de economias desenvolvidas na década de 2000.

Em relação a correlação entre as variáveis explicativas, é possível afirmar que há uma alta correlação entre as variáveis AUDIT e PROP/REG, como identificado no correlograma no

apêndice B. Ou seja, em países onde características de regulação de *disclosure* financeiro são melhores, há uma maior possibilidade de que a regulação da estrutura dos mercados também o seja, por consequência, há uma maior garantia de propriedade. Porém conceitualmente, mesmo correlacionados, atenta-se que cada indicador está associado a uma medida diferente, associada a uma característica distinta.

Para verificação do ajuste do modelo em função da multicolinearidade, foi rodado o modelo sem a aplicação da estrutura multinível encontrando um VIF de 4,94 muito próximo a um padrão de acima de 5 (que apontaria multicolinearidade), porém ainda aceitável, dada a estrutura teórica e as outras variáveis em estudo, dentro do contexto dos modelos multinível.

Quanto aos outros pressupostos do modelo de regressão tradicional quando comparados ao modelo multinível, os mesmos são relaxados em função da própria estrutura de estimação e de correlações entre os termos de erro e os agrupamentos indicados, como apontado no capítulo 03.

6.3 – Análise dos Modelos de Regressão Multinível: Modelo Nulo e Modelo com Inclusão da Variável Tempo (*Growth Curve Model*)

Tendo como base a variável dependente desenvolvida e apresentada no item 6.1 do presente capítulo e os modelos confirmatórios apresentados no item 5.3 do capítulo de procedimentos metodológicos, este subcapítulo apresenta os resultados encontrados a partir do modelo apresentado na equação 40, que possui a seguinte configuração:

$$Hurst(500,1250)_{it} = \gamma_{00} + \tau_{0i} + \varepsilon_{it} \quad (40)$$

Tal equação como já explicado anteriormente, refere-se ao modelo multinível nulo ou incondicional, onde não há a inclusão de nenhuma variável preditora em nenhum dos níveis, tendo por objetivo principal verificar se existe diferenças estatisticamente significantes entre os grupos estudados (no caso, entre índices de bolsas/países) e quanto essas diferenças podem ser explicadas por características latentes ao longo do tempo, tendo os resultados encontrados na tabela 05, a seguir:

Tabela 5: Resultados da estimação do modelo nulo na amostra em estudo, com o índice de ineficiência calculado por meio de janelas móveis de 500 obs. (2 anos) e 1250 obs. (5 anos)

Índice de ineficiência (Hurst - 0,50)	janela de 500 obs.		janela de 1250 obs.	
Grupos/Observações				
País/Bolsa	48		48	
Observações	255462		43853	
Efeitos Fixos				
	Coeficiente	P(z)	Coeficiente	P(z)
Intercepto	0,0346919	***	0,0398905	***
Efeitos Aleatórios (Variância estimada)				
País/Bolsa	0,0023067		0,0023311	
Tempo	0,0035245		0,0017631	
Coeficiente de Correlação Intraclasse				
Nível 2 (País/Bolsa)	0,395578955		0,569366421	
Nível 1 (Tempo)	0,604421045		0,430633579	
Testes de Verificabilidade				
Modelo Multinível x Modelo Linear (qui quadrado)	1,20E+05	***	34484,18	***

Legenda : *** sig. 1% . Estimação por modelo de máxima verossimilhança restrita (REML)

Inicialmente, identifica-se a partir do modelo nulo que o modelo multinível é preferível ao modelo linear geral para ambas as regressões (considerando a estimação apresentada), tendo o teste de razão de verossimilhança (*LR test*) apresentando a rejeição da hipótese nula de que o modelo multinível e o modelo linear padrão são estatisticamente semelhantes, sendo neste caso preferível o modelo multinível por apresentar melhor ajuste aos dados apresentados.

O segundo ponto em análise é quanto a média dos interceptos do modelo (0,034 e 0,039 para uma janela de 500 e 1250 respectivamente), indicando que a média de ineficiência da amostra como um todo é ligeiramente superior quando estimada pela janela de 1250 observações. Porém próxima uma da outra. Ou seja, ao longo do período analisado, a média geral de concentrou-se em torno de 0,03 numa escala de -0,50 a 0,50.

O terceiro item de análise é mais interessante no ponto de vista de observação do modelo nulo refere-se ao coeficiente de correlação intraclasse (ICC). Observa-se que, considerando uma janela de 500 observações, o agrupamento país/índice da bolsa corresponde por 39,56% da variância encontrada no índice de ineficiência informacional calculado, sendo que os restantes 60,44% referem-se a características associadas ao país/bolsa ao longo do tempo.

Observando a janela de 1250 observações, a variância explicada pelo segundo nível passa para 56,94% do modelo apresentado, enquanto características latentes associados ao tempo explicam 43,06% de toda variância da variável dependente em estudo, sendo um valor maior que estimado na janela de 500 observações.

Neste ponto, conclui-se que uma grande parte da variância referente ao índice de ineficiência está associada a características constantes no tempo de forma significativa. No caso, características estruturais das bolsas/países que fazem com que os índices sejam diferentes entre si ao longo do tempo, como por exemplo.

Instituições são um exemplo desse tipo de características: Conceitualmente, são estruturas que tendem a não possuir variabilidade durante longos períodos de tempo ou que processos de mudança que tendem a apresentar-se de forma longa. Características institucionais, como por exemplo, estruturas advindas do sistema legal, ou algumas estruturas comportamentais dos agentes que impactam no processo decisório podem apresentar-se, via de regra, um tempo maior de adaptação a novos cenários, dado seu processo de aculturação e implementação, e de acordo com os resultados apresentados, podem impactar o índice de ineficiência de determinados mercados, dada sua influência.

Uma segunda avaliação tendo como base a equação 40 foi feita incluindo a variável tempo dentro do modelo de análise. (Equação 44) como apresentada a seguir:

$$Hurst(500,1250)_{it} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(Tempo_{it}) + \tau_{0i} + \tau_{1i}(Tempo_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (44)$$

Nesta equação, faz-se a inclusão da variável tempo tanto no intercepto quanto no coeficiente do modelo, construindo assim diferentes *growth curves* para cada agrupamento (índice), tendo seus resultados apresentados na tabela 06.

Tabela 6: Resultados da estimação do modelo com a inclusão da variável tempo no intercepto e no coeficiente da amostra em estudo, com o índice de ineficiência calculado por meio de janelas móveis de 500 obs. (2 anos) e 1250 obs. (5 anos)

Índice de ineficiência (Hurst - 0,50)	janela de 500 obs.		janela de 1250 obs.	
Grupos/Observações				
País/Bolsa	48		48	
Observações	255462		43853	
Efeitos Fixos	Coeficiente	P(z)	Coeficiente	P(z)
Intercepto	0,0896956	***	0,102294	***
Tempo	-0,0000156	***	-0,0000165	***
Efeitos Aleatórios (Variância estimada)				
País/Bolsa	0,0070909		0,0082411	
Tempo	0,0020655		0,0007155	
Coeficiente de Correlação Intraclasse				
Nível 2 (País/Bolsa)	0,774420078		0,92011478	
Nível 1 (Tempo)	0,225579922		0,07988522	
Testes de Verificabilidade				
Modelo Multinível x Modelo Linear (qui quadrado)	2,20E+05	***	64833,99	***
Wald chi2 (1)	15,91	***	17,13	***

Legenda: *** sig. 1% . Estimação por modelo de máxima verossimilhança restrita (REML), com parâmetros de variância/covariância não estruturada

Nesta segunda tabela, é possível observar que de forma linear, em média, há um padrão de decréscimo do índice de ineficiência informacional significativo ao longo do tempo de estudo. O comportamento geral da amostra era esperado, principalmente em economias em desenvolvimento, considerando que era possível ver essa tendência apresentada visualmente nos gráficos apresentados no item 6.1.

Assim, quanto da inclusão de 1 unidade de tempo, há a tendência linear de queda do índice de ineficiência de -0,0000156 quando da janela de 500 observações e de -0,0000165 quando da janela de 1250 observações de forma geral.

Considerando tanto as evidências apresentadas na seção 6.1 do presente capítulo e as evidências apresentadas nas tabelas discutidas anteriormente, observando as hipóteses H_{1a} : **(O grau de eficiência de um mercado não é constante ao longo do tempo)** e H_{1b} : **(O grau de eficiência de um mercado não é constante entre diferentes economias)**, é não é possível rejeitar tais

hipóteses, ou seja, é possível inferir que o grau de eficiência informacional é cíclico ao longo do tempo e entre diferentes bolsas/países, dadas suas características constantes e a dinâmica de evolução dos diferentes mercados analisados no presente estudo, como identificado em pesquisas anteriores sobre a HMA, que apresentavam evidências do comportamento cíclico dos mercados, assim como pesquisas com ranqueamento de eficiência, que apontavam mercados com diferentes graus de eficiência informacional dentre as amostras estudadas.

6.4 – Análise dos Modelos de Regressão Multinível: Modelo Multinível com Inclusão de Coeficientes

Para a verificação das Hipóteses H₂: **Mudanças institucionais e choques econômicos estão relacionados com a variação ao longo do tempo** e H₃: **Características econômicas e institucionais onde os mercados estão situados estão associados a diferença de comportamento de eficiência de mercado em diferentes economias**, faz-se necessária a inclusão de variáveis explicativas ao modelo analisado anteriormente (equação 44), para a construção e análise dos modelos 50 e 50a.

Atentando a estrutura de apresentação, inicialmente foi desenvolvido e analisado o modelo 50a abaixo apresentado, considerando que o mesmo possui relação com a hipótese H₂ da pesquisa realizada, incluindo o do set de variáveis referentes ao *bond yield* (BOND10 e BOND5) e o *bond yield spread*, (SPREAD, SPREAD (t-1) e SPREAD (t-2)), como calculados e apresentados no capítulo 5 da presente tese e os resultados estão apresentados nas tabelas 07 e 08, para cada uma das variáveis dependentes (HURST500 e HURST1250):

$$Hurst(500,1250)_{it} = \gamma_{00} + \gamma_{10}(Tempo_{it}) + \gamma_{20}(BondYield_{it}) + \gamma_{30}(BondYieldSpread_{it}) + \tau_{0i} + \tau_{1i}(Tempo_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (50a)$$

Tabela 7: Resultados da estimação do modelo com a inclusão das variáveis *bond yield* e *bond yield spread* (com 1 e 2 lags) da amostra em estudo, com o índice de ineficiência calculado por meio de janelas móveis de 500 obs. (2 anos).

Índice de ineficiência (Hurst - 0,50)		janela de 500 obs.								
Modelos	1		2		3		4		5	
País/Bolsa	46		44		46		46		43	
Observações	114499		114164		64217		64217		58397	
Efeitos Fixos	Coeficiente	P(z)	Coeficiente	P(z)	Coeficiente	P(z)	Coeficiente	P(z)	Coeficiente	P(z)
Intercepto	0,0690078	**	0,0383044		0,0620366	*	0,0725219	**	0,0528208	
Tempo	-0,00000865		-0,00000355		-0,00000739		-0,000009		-0,00000458	
Bond yield 10 anos	0,0000247						-0,0014577	***		
Bond yield 5 anos			-0,0010181	***					-0,0003209	***
Bond yield spread					0,000037		0,0014857	***	0,0000889	**
Bond yield spread (t-1)					0,0000695	*	0,0000646		0,0001115	***
Bond yield spread (t-2)					0,0000786	*	0,0000715	**	0,0001289	***
Efeitos Aleatórios (Variância estimada)										
País/Bolsa	0,0541126		0,0423248		0,0470138		0,0471641		0,0604663	
Tempo	0,0011543		0,0011544		0,0011408		0,0011406		0,0011162	
Coeficiente de Correlação Intraclasse										
Nível 2 (País/Bolsa)	0,979114081		0,973449373		0,976309636		0,97638739		0,981874721	
Nível 1 (Tempo)	0,020885919		0,026550627		0,023690364		0,02361261		0,018125279	
Testes de Verificabilidade										
Modelo Multinível x Modelo										
Linear (qui quadrado)	1,30E+05	***	1,40E+05	***	72439,99	***	72456,3	***	67180,78	***
Wald chi2	1,61		465,87	***	9,32	*	24,87	***	29,55	***

Legenda: * sig. 10%; ** sig. 5%; *** sig. 1% . Estimação por modelo de máxima verossimilhança restrita (REML)

Tabela 8: Resultados da estimação do modelo com a inclusão das variáveis *bond yield* e *bond yield spread* (com 1 e 2 lags) da amostra em estudo, com o índice de ineficiência calculado por meio de janelas móveis de 1250 obs. (5 anos).

Observa-se um comportamento distinto quanto a relação entre o valor dos *bond yields* e *bond yield spreads* e o índice de ineficiência de mercados calculado. Na tabela 07, é possível observar que, quando o cálculo do expoente de Hurst é feito utilizando janelas móveis de 500 obs. (2 anos) o comportamento do Bond Yield assemelha-se ao da janela de 1250 obs. Porém, há uma mudança no comportamento quanto aos *Spreads*: Observa-se uma relação positiva nas estimações do grau de ineficiência relativa quando da janela de 500 observações e negativa quando da janela de 1250 observações, a ser discutida mais a frente.

Com relação as variáveis Bond Yield (BOND10 e BOND5) identifica-se uma relação negativa com o índice de ineficiência de mercados. Ou seja, quando o valor (ga85(o d)-BT/F12 r71 0 595.32 841.92 reW*

título a mercado é alto, observa-se que há uma tendência do índice de ineficiência ser menor (ou seja, tende a ser mais eficiente).

Atenta-se que o *bond yield* de um título é um indicador muito forte sobre o comportamento da economia de um país. Os *yields* podem ser altos em função de que a taxa de captação de recursos pelo tesouro pode aumentar em função do risco de default que o mercado observa sobre o título (mercado primário). No mercado secundário, *yields* mais altos estão associados além do aumento da taxa de juros, a perda de valor daquele título quando de uma negociação a partir da observação do mercado se o governo consegue cumprir o valor de pagamento mais juros até sua maturidade.

Considerando tais informações, o comportamento negativo do valor do *bond yield* em t pode estar associado a saída de capitais (ou seja investidores que temem perdas (ou vêem que outros mercados, como os de títulos internacionais ou metais), apresentam melhores rendimentos com risco menor. Isso faz com que os retornos anormais se reduzam e assim, os agentes que se mantiveram no mercado precisem tomar estratégias ainda mais eficientes para continuar tendo lucros em mercados de ações, o que está associado ao comportamento da HMA.

Porém, uma análise mais aprofundada precisa ser feita sobre os Spreads: Observa-se que no modelo de regressão onde o cálculo da janela de observação foi de 1250 obs, o comportamento do Spread (Bond Yield10anos - média dos *bonds* de 10 anos americano, alemão e japonês) foi negativo, sendo seus *lags* não significantes para o modelo, estando assim associado ao comportamento do *Bond Yield* como forma de medição de risco (risco a mercado e diferença de risco a mercado a uma média de títulos livres de risco de *default*).

Desta forma, observa-se que mercados que apresentam maiores valores nesses indicadores, tem maior propensão de serem menos eficientes quando o cálculo do indicador de ineficiência é feito com janelas maiores.

Contudo, em relação a janelas menores, observa-se que o aumento do *Bond Yield Spread* em t (ou seja, associado a inclusão da última observação do log retorno na série de medição do expoente calculado), assim como seus *lags* apresentam relação positiva com o índice de ineficiência de mercados (HURST500), com janela de 500 obs.

Neste caso, a relação do aumento do Spread em t e o aumento do índice de ineficiência calculado em janelas de 500 observações pode estar associado a um primeiro momento de mudança do comportamento dos agentes que ficaram neste mercado: Considerando o aumento

do ambiente de instabilidade e risco daquele país em relação a mercados mais estáveis, os agentes tomam decisões nem sempre acertadas em função dessa probabilidade de piora do cenário econômico (ou seja, aumentando o índice de ineficiência), e assim, quando essa tendência vem se concretizando, com maior *spread*, há uma saída de agentes em busca de mercados mais seguros, e os que ficam são os que fizeram novas estratégias de forma correta em função da observação da dinâmica ao longo do tempo.

Considerando as características do processo de estimação do expoente (por meio de janelas móveis), como já observado anteriormente, uma outra possível explicação para esse fenômeno está associada a tendências de curto e longo prazo (variantes ao longo do tempo e estruturais) para o indicador de ineficiência. A janela de 500 observações (2 anos) segundo Anagnostinidis, Varsakelis e Emmanouilides (2016), captura efeitos mais variantes ao longo do tempo, não contemplando um ciclo econômico (o que apresentaria estimadores que não estariam sob efeitos de variação econômica geral), estimado pelos autores entre 4 a 5 anos (1000-1250 obs. em média).

Atentando-se a esses resultados, é possível confirmar que mudanças institucionais e econômicas, assim como suas possíveis estimativas refletidas nos *yields* e nos *spreads* dos títulos governamentais afetam o grau de ineficiência, por meio da utilização dessas informações no processo decisório de determinados grupos de agentes impactando a dinâmica e o comportamento dos retornos ao longo do tempo, não sendo possível rejeitar a hipótese H₂: **Mudanças institucionais e choques econômicos estão relacionados com a variação ao longo do tempo.**

Destaca-se a palavra *determinado* em função de que nem todos os agentes tomam decisões da mesma forma e com a mesma estrutura racional, sendo assim, informações sobre a possibilidade ou a probabilidade de um *default* ou um período de recessão pode ser assimilado de forma diferente ao sistema de precificação de cada “*espécie*” de agente de mercado.

Para o teste da hipótese H₃, foram incluídos ao set de variáveis testadas a partir da equação 50a, as médias das variáveis referentes ao ambiente econômico (PIB, INFL, TAX) e as representativas do ambiente institucional (PROP, AUDIT, INVEST, REG e LEGAL), tendo os resultados apresentados nas tabelas 09 e 10 a seguir:

Tabela 9: Resultados da estimação do modelo com a inclusão das variáveis de ambiente econômico e institucional da amostra em estudo, com o índice de ineficiência calculado por meio de janelas móveis de 500 obs. (2 anos).

Índice de ineficiência (Hurst - 0,50)		janela de 500 obs.			
Modelos	6	7	8		
País/Bolsa	47	45	42		
Observações	126939	63635	57824		
Efeitos Fixos		Coeficiente	P(z)	Coeficiente	P(z)
Intercepto		0,3893573		0,7120652	
Tempo		-0,00000567		-0,00000973	
<i>Bond yield</i> 10 anos			-0,0012842 ***		
<i>Bond yield</i> 5 anos				-0,0003159 ***	
<i>Bond yield spread</i>			0,0013149 ***	0,00009 ***	
<i>Bond yield spread</i> (t-1)			0,0000664 *	0,0001124 ***	
<i>Bond yield spread</i> (t-2)			0,0000737 *	0,0001298 ***	
Taxa de Impostos Total (TAX)	-0,0026465 **		-0,002444	-0,0002747	
Crescimento do PIB (PIB)	0,0235646 **		0,0119042	0,0126523	
Inflação (INFL)	-0,0022424		-0,0165119	-0,0012073	
Direitos de Propriedade (PROP)	-0,1099246 *		-0,1336011	-0,016994	
Força de Auditoria e Divulgação (AUDIT)	0,2950971 **		0,3521444 *	0,2735798	
Força de proteção ao Investidor (INVEST)	-0,0225167		-0,0163312	-0,0346617	
Regulação dos Mercados de Capitais (REG)	-0,0085804 **		-0,28804718 *	-0,2920792	
Índice de Direitos Legais (LEGAL)	-0,0077924		-0,0298568	-0,0238766	
Efeitos Aleatórios (Variância estimada)					
País/Bolsa	0,0160478		0,0415555	0,063181	
Tempo	0,0012616		0,0011465	0,0011223	
Coeficiente de Correlação Intraclassa					
Nível 2 (País/Bolsa)	0,927114747		0,97315114	0,982546774	
Nível 1 (Tempo)	0,072885253		0,02684886	0,017453226	
Testes de Verificabilidade					
Modelo Multinível x Modelo Linear (qui quadrado)	1,20E+05		6,07E+04 ***	5,54E+04 ***	
Wald chi2	28,36 ***		36,84 ***	37,16 ***	

Legenda: * sig. 10%; ** sig. 5%; *** sig. 1% . Estimação por modelo de máxima verossimilhança restrita (REML)

Tabela 10: Resultados da estimação do modelo com a inclusão das variáveis de ambiente econômico e institucional da amostra em estudo, com o índice de ineficiência calculado por meio de janelas móveis de 1250 obs. (5 anos).

Índice de ineficiência (Hurst - 0,50)	janela de 1250 obs.					
Modelos	6		7		8	
País/Bolsa	47		45		42	
Observações	42998		12324		11317	
Efeitos Fixos	Coeficiente	P(z)	Coeficiente	P(z)	Coeficiente	P(z)
Intercepto	0,1540315		0,3731567		0,4469025	
Tempo	-0,0000168		-0,0000125	**	-0,000013	**
<i>Bond yield</i> 10 anos			0,0007188			
<i>Bond yield</i> 5 anos					-0,0001588	
<i>Bond yield spread</i>			-0,001754	***	-0,001085	***
<i>Bond yield spread</i> (t-1)			0,0000391		0,0000385	
<i>Bond yield spread</i> (t-2)			0,0000347		0,0000342	
Taxa de Impostos Total (TAX)	-0,002646	***	-0,003501	**	-0,0035328	**
Crescimento do PIB (PIB)	0,0099097		0,0149228		0,0123791	
Inflação (INFL)	-0,001453		0,0081332		0,0102394	
Direitos de Propriedade (PROP)	-0,0779536	**	-0,1531617	**	-0,1212394	*
Força de Auditoria e Divulgação (AUDIT)	0,194484	**	0,2786728	*	0,2022356	
Força de proteção ao Investidor (INVEST)	-0,005607		0,0042352		-0,013598	
Regulação dos Mercados de Capitais (REG)	-0,0921539		-0,175609	*	-0,1277053	
Indice de Direitos Legais (LEGAL)	-0,0156764	*	-0,0104745		-0,0015411	
Efeitos Aleatórios (Variância estimada)						
País/Bolsa	0,0067257		0,018821		0,0205177	
Tempo	0,0007258		0,0003267		0,0003265	
Coeficiente de Correlação Intraclasse						
Nível 2 (País/Bolsa)	0,90259679		0,9829379		0,98433617	
Nível 1 (Tempo)	0,09740321		0,0170621		0,01566383	
Testes de Verificabilidade						
Modelo Multinível x Modelo Linear (qui quadrado)	48206,55	***	22352,12	***	20.364,14	***
Wald chi2	35,97	***	74,31	**	73,43	***

Legenda: * sig. 10%; ** sig. 5%; *** sig. 1% . Estimação por modelo de máxima verossimilhança restrita (REML)

Para a análise dos resultados é relevante observar a estrutura da equação 50, a seguir:

$$\begin{aligned} Hurst(500,1250)_{it} = & \gamma_{00} + \gamma_{01}(TAX_i) + \gamma_{02}(PIB_i) + \gamma_{03}(INFL_i) + \gamma_{04}(PROP_i) + \\ & \gamma_{05}(AUDIT_i) + \gamma_{06}(INVEST_i) + \gamma_{07}(REG_i) + \gamma_{08}(LEGAL_i) + \gamma_{10}(Tempo_{it}) + \\ & \gamma_{20}(BondYield_{it}) + \gamma_{30}(BondYieldSpread_{it}) + \tau_{0i} + \tau_{1i}(Tempo_{it}) + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (50)$$

A partir dos resultados obtidos, é possível inferir que características associadas ao ambiente econômico e institucional que os mercados de ações estão inseridos possuem associação com o grau de ineficiência destes mercados: Observa-se que nas duas rodadas de estimação (com o índice de ineficiência medido a partir de janelas de 500 e de 1250 obs.), os resultados encontrados foram aproximadamente os mesmos.

Observa-se que alguns resultados apresentaram fortes relações com pesquisas anteriores analisadas e com alguns pontos em associação com a HMA: As variáveis representativas de ambiente institucional (PROP, AUDIT, REG e LEGAL) apresentaram em algumas estimações resultados significantes e semelhantes entre si.

Destacando as variáveis que apresentaram relação negativa (PROP, REG e LEGAL), observa-se que quanto melhor estes indicadores, a tendência é de que o mercado apresente menor ineficiência relativa, portanto, mais eficiente. Isto está alinhado com o que Forti, Yen-Tsang e Peixoto (2011), Rejeb e Boughrara (2013) e Blau, Brough e Tomas (2014) identificaram em seus estudos.

Ou seja, países que apresentam instituições que possuem maior *enforcement* jurídico, uma melhor regulação (o que não está associado a uma maior regulação neste caso) do mercado de capitais e garantias legais de propriedade protegidas pelo sistema legal tendem a apresentar índices menores de ineficiência, *ceteris paribus*.

Uma possível explicação para este ponto possa ser a associação dessas métricas com uma redução de probabilidade de uma mudança (choque) institucional. Países com instituições legais sólidas e que apresentam *enforcement* jurídico forte garantindo o direito a propriedade como ponto pétreo de seu sistema legal, tende a se apresentar aos investidores internos e externos como um país de menor risco, sendo assim com melhores condições de investimentos em ações, o que tende a aumentar o afluxo de capitais para mercados financeiros.

Com o maior número de “*espécies*” de investidores, o ambiente concorrencial entre os mesmos aumenta, causando assim um maior nível de eficiência relativa.

Um ponto interessante quanto a estimação foi o sinal da variável AUDIT (*ceteris paribus*), que ao contrário das expectativas, apresentou sinal positivo (identificando que melhores padrões de qualidade de *disclosure* levariam a maior ineficiência) o que vai contra o senso de que melhores padrões contábeis melhorariam a capacidade dos gestores em tomar decisões corretas e assim melhoraria o ambiente informacional, fazendo com que o mercado tendesse a eficiência.

Neste ponto cabe argumentar se a melhor qualidade da regulação do *disclosure* contábil não estaria levando os investidores a tomarem decisões incorretas devido ao volume de informação disposta a mercado exigido por tais mercados. (dado a racionalidade limitada dos investidores em trabalhar com todas as informações disponíveis). Outro ponto de possível reflexão a essa relação pode estar na diferença entre a melhor qualidade em auditoria e em melhor qualidade da regulação dos processos de auditoria. Será que a regulação aplicada pelos países e seus respectivos mercados de capitais se faz efetiva em prática?

Quanto as variáveis macroeconômicas, observa-se o comportamento das variáveis TAX e PIB significantes em algumas estimações: Relação negativa entre ineficiência e TAX e positiva para PIB. Observa-se que a relação negativa para TAX pode estar associada a redução dos valores de retornos anormais (dada sua tributação como ganho de capital, por exemplo), o que seria um dedutor sobre o valor a ser levantado de ganho pelos agentes no mercado. Com menores ganhos no mercado, os agentes buscariam realizar melhores operações afim de se manterem no mesmo, o que está associado a HMA.

A mesma explicação pode ser estendida a relação positiva de PIB com o indicador de ineficiência: Em períodos de expansão econômica, como já vistos graficamente, os retornos anormais em mercado tendem a serem maiores, e assim os agentes são mais tolerantes a perdas e a estratégias de compra/venda de ações não ótimas a mercado, o que faz com que o mercado seja mais relativamente ineficiente, o que corrobora o ponto levantado no item 6.1 quando analisados o gráfico 01.

Observando de forma geral as relações e as tabelas 09 e 10 acima apresentadas, assim como os valores de variância identificados no item 6.1 da presente tese, atenta-se que não é possível rejeitar a hipótese H₃: **Características econômicas e institucionais onde os mercados estão situados estão associados a diferença de comportamento de eficiência de mercado em**

diferentes economias. Ou seja, o processo de ineficiência de mercado está associado não tão somente a interação dos agentes, mas também as características de mercado ao qual estes agentes estão submetidos, o que interfere diretamente sobre o processo de interação dos mesmos, assim como sobre a dinâmica de eficiência ao longo do tempo.

Observando todos os resultados sobre uma ótica geral, observa-se que os processos de tomada de decisão dos agentes ao longo do tempo, incluindo as estratégias não ótimas, são influenciadas pelo ambiente ao qual se encontram. Desde características variantes ao longo do tempo, como por exemplo eventos não esperados ou mudanças de ciclos de negócios, assim como crises econômico-financeiras que apresentam probabilidade de ocorrência, o que fazem os agentes tomarem decisões não ótimas em função de antecipação de ajustes de cenários econômicos futuros.

As condições econômicas também afetam o processo de eficiência de mercados em função da oferta de retornos anormais: Assim como previsto na HMA, a oferta de retornos anormais pode afetar a população de determinados agentes que tomam decisões segundo heurísticas não ótimas para determinado momento, o que faz com que o movimento seja cíclico.

Quanto as instituições, observa-se que as estruturas que são constantes ao longo do tempo ou que possuem pouca variação ao longo do mesmo também afetam a dinâmica de eficiência, ditando características ao qual os agentes são submetidos, e por estarem neste meio ambiente, precisam ajustar suas decisões, ou adotar medidas (como ir para novos mercados, por exemplo), para obter maiores retornos.

6.5 – Testes de Sensibilidade e Robustez

Uma das grandes preocupações no levantamento de evidências da presente tese está associada as formulas de cálculo e estimação do índice de ineficiência de mercados utilizado como variável dependente. Neste ponto, para verificação se os valores estavam próximos a outras formas de estimação foi realizada uma análise por meio da rodagem dos expoentes de Hurst (por meio do cálculo do parâmetro de diferenciação d), utilizando-se um modelo mais robusto, proposto por Philips (1999).

Identificou-se que havia poucas diferenças estatisticamente significantes entre os dois modelos de estimação do parâmetro, conforme pode ser observado na tabela 11 a seguir:

Tabela 11: Comparação entre os modelos de estimação: Estimação do parâmetro com toda a amostra (ARFIMA Clássico), estimação do parâmetro com toda a amostra por meio de modelo GPH e média das estimações por ARFIMA Clássico com base em janelas móveis.

id	Código	País	Índice	ARFIMA Clássico		ARFIMA com ajuste GPH		Média das janelas móveis	
				Hurst all sample	p>(z)	Hurst ajustado	p>(z)	Hurst500	Hurst1250
1	ARG	Argentina	MERVAL	0,0686	0	0,0542	0	0,0351	0,0434
2	AUS	Austrália	AOR - All ordinaries Index	-0,0039	0,684	0,0099	0,273	-0,0054	-0,0058
3	BEL	Bélgica	BEL20	0,0345	0,001	0,0571	0	0,0327	0,0432
4	BRA	Brasil	IBOV	0,0492	0	0,0371	0	-0,0139	-0,0048
5	BGR	Bulgária	SOFIX	0,1217	0	0,1512	0	0,0996	0,1205
6	CAN	Canadá	TSX Composite Index	0,0079	0,408	0,0387	0	0,0487	0,0335
7	CHN	China	Shanghai Composite Index	0,0529	0	0,0654	0	0,0167	0,0203
8	CHL	Chile	IPSA Index	0,1537	0	0,1853	0	0,1446	0,1472
9	CZH	Rep Tcheca	PX Index	0,0517	0	0,0580	0	0,0500	0,0382
10	COL	Colômbia	COLCAP	0,0651	0	0,0802	0	0,0707	0,0670
11	EGY	Egito	EGY30	0,0504	0	0,0383	0,007	0,0925	0,1049
12	ESP	Espanha	IBEX	0,0023	0,818	0,0102	0,274	0,0005	0,0005
13	EST	Estônia	OMX Tallinn Index	0,1160	0	0,1378	0	0,1019	0,1162
14	FIN	Finlândia	OMX Helsinki Index	0,0052	0,617	0,0190	0,078	0,0009	-0,0011
15	FRA	França	CAC40	-0,0296	0,002	-0,0097	0,32	-0,0417	-0,0340
16	DEU	Alemanha	DAX30	-0,0133	0,157	-0,0052	0,592	-0,0203	-0,0149
17	GRC	Grécia	ATHEX Composite Index	0,0723	0	0,0860	0	0,0660	0,0724
18	HKG	Hong-Kong, S.A.R.	HSI - Hang Seng Index	0,0049	0,609	0,0247	0,009	0,0080	0,0035
19	HUN	Hungria	BUX Index - Hungary	0,0538	0	0,0482	0	0,0559	0,0483
20	IND	India	SENSEX30	0,0501	0	0,0699	0	0,0455	0,0432
21	IDN	Indonésia	Jakarta Composite Index	0,1082	0	0,1073	0	0,1066	0,1047
22	ISL	Islândia	OMX Iceland All Share Index	0,0603	0	0,0429	0	0,0779	0,0819
23	ISR	Israel	TA-100 Tel-Aviv Index	0,0119	0,0316	0,0335	0,006	-0,0031	0,0026
24	ITA	Itália	FTSE MIB Index	-0,0183	0,095	-0,0127	0,261	-0,0353	-0,0207
25	JOR	Jordânia	AMMANSE Index	0,1544	0	0,1685	0	0,1187	0,1319
26	JPN	Japão	NIKKEI225	-0,0300	0,001	-0,0324	0,001	-0,0371	-0,0359
27	KOR	Coréia do Sul	KOSPI30	0,0303	0,002	0,0485	0	0,0182	0,0228
28	LTU	Lituânia	OMX Vilnius Index	0,1141	0	0,0993	0	0,0758	0,1103
29	LVA	Letônia	OMX Riga Index	0,0477	0	0,0391	0,001	-0,0016	0,0159
30	MYS	Malásia	Kuala Lumpur Composite Index	0,0603	0	0,0870	0	0,0879	0,0806
31	MEX	México	IPC Index	0,0545	0	0,0697	0	0,0342	0,0355
32	NLD	Holanda	AEX Index	-0,0071	0,44	-0,0021	0,821	-0,0110	-0,0090
33	NZL	Nova Zelândia	NZX50	0,0350	0,004	0,0467	0	0,0391	0,0421
34	NOR	Noruega	OSE All Share Index	0,0218	0,02	0,0275	0,003	0,0153	0,0244
35	PAK	Paquistão	KSE100	0,0861	0	--	--	0,0724	0,0873
36	PHL	Filipinas	PSEi Index	0,1050	0	0,1267	0	0,0863	0,0911

Tabela 11: Comparação entre os modelos de estimação: Estimação do parâmetro com toda a amostra (ARFIMA Clássico), estimação do parâmetro com toda a amostra por meio de modelo GPH e média das estimações por ARFIMA Clássico com base em janelas móveis. (continuação)

id	Código	País	Índice	ARFIMA Clássico		ARFIMA com ajuste GPH		Média das janelas móveis	
				Hurst all sample	p>(z)	Hurst ajustado	p>(z)	Hurst500	Hurst1250
37	PRT	Portugal	PSI Index	0,0628	0	0,0652	0	0,0675	0,0546
38	ROU	Romênia	BET Index	0,0675	0	0,0678	0	0,0590	0,0624
39	RUS	Russia	MICEX	0,0417	0	0,0547	0	0,0034	0,0046
40	SVK	Eslováquia	SAX Index	-0,0152	0,109	-0,0194	0,075	-0,0614	-0,0256
41	SGP	Cingapura	Straits Times Index	0,0656	0	0,0649	0	0,0469	0,0572
42	SWE	Suécia	OMX Stockholm 30 Index	-0,0010	0,912	-0,0248	0,011	-0,0154	-0,0040
43	CHE	Suíça	Swiss Market Index	0,0028	0,773	0,0126	0,176	-0,0051	0,0020
44	TWN	Taiwan	TAIEX Index	0,0321	0,002	--	--	0,0205	0,0315
45	THA	Tailândia	SET Index	0,0826	0	0,0786	0	0,0505	0,0607
46	TUR	Turquia	XU100	0,0539	0	0,0504	0	0,0298	0,0331
47	GBR	Grã-Bretanha	FTSE250	0,0852	0	0,1047	0	0,1035	0,1129
48	USA	Estados Unidos	DJIA	-0,0476	0	-0,0143	0,13	-0,0430	-0,0461

Neste ponto é importante salientar a importância que se tem da análise das janelas móveis ao longo do tempo: Observa-se que o índice calculado de forma estática não pode nos apresentar evidências sobre como os indicadores de ineficiência evoluíram ao longo do tempo, e se existem fatores variantes que afetam tal comportamento. Da mesma forma que a análise descritiva desses indicadores também não nos ajuda a acessar quais possíveis características podem estar associadas a índice indicado.

Adicionalmente, as diferenças encontradas nos processos de estimação podem estar associadas as formas de cálculo apresentadas, assim como o processo de médias móveis pode também apresentar um valor diferente do valor estimado com a amostra inteira, devido as diferentes flutuações que o indicador dinâmico apresentou ao longo do tempo, o que não é capturado pelo comportamento geral.

Quanto as estimações dos modelos 44 e 50, observa-se que os mesmos apresentam várias rodadas de estimação, que podem dar ou não maior força aos resultados obtidos dada a inclusão de variáveis novas no modelo. Considerando também as variáveis testadas significantes em mais de uma estimação, observa-se que as mesmas não tiveram alteração em seus sinais, sendo um forte indicador da relação entre as variáveis estudadas.

7- CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Considerando a questão de pesquisa, a tese proposta e as hipóteses desenvolvidas, esta pesquisa teve por objetivo reunir e levantar evidências sobre como os níveis de eficiência informacional de diferentes mercados se comportam ao longo do tempo, assim como a influência de características ambientais sobre a eficiência de mercados, sob a ótica da Hipótese de Mercados Adaptativos, que se apresenta como uma evolução da HEM de Fama (1970).

Para isto, foi levantado inicialmente a literatura que apresenta o processo de evolução, as diferenças e semelhanças entre a Hipótese de Mercados Eficientes e a Hipótese de Mercados Adaptativos, assim como sua base teórica, as pesquisas empíricas desenvolvidas sobre esta hipótese e pesquisas que abordaram como o ambiente influencia nas diferentes dinâmicas dos mercados de capitais ao longo do tempo.

Analizando em detalhe, foi levantado também pesquisas que corroborassem o uso de determinadas métricas para mensuração da eficiência informacional, dada a existência de diferentes formas de medição da mesma, dando foco assim a mais utilizada dentro das pesquisas da área, o expoente de *Hurst*.

A partir da mesma e da estruturação da base de dados, foi apresentado com maior detalhe as estruturas matemáticas de análise de dados e de estimação da variável dependente objeto de estudo, assim como foram determinados os objetos de pesquisa, as coletas e as variáveis escolhidas para levantamento de evidências. Com os dados disponíveis, apresentou-se as análises descritivas do resultado estimado, assim como dos modelos de regressão multinível estimados para teste das hipóteses explicitadas no trabalho.

De forma inicial, observa-se que a Hipótese de Mercados Adaptativos se apresenta com maior aderência as características empíricas do comportamento dos diferentes mercados, e das heurísticas de decisão dos agentes que são a base da dinâmica informacional ao longo do tempo. Neste ponto Lo (2004, 2005) consegue incorporar o conceito de racionalidade limitada (ou pode se dizer de diferentes racionalidades) por meio de espécies de agentes dentro de um mesmo mercado.

Sob uma ótica Darwiniana, o autor incorpora conceitos ligados aos agentes de atuação dentro do mercado, explicando assim como que comportamentos anômalos, como por exemplo mudanças cíclicas de eficiência poderiam ocorrer. Conceitos como aprendizado e evolução,

processos de tomada de decisão e adaptação a choques econômicos são estudados e apresentados como forma de explicação desse comportamento.

Contudo, a proposta da presente tese, além de testar e fazer uma análise remissiva sobre a HMA dentro do escopo de eficiência de mercado, é agregar a teoria com algumas reflexões adicionais: Assim como esses agentes são movidos pela busca por retornos anormais para se manterem “vivos” no mercado, o ambiente ao qual estão inseridos não poderia de alguma forma modificar e interferir nos seus processos de tomada de decisão, assim como influenciar o grau de eficiência do mercado como um todo.

Utilizando-se do mesmo conceito darwiniano que Lo utiliza para embasar a HMA, outro ponto de Darwin (assim como outros economistas evolutivos, como Schumpeter, por exemplo) destaca é a capacidade de adaptação dos indivíduos ao ambiente. Ou seja, para conseguir se manter dentro de determinado mercado, há a necessidade de adaptar-se as características que esse mercado apresenta dentro do framework de tomada de decisão. Talvez esse ponto possa servir como possível explicação para diferentes números de agentes (assim como sua quantidade) dentro dos diferentes mercados.

Outra premissa do trabalho de Lo refere-se ao ajuste a choques econômicos, que pode ser ainda controverso: Uma reflexão que se cabe é se os agentes (ou algumas espécies deles) não se ajustariam antes do choque econômico se realizar, dada a probabilidade desses choques/mudanças institucionais. Ou seja, tomadas de decisão não ótimas por parte de uma grande parcela dos investidores pode estar associado a essas probabilidades, gerando assim maior ineficiência em mercados menos estáveis.

Porém, nem todos os choques apresentam probabilidades de ocorrência anteriores ou tempo de ocorrência: Novas informações apresentam-se no mercado minuto a minuto que podem modificar tais indicadores, e uma probabilidade ínfima de determinado evento econômico ocorrer pode mudar em poucos instantes.

Adicionalmente, outra questão associada diretamente a presente pesquisa se refere a medida de eficiência informacional de diferentes mercados: Sob a ótica da HMA, e preconizada por meio da *Random Walk Hypothesis* do próprio Andrew Lo, há de se observar com parcimônia os estimadores levantados ao longo do tempo. Isto porque a apresentação pura e simples de *random walk* não é indicador suficiente para determinação de eficiência informacional plena, eficiência esta que segundo Auer (2016) e Grossman e Stiglitz (1980), é inexistente em prática.

O que as métricas contínuas de eficiência informacional identificam, neste caso é um conceito relativo (como já explicado em capítulos anteriores) sendo o valor conceitualmente eficiente somente um benchmarking para comparação entre os diferentes mercados existentes, de onde pode-se extrair informações e evidências de como tais mercados se desenvolveram e quais determinantes influenciam nesse processo.

Uma segunda questão refere-se a janela de observação das métricas: Observa-se que o processo de estimação de métricas por janelas móveis pode apresentar diferenças entre pesquisas quando da tomada de decisão quanto a escolha do número de observações a ser utilizado no processo de estimação. Uma primeira análise que se faz sobre este ponto é que os resultados podem estar associados ao número de observações (e assim ao tempo correspondente da estimação), não podendo ser generalizadas para janelas maiores e/ou menores.

Dentre os principais achados do presente estudo, observa-se que há evidências de que os mercados seguem um padrão cíclico de eficiência/ineficiência, e que estamos atualmente em um período de convergência a eficiência (até que outro choque/mudança institucional mude tais comportamentos) talvez possivelmente explicado a partir da revolução da informação iniciada no início dos anos 90 em processo acelerado nos anos 2000 com o aumento da capacidade computacional e a velocidade de informação disposta a todos os agentes. Todavia, mesmo com tal processo em aceleração, ainda sim observa-se o comportamento cíclico de mercados predominante, sendo influenciado por ciclos econômicos.

Outro objeto de identificação é a não rejeição da hipótese apresentada por Lo (2005), quanto do aumento de ineficiência quando do aumento de retornos anormais em períodos de expansão econômica, como identificado por meio da observação da média do PIB entre países, o que identifica em prática que quanto maior o crescimento médio de um país, isto pode levar a um determinado nível de ineficiência em função do relaxamento dos investidores frente a perdas por decisões não ótimas.

Em adição a este, observa a importância dos fatores de segurança jurídica para a eficiência dos mercados de capitais: Atenta-se que em países onde há maior segurança jurídica, observa-se que estes mesmos países apresentam menor grau de ineficiência relativa, o que pode ser um indicativo do grau de desenvolvimento dos mercados de capitais.

Considerando assim a questão de pesquisa levantada no início da presente tese, as pesquisas anteriores, a metodologia e as evidências levantadas é possível concluir que:

O grau de ineficiência de diferentes mercados apresenta comportamento cíclico, comportamento este determinado por variações na atividade econômica e por eventos causadores de crises. Adicionalmente, é possível concluir que cada mercado apresenta comportamento distinto ao longo do tempo de seus graus de ineficiência, dadas características intrínsecas ao mercado e ao país onde o mesmo está situado, influenciando as heurísticas dos agentes e por consequência, o grau de eficiência informacional, obtido por meio da análise dos log-retornos dos índices analisados.

Porém, atenta-se que a presente pesquisa possui pontos de limitação de seus resultados, principalmente com relação a generalização de seus resultados para outros períodos e comparabilidade com outras pesquisas, dado que para isto, caberia o desenvolvimento da estimação do expoente de *Hurst* a partir das mesmas janelas utilizadas.

Adicionalmente, os resultados estão restritos as métricas de ambiente econômico e institucional levantadas e construídas pela World Economic Fórum e pelo Banco Mundial, considerando a confiabilidade das instituições no desenvolvimento de métricas e relevância em pesquisas dentro do campo de desenvolvimento econômico.

Outra limitação da pesquisa se dá em função dos poucos registros existentes sobre diferentes índices e *bond yields* dos diferentes países em estudo. Como já colocado anteriormente, são poucos os índices de bolsas de valores que possuem séries de tempo longas (que remetam a pelo menos 50 anos de dados) e isso vale para os *bond yields* governamentais. Sendo assim, poucos índices poderiam ser estudados com janelas de tempo longas. (o que se observa nas pesquisas empíricas, em que se estudam poucos índices encontrados, normalmente o DJIA e o NIKKEI225, que têm dados a partir de 1950 nas bases de dados identificadas).

Como sugestões de pesquisas posteriores sobre o tema, caberia uma investigação mais aprofundada com maiores séries de tempo disponíveis em mercados desenvolvidos e em desenvolvimento, para observação dos comportamentos em outros períodos históricos, a fim de levantar maiores evidências sobre choques econômicos e sua relação com períodos de maior ineficiência/eficiência dos diferentes mercados.

Outra possível pesquisa poderia estar relacionada em quais outras determinantes variantes ao longo do tempo estão associadas ao comportamento de eficiência/ ineficiência de mercados, assim como a própria estrutura dos ativos transacionados, como por exemplo características

setoriais e intrínsecas dos papéis selecionados podem afetar o grau de eficiência de uma forma geral.

Variáveis culturais não foram incluídas na presente pesquisa, porém poderiam ser um campo novo para verificação se características culturais nacionais de alguma forma direcionam o framework de tomada de decisão dos vários tipos de agentes dispostos naquele mercado, e como tais características podem ser associadas a HMA e ao grau de eficiência cíclica ao longo do tempo.

Adicionalmente, propõe-se novas pesquisas que busquem compreender mais a fundo a estrutura dinâmica da Hipótese de Mercados Adaptativos dentro de sua essência, como por exemplo, se houver a existência de dados sobre o perfil dos negociantes de cada mercado (pessoas físicas residentes, pessoas jurídicas, investidores institucionais, fundos de pensão, investidores profissionais, pessoas físicas estrangeiras), verificando se as diferentes proporções desses subgrupos afeta de que forma a dinâmica de eficiência ao longo do tempo.

Outras pesquisas utilizando-se das formulações de Andrew Lo sobre os graus de inteligência de mercados, da relação entre a HMA e teoria dos jogos (no caso de jogos evolucionários) podem ser exploradas com mais profundidade e seriam importantes na compreensão de como os agentes interagem ao longo do tempo.

Atenta-se que a Hipótese de Mercados Adaptativos ainda é um conceito novo (2005), e busca em sua essência melhorar e ampliar a discussão de eficiência informacional iniciada desde Veblen, marcada fortemente com o pensamento de Fama (1970) sobre o assunto. Acredita-se que este trabalho traz consigo apenas mais um bloco de construção e melhoria do conhecimento acerca dos diversos mercados financeiros, e de como os agentes lidam com o processo de tomada de decisão, ampliando assim o conhecimento e a literatura a disposição sobre o tema.

De forma prática, esta tese busca apresentar aos diferentes leitores especializados que em primeiro ponto, é importante observar as instituições e como elas influenciam os diferentes aspectos econômicos dos mercados, em segundo, que cada mercado apresenta suas particularidades e que para cada agente conseguir “performar” seus investimentos de forma mais eficiente possível, cabe analisar como os processos decisórios são tomados naquele mercado e em terceiro ponto que um mercado com boas regulações e com bom *enforcement* pode garantir um maior afluxo e desenvolvimento dos mesmos.

Por fim, espera-se que esta tese traga mais reflexões e questionamentos novos, para a construção de novas formas de pensamento e novas interpretações sobre como os mercados existem e como eles absorvem as diferentes informações aos sistemas de preços, assim contribuindo com maiores evidências e possíveis críticas e melhorias as teorias existentes.

Parafraseando Lo (2005), a “Hipótese de Mercados Adaptativos ainda é uma teoria em construção.”

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alajbeg, D., Bubas, Z., & Sonje, V. (2012). The Efficient Market Hypothesis: problems with interpretation of empirical tests. *Financial Theory and Practice*, 36(1), 53-72.
- Albarez, T. (2012). Efeitos do Market Timing sobre a Estrutura de Capital de Companhias Abertas Brasileiras. Tese de Doutorado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Alda, M. (2017) The relationship between pension funds and the stock market: Does the aging population of Europe affect it? *International Review of Financial Analysis*, 49, 83-97, <doi:10.1016/j.irfa.2016.12.008 >
- Alvarez- Ramirez, J., Rodriguez, E., & Espinosa-Paredes, G. (2012). Is the US stock market becoming weakly efficient over time? Evidence from 80-year-long data. *Physica A*, 391, 5643-5647.
- Anagnostinides, P., Varsakelis, C., & Emmanouilides C.J. (2016) Has the 2008 financial crisis affected stock market efficiency? The case of Eurozone. *Physica A*, 447, 116-128.
- Anghel, G. D. I. (2015) Stock Market efficiency and the MACD. Evidence from countries around the world. *Procedia Economics and Finance*, 32, 1414-1431.
- Arjoon, V. (2016) Microstructures, financial reforms and informational efficiency in an emerging market. *Research in International Business and Finance*, 36, 112-126.
- Arshad, S., Rizvi, S. A. R., Ghani, G. M., & Duasa, J. (2016) Investigating stock market efficiency: A look at OIC member countries. *Research in International Business and Finance*, 36, 402-413.
- Auer, B. R. (2016) On Time-Varying Predictability of Emerging Stock Market Returns. *Emerging Markets Review*, <doi: 10.1016/j.ememar.2016.02.005 >
- Barberis, N. & Thaler, R. (2003). Cap. 18: A Survey of Behavioral Finance. In G.M. Constantinides, M. Harris, & R. Stulz (Eds.), *Handbook of the Economics of Finance* (p. 1053-1123). Elsevier B.V.
- Belke, A., & Beckmann, J. (2015) Monetary policy and stock prices – Cross-country evidence from cointegrated VAR models. *Journal of Banking and Finance*, 54, 254-265.
- Bickel, R. (2007) Multilevel Analysis for Applied Research: It's just regression! *The Guilford Press*, US
- Blau, B. M., Brough, T. J., & Thomas, D.W. (2014) Economic freedom and the stability of stock prices: A cross-country analysis. *Journal of International Money and Finance*, 41, 182-196.
- Boulton, J. (2010). Introduction. In Boulton, J. & Veblen, T. (2010) Why is Economics not an Evolutionary Science? *E:CO Issue*, 12(2), pp. 41-69

- Branco, E. A. (2012). Capital Natural, Crescimento Econômico e Natureza: Reflexões a partir da abordagem e modelagem de sistemas complexos. Dissertação de Mestrado, Escola de Artes e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Burnham, T. C. (2013). Toward a neo-Darwinian synthesis of neoclassical and behavioral economics. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 90S, S113– S127
- Cajueiro, D. O., & Tabak, B. M. (2004a). Ranking efficiency for emerging markets. *Chaos, Solitons, and Fractals*, 22, 349-352.
- Cajueiro, D. O., & Tabak, B. M. (2004b). The Hurst exponent over time: Testing the assertion that emerging markets are becoming more efficient. *Physica A*, 336, 521-537.
- Cajueiro, D. O., & Tabak, B. M. (2005). Ranking efficiency for emerging equity markets II. *Chaos, Solitons, and Fractals*, 23, 671-675.
- Campbell, J. Y., Lo, A., & Mackinlay, A. C. (1997). *The Econometrics of Financial Markets*. Princeton University Press.
- Chang, T., Chen, W., Gupta, R., & Nguyen, D. K. (2015) Are stock prices related to the political uncertainty index in OECD countries? Evidence from bootstrap panel causality test. *Economic Systems*, 39, 288-300.
- Charfeddine, L., & Khediri, K. B. (2016) Time-Varying market efficiency of the GCC stock markets. *Physica A*, 444, 487-504.
- Charles, A., Darné, O., & Kim, J. H. (2012). Exchange-rate return predictability and the adaptive markets hypothesis: Evidence from major foreign exchange rates. *Journal of International Money and Finance*, 31, 1607-1626.
- Charles, A., Darné, O., & Kim, J. H. (2015) Will precious metals shine? A market efficiency perspective, *International Review of Financial Analysis*, <<http://dx.doi.org/10.1016/j.irfa.2015.01.018>>
- Charles, A., Darné, O., & Kim, J. H. (2017) Adaptive markets hypothesis for Islamic stock indices: Evidence from Dow Jones size and sector-indices. *International Economics*, 151, 100-112, <<https://doi.org/10.1016/j.inteco.2017.05.002>>
- Chen, S. (2017) Lecture 7: Rescale Range Analysis and the Hurst Exponent. Financial economics 1. Acesso em 01/10/2017 de <<http://www.long-memory.com/returns/Chen.pdf>>.
- Contreras, I., Hidalgo, J. I., & Nuñez, L. (2017) Exploring the influence of industries and randomness in stock prices. *Empirical Economics*, 1-17, <<https://doi.org/10.1007/s00181-017-1303-9>>
- Corredor, P., Ferrer, E., & Santamaria, R. (2013) Investor sentiment effect in stock markets: Stock characteristics or country-specific factors? *International Review of Economics and Finance*, 27, 572-591.

- Couillard, M., & Davison, M. (2005) A comment on measuring the Hurst exponent of financial time series. *Physica A*, 348, 404-418
- Deo, N., Spong, H. & Varua, M. A. (2017) The impact of GFC on sectoral Market Efficiency: Non-Linear testing for the case of Australia. *Economic Record*, 93(S1), 38-56, <doi: 10.1111/1475-4932.12343 >
- Dewandaru, G., Rizvi, S. A. R., Bacha, O. I. & Masih M. (2014) What factors explain stock Market retardation in Islamic Countries. *Emerging Markets Review*, 19, 106-127.
- Dhankar, R.S., & Shankar, D. (2016) “Relevance and Evolution of Adaptive Markets Hypothesis: A review. *Journal of Indian Business Research*, 8(3), 166-179.
- Dimic, N., Kiviaho, J., Piljak, V., & Äijö, J. (2016) Impact of financial market uncertainty and macroeconomic factors on stock-bond correlation in emerging markets. *Research in International Business and Finance*, 36, 41-51.
- Dourado, G. A., & Tabak, B. M. (2013 setembro) Teste da Hipótese de Mercados Adaptativos para o Brasil. *Banco Central do Brasil. Trabalhos para Discussão* 325, 1-53. Acesso em 22/03/2014, de < <http://www.bcb.gov.br/pec/wps/port/TD325.pdf>>
- Dyakova, A., & Smith, G. (2013a) The Evolution of Stock Market predictability in Bulgaria. *Applied Financial Economics*, 23(9), 805-816. <<http://dx.doi.org/10.1080/09603107.2013.767976>>
- Dyakova, A., & Smith, G. (2013b) Bulgarian stock market relative predictability: BSE-Sofia stocks and South East European markets. *Applied Financial Economics*, 23(15), 1257-1271. <<http://dx.doi.org/10.1080/09603107.2013.802089> >
- Dyck, A., & Zingales, L. (2004). Private benefits of control: an international comparison. *Journal of Finance*, 59(2), 537-600.
- Fama, E., Fischer, L., Jensen, M. C., & Roll, R. (1969) The adjustment of stock prices to new information. *International economic review*, 10(1), 1-21.
- Fama, E. (1970). Efficient Capital Markets. A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25, 383-417.
- Fávero, L. P. L., & Belfiore, P. (2017) *Manual de Análise de Dados: Estatística e Modelagem Multivariada com Excel, SPSS e Stata*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Forti, C.A.B, Yen-Tsang, C. & Peixoto, F. M. (2011) Stock Market Development: an Analysis from a multilevel and Multi-country perspective. *Brazilian Administration Review*, 8(4), 351-375.
- Ghazani, M. M., & Araghi, M. K. (2014). Evaluation of the adaptive market hypothesis as an evolutionary perspective on market efficiency: Evidence from the Tehran stock exchange. *Research in International Business and Finance*, 32, 50–59.
- Gippel, J. K. (2012). A revolution in Finance? *Australian Journal of Management*, 38(1), 125-146.

- Goldstein, H., Healy, M. J. R. & Rasbash, J. (1994) Multilevel Time Series Models with Applications to Repeated Measures Data. *Statistics in Medicine*, 13, 1643-1655
- Grossman, S. J., & Stiglitz, J. E. (1980). On the impossibility of informationally efficient markets. *The American Economic Review*, 70(3), 393-408.
- Hens, T., & Schenk-Hoppé, K. R. (2005). Evolutionary Finance: Introduction to the special issue. *Journal of Mathematical Economics*, 41, 1-5.
- Hiremath, G.S., & Narayan, S. (2016). Testing the Adaptive Markets Hypothesis and its determinants for the Indian stock markets. *Finance Research Letters*, 19, 173-180.
- Hiremath, G.S. (2017, in press) Foreign portfolio flows and emerging stock market: Is the midnight bell ringing in India? *Research in International Business and Finance*, <<https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.04.016>>
- Hodgson, G. M. (2002). Darwinism in economics: from analogy to ontology. *Journal of Evolutionary Economics*, 12, 259-281.
- Hull, M., & McGroarty, F. (2014). Do emerging markets become more efficient as they develop? Long memory persistence in equity indices. *Emerging Markets Review*, 18, 45-61.
- Ito, M., & Sugiyama, S. (2009). Measuring the degree of time-varying market inefficiency. *Economic Letters*, 103, 62-64.
- Jain, P., & Xue, W. (2017) Global investigation of return autocorrelation and its determinants. *Pacific-Basin Finance Journal*, < doi:10.1016/j.pacfin.2017.04.007>
- Johnson, D. D. P., Price, M. E., & Vugt, M. V. (2013) Darwin's invisible hand: Market competition, evolution, and the firm. *Journal of Economic Behavior & Organization*, the 90S, S128– S140.
- Kayo, E.K., & Kimura, H. (2011) Hierarchical determinants of Capital Structure *Journal of Banking and Finance*, 35, 358-371.
- Kim, J. H., Shamsuddin, A., & Lim, K. P. (2011). Stock return predictability and the adaptive markets hypothesis: evidence from century-long U.S. Data. *Journal of Empirical Finance*, 18, 868–879,
- Kristoufek, L., & Vosvrda M. (2013) Measuring capital market efficiency: Global and local correlations structure. *Physica A*, 392, 184-193.
- Kristoufek, L., & Vosvrda M. (2014) Measuring capital market efficiency: long-term memory, fractal dimension and approximate entropy. *The European Physical Journal B*, 87:192, <doi: 10.1140/epjb/e2014-50113-6>
- Kuhn, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. 2nd. ed., Chicago: The University of Chicago Press.

- LEMMA - Learning Environment for Multilevel Methods and Applications (2017) Multilevel Modelling for Repeated Measures Data. Acessado em 2017-11-04, de <https://www.cmm.bris.ac.uk/lemma/course/view.php?id=13#section-16>
- Lim, K. (2007). Ranking market efficiency for stock markets: A nonlinear perspective. *Physica A*, 376, 445-454.
- Lo, A. (1991). Long-term memory in Stock Market prices. *Econometrica*, 59:5, 1279– 1313.
- Lo, A. (2004). The adaptive markets hypothesis: market efficiency from an evolutionary perspective. *Journal of Portfolio Management*, (30th-anniversary issue), 15– 29.
- Lo, A. (2005). Reconciling efficient markets with behavioral finance: the adaptive markets hypothesis. *Journal of Investment Consulting*, 7, 21–44.
- Lo, A. (2013). Claredon Lectures in Finance; The Adaptive Market Hypothesis – Lecture 1: Evolutionary Foundations of Behaviour and Rationality. [vídeo]. Aula Ministrada para Said Business School, University of Oxford, em 12/06/2013, Claredon lectures. Acesso em 08/04/2014 em < <https://www.youtube.com/watch?v=D-q6pwRhico>>
- Lo, A. (2013). Claredon Lectures in Finance; The Adaptive Market Hypothesis – Lecture 2: Adaptive Markets in Theory and Practice. [vídeo]. Aula Ministrada para Said Business School, University of Oxford, em 13/06/2013, Claredon lectures. Acesso em 08/04/2014 em < <https://www.youtube.com/watch?v=jUrZubcSe7U>>
- Lo, A. (2013). Claredon Lectures in Finance; The Adaptive Market Hypothesis – Lecture 3: Hedge funds – The Galápagos Islands of finance. [vídeo]. Aula Ministrada para Said Business School, University of Oxford, em 14/06/2013, Claredon lectures. Acesso em 08/04/2014 em < <https://www.youtube.com/watch?v=IT-GZOAxLX8>>
- Lo, A. (2017) *Adaptive Markets: Financial Evolution at the Speed of Thought*. Princeton University Press.
- Lo, A., & MacKinlay, A. (1999). A Non-Random Walk Down Wall Street. *Princeton University Press*, Princeton
- Madhavan, V., & Arrawatia, R. (2016) Relative Efficiency of G8 Sovereign Credit Default Swaps and Bond Srips: An Adaptive Markets Hypothesis Perspective. *Studies in Microeconomics*, 4(2), 1-24.
- Madhavan, V., & Ray, P. (2017) Evolving Efficiency of Dually-Listed Indian Stocks: A non-linear perspective. *Journal of Quantitative Economics*, 1-23. Disponível em <<https://doi.org/10.1007/s40953-017-0076-5>>
- Malkiel, B. G. (2003) The efficient market hypothesis and its critics. *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), 59-82.
- Manahov, V., & Hudson, R. (2014). A note on the relationship between market efficiency and adaptability – New evidence from artificial stock markets. *Expert Systems with applications*, 41, 7436-7454.

- Mensi, W., Tiwari, A. K., & Yoon, S-M (2016) Global financial crisis and weak-form efficiency of Islamic sectoral stock markets: An MF-DFA analysis, *Physica A*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.physa.2016.12.034>
- Mishkin, F.S. (1992) Anatomy of a financial crisis. *Journal of Evolutionary Economics*, 2, 115-130.
- Mobarek, A. & Fiorante, A. (2014) The Prospects of BRIC countries: Testing weak-form of market efficiency. *Research in International Business in Finance*, 30, 217-232
- Noda, A. (2016) A Test of the Adaptive Market Hypothesis using a Time-Varying AR Model in Japan, *Finance Research Letters*, doi: 10.1016/j.frl.2016.01.004
- Peiró, A. (2015) Stock prices and macroeconomic factors: Some European evidence. *International Review of Economics and Finance*, [<http://dx.doi.org/10.1016/j.iref.2015.08.004>](http://dx.doi.org/10.1016/j.iref.2015.08.004)
- Potts, J. (2001). Knowledge and Markets. *Journal of Evolutionary Economics*, 11, 413-431.
- Popovic, S., Mugosa, A., & Durovic, A. (2013). Adaptive Markets Hypothesis: Empirical Evidence from Montenegro Equity Market. *Ekonomika Istrazivanja – Economic Research*, 26(3), 31-46.
- Quayes, S., & Jamal, A. M. M. (2015) Impact of demographic change on stock prices. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, [<http://dx.doi.org/10.1016/j.qref.2015.08.005>](http://dx.doi.org/10.1016/j.qref.2015.08.005)
- Rabe-Hesketh, S., & Skrondal, A. (2012) Multilevel and Longitudinal Modelling using Stata – Volume 1: Continuous Responses. Third Edition. Stata Press
- Rahman, M. L., Lee, D., & Shamsuddin, A. (2016) Time-varying Return Predictability in South Asian Equity Markets, *International Review of Economics and Finance*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.iref.2016.12.004>
- Ramiah, V., Xu, X., & Moosa, I. A. (2015) Neoclassical Finance, behavioral finance and noisy traders: A review and assessment of the literature. *International Review of Financial Analysis*, 41, 89-100.
- Ramírez, S. M., Arellano, P. L. C., & Rojas, O. (2015) Adaptive Market Efficiency of Agricultural commodity futures contracts. *Contaduría y Administración*, 60, 389-401.
- Raudenbush, S.W., & Bryk, A.S. (2002). *Hierarchical Linear Models* (Second Edition). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Rodriguez, E., Aguilar-Cornejo, M., Femat, R., & Alvarez-Ramirez, J. (2014) US stock Market efficiency over weekly, monthly, quarterly and yearly time scales. *Physica A*, 413, 554-564.
- Rejeb, A. B. & Boughrara, A. (2013) Financial Liberalization and stock markets efficiency: New evidence from Emerging Economies. *Emerging Markets Review*, 17, 186-208.
- Rizvi, S. A. R., Dewandaru, G., Bacha, O. I., & Masih, M. (2014) An analysis of stock Market efficiency: Developed vs. Islamic stock markets using MF-DFA. *Physica A*, 407, 86-99.

- Santos, M. A. (2013). Determinantes da estrutura de capital de empresas em diferentes cenários econômicos e institucionais: um estudo comparativo. *Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto*. doi:10.11606/D.96.2013.tde-24012014-115909. Recuperado em 2017-11-03, de www.teses.usp.br
- Santos, M. A., Fávero, L.P.L., & Distádio, L. F. (2016) Adoption of the International Financial Report Standards (IFRS) on companies' financing structure in emerging economies. *Finance Research Letters*, 16, 179-189.
- Savoiu, G., & Andronache, C. (2013) The efficiency of Capital Markets: Hypothesis or Approximation. In *Econophysics: Background and Applications in Economics, Finance and Sociophysics*. Elsevier.
- Sermpinis, G., Stasinakis, C., & Hassannikalager, A. (2017). Reverse Adaptive Krill Herd Locally Weighted Support Vector Regression for forecasting and trading Exchange Traded Funds. *European Journal of Operational Research*, doi:10.1016/j.ejor.2017.06.019
- Shi, H., & Zhou, W.-X. (2017) Wax and wane of the cross-sectional momentum and contrarian effects: Evidence from the Chinese stock markets. *Physica A*, <<http://dx.doi.org/10.1016/j.physa.2017.05.078>>
- Shi, H.-L., Jiang, Z.-Q., & Zhou, W.-X. (2017) Time-Varying Predictability in Chinese Stock Market. Reports in Advances of Physical Sciences, 01, <<https://doi.org/10.1142/S2424942417400023>>
- Shleifer, A. (2000) *Inefficient markets: an introduction to behavioural finance*. Oxford: Oxford University Press.
- Skrondal, A., & Rabe-Hesketh, S. (2008) Multilevel and Related Models for longitudinal data. In *Handbook of Multilevel Analysis*, 275-300, Springer.
- Smith, G., & Dyankova, A. (2014) African Stock Markets: Efficiency and Relative Predictability. *South African Journal of Economics*, 82(2), 258-275. doi: 10.1111/saje.12009
- Snijders, T. (1996) Analysis of Longitudinal Data using the Hierarchical Linear Model. *Quality & Quantity*, 30, 405-426.
- Soufian, M., Forbes, W., & Hudson, R. (2013). Adapting financial rationality: Is a new paradigm emerging? *Critical Perspectives on Accounting*. Acesso em 22/03/2014, de <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cpa.2013.08.009>>.
- STATA Corp (2017) Stata manuals: TS Arfima models. *Stata corp*. Acesso em 20/11/2017 em <<https://www.stata.com/manuals13/tsarfima.pdf>>
- Steele, F. (2008) Multilevel Models for Longitudinal Data. *Journal of the Royal Statistic Society, Series A*, 171, 5-19

- Steele, F. (2017) Multilevel Models for Longitudinal Data. Centre of Multilevel Modelling. Acesso em 02/12/2017, em <https://www.bristol.ac.uk/media-library/sites/cmm/migrated/documents/longitudinal.pdf>
- Suárez, K. J. S., Duarte, J. B. D., & Ortiz, V. A. R., (2015) Predictibilidad de los retornos em el mercado de Colombia e hipótesis de mercado adaptativo. *Estudios Gerenciales*, 31, 411-418.
- Thaler, R. (1985). Mental accounting and consumer choice. *Marketing Science*, 4, 199–214.
- Titan, A. G. (2015) The Efficient Market Hypothesis: Review of specialized literature and empirical research. In *Emerging Markets Queries in Finance and Business. Procedia Economics and Finance*, 32, 442-449.
- Todea, A. (2008). Episodic dependencies and the profitability of moving average strategy on Romanian capital market. *Theoretical and Applied Economics*, pp. 186-193.
- Todea, A., Ulici, M, & Silaghi, S. (2009). Adaptive Markets Hypothesis: Evidence from Asia-Pacific financial markets. *The Review of Finance and Banking*, 1(1), 7-13
- Todea, A., Zoicas-Ienciu, A., & Filip, A. (2009). Profitability of the Moving Average Strategy and the Episodic Dependencies: Empirical Evidence from European Stock Markets. *European Research Studies*, 12(1), 63-72.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases, *Science*,

- Urquhart, A., & McGroarty, F. (2014). Calendar effects, market conditions and the Adaptive Market Hypothesis: Evidence from long-run U.S. data. *International Review of Financial Analysis*. Acesso em < <http://dx.doi.org/10.1016/j.irfa.2014.08.003>>
- Urquhart, A., & McGroarty, F. (2016). Are stock markets efficient? Evidence of Adaptive Markets Hypothesis. *International Review of Financial Analysis*, 47, 39-49.
- West, B.T., Welch, K.B., & Galecki, A.T. (2014) Linear Mixed Models: A practical Guide using statistical software. Second Edition. *CRC Press – Taylor and Francis Group*, US.
- Wijst, N. V. D. (2013) *Finance: A quantitative introduction*. Cambridge University Press. New York, EUA.
- WORLD ECONOMIC FORUM. (2017) *Global Competitiveness Index 2015-2016*. Acesso em 20/11/2017 em <http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/Global_Competitiveness_Report_2015-2016.pdf>
- Veblen, T. (1898). Why is economics not an evolutionary science? *Quarterly Journal of Economics*, 12(4), 373-397.
- Verheyden, T., Moor, L. D. & der Bossche, F. V. (2015) Towards a new framework on efficient markets. *Research in International Business and Finance*, 34, 294-308.
- Vithessonthi, C., & Techarongrojwong, Y. (2013) Do monetary policy announcements affect stock prices in emerging market countries? The case of Thailand. *Journal of Multinational Financial Management*, 23, 446-469.

APÊNDICES

Apêndice A: Médias por ano de cada índice por modulo de cálculo

Apêndice B: Correlograma das variáveis explicativas em estudo

Apêndice C: Valores médios de *Bond Yield* e *Bond Yield Spread* dos países em estudo.

Apêndice A: Médias do índice de ineficiência de mercados (expoente de Hurst – 0,50), calculado por meio de janelas móveis de 500 observações (2 anos), utilizados na análise e desenvolvimento de modelos do presente estudo.

id	1	2	3	4	5	6	7	8
Código	ARG	AUS	BEL	BRA	BGR	CAN	CHN	CHL
País	Argentina	Austrália	Bélgica	Brasil	Bulgária	Canadá	China	Chile
Índice	MERVAL	AOR - All ordinaries Index	BEL20	IBOV	SOFIX	TSX Composite Index	Shanghai Composite Index	IPSA Index
1990								
1991								
1992	0,064292	0,051045		0,001655		0,260443	0,132261	0,262937
1993	0,042541	0,07116	0,057465	-0,107525		0,219595	0,10601	

id	9	10	11	12	13	14	15	16
Código	CZH	COL	EGY	ESP	EST	FIN	FRA	DEU
País	Rep Tcheca	Colômbia	Egito	Espanha	Estônia	Finlândia	França	Alemanha
Índice	PX Index	COLCAP	EGY30	IBEX	OMX Tallinn Index	OMX Helsinki Index	CAC40	DAX30
1990								
1991								
1992				0,042099			0,010871	-0,017643
1993				0,08263			0,023496	0,030775
1994				0,098575			0,031552	0,035018
1995				0,063947			-0,018834	0,000835
1996	0,426856			0,056296			-0,041657	-0,028245
1997	0,282093			0,047669		0,043801	-0,01782	-0,078151
1998	0,210105			0,03812		-0,010186	-0,007445	-0,03558
1999	0,135274			0,042827		0,012682	0,015197	0,015624
2000	0,101692			0,025303		0,000528	0,013477	0,01459
2001	0,040137			-0,02252	0,081744	-0,004826	-0,020697	-0,010051
2002	-0,003862			-0,055958	0,097458	-0,015945	-0,057266	-0,019518
2003	-0,008757			-0,059089	0,159534	-0,01615	-0,051191	-0,045004
2004	0,022136			-0,052123	0,166275	-0,011574	-0,061565	-0,055459
2005	0,043658			-0,020292	0,110932	0,031315	-0,112979	-0,042692
2006	0,051086		-0,098219	-0,016751	0,127538	0,030322	-0,09342	-0,042709
2007	0,035628		-0,079652	-0,027094	0,175182	-0,011704	-0,073938	-0,046505
2008	-0,003138		0,063281	-0,068093	0,176722	-0,044532	-0,081412	-0,029259
2009	0,006887		0,123759	-0,065175	0,149247	-0,039891	-0,107442	-0,050614
2010	0,020257	0,028813	0,100961	-0,030522	0,129727	-0,019643	-0,076217	-0,043997
2011	-0,025398	0,058899	0,104417	-0,013814	0,082762	-0,01304	-0,037037	-0,01521
2012	0,003548	0,042674	0,173715	0,004622	0,047418	0,014173	-0,016577	0,038919
2013	0,01273	-0,00044	0,120353	0,001581	0,019253	0,004495	-0,062074	-0,000973
2014	0,018952	0,039025	0,085616	0,002828	0,025419	0,030048	-0,108015	-0,038967
2015	-0,003488	0,15113	0,152541	-0,02156	0,042711	0,050659	-0,047227	-0,022096
2016	-0,042641	0,17268	0,165144	-0,036561	0,01692	-0,011062	-0,034505	-0,020483

id	17	18	19	20	21	22	23	24
Código	GRC	HKG	HUN	IND	IDN	ISL	ISR	ITA
País	Grécia	Hong-Kong, S. A. R.	Hungria	India	Indonésia	Islândia	Israel	Itália
Índice	ATHEX Composite Index	HSI - Hang Seng Index	BUX Index - Hungary	SENSEX30	Jakarta Composite Index	OMX Iceland All Share Index	TA-100 Tel-Aviv Index	FTSE MIB Index
1990								
1991								
1992	0,111735	0,035314	0,062622	0,038604	0,263799			
1993	0,091239	0,042679	0,081391	0,071646	0,31292			
1994	0,072055	0,044012	0,299603	0,101373	0,311778			
1995	0,097363	0,04816	0,333681	0,156186	0,303039	0,019126		
1996	0,139071	0,050159	0,290295	0,152096	0,223491	0,034695		
1997	0,122456	0,012912	0,20706	0,099723	0,195626	0,164453		
1998	0,124997	-0,016901	0,007981	0,06048	0,138843	0,259047		
1999	0,103362	0,003327	0,016444	0,01914	0,124808	0,20512		0,020199
2000	0,098285	0,033327	0,04836	0,000707	0,102626	0,152675		0,001227
2001	0,09353	0,016533	0,027633	0,026971	0,065873	0,078988		-0,001178
2002	0,074168	-0,011645	-0,002628	0,049413	0,090458	-0,009074	0,014164	-0,00186
2003	0,089758	0,00382	-0,013295	0,059709	0,079319	-0,038909	0,031644	-0,015901
2004	0,076846	0,038883	-0,036854	0,043808	0,084593	0,124615	0,03654	-0,037806
2005	0,045323	0,033753	-0,023165	0,0168	0,108259	0,212838	-0,002088	-0,029005
2006	0,041713	-0,008683	0,030631	0,01775	0,081703	0,167811	-0,043484	-0,053502
2007	0,036107	-0,028033	0,059117	0,009262	0,021722	0,112987	-0,045136	-0,084143
2008	0,034631	-0,061657	0,046102	0,025866	0,023514	0,128382	0,021287	-0,062172
2009	0,058163	-0,045787	0,043587	0,033059	0,11299	0,034542	0,045008	-0,030177
2010	0,045439	-0,024584	0,016228	0,026041	0,105044	0,04292	0,026327	0,004019
2011	-0,012036	-0,009901	-0,05059	0,021388	-0,021395	-0,011341	-0,043492	-0,003478
2012	-0,012781	-0,009135	-0,021895	0,025225	-0,039691	-0,052838	-0,069912	-0,022521
2013	0,034084	-0,015628	-0,007758	0,016676	-0,035145	0,025571	-0,061695	-0,041851
2014	0,077756	0,011056	-0,017368	0,0178	0,025304	0,049997	0,004959	-0,05614
2015	0,022732	0,036976	0,013666	0,033307	0,015291	0,027324	0,018983	-0,077168
2016	-0,016669	0,020685	-0,002003	0,029419	-0,008572	-0,048758	0,020579	-0,090582

id	25	26	27	28	29	30	31	32
Código	JOR	JPN	KOR	LTU	LVA	MYS	MEX	NLD
País	Jordânia	Japão	Coréia do Sul	Lituânia	Letônia	Malásia	México	Holanda
Índice	AMMAN SE Index	NIKKEI25	KOSPI30	OMX Vilnius Index	OMX Riga Index	Kuala Lumpur Composite Index	IPC Index	AEX Index
1990								
1991								
1992		-0,019119	0,007685			0,118446		-0,004605
1993		-0,007804	0,021708			0,099608	0,163393	0,003655
1994		-0,018379	0,030338			0,093348	0,142841	0,033118
1995		-0,023071	0,054028			0,09569	0,085986	0,036953
1996		0,004474	0,066461			0,096948	0,079553	0,010835
1997		-0,046335	0,107658			0,080345	0,079764	-0,029475
1998		-0,110817	0,107864			0,049975	0,009734	-0,028845
1999		-0,094505	0,089526			-0,001036	0,02431	0,018371
2000		-0,053053	0,038935			0,012204	0,064935	0,009343
2001		-0,030593	-0,016452	0,019007	0,140638	0,134551	0,078526	-0,036892
2002		-0,060027	-0,009407	0,056365	0,155843	0,157637	0,066813	-0,043244
2003		-0,046285	-0,001689	0,101376	0,08748	0,13685	0,039878	-0,034431
2004		-0,005953	-0,002762	0,153414	-0,00789	0,108221	0,014403	-0,032303
2005		-0,015392	0,001194	0,151307	-0,050904	0,110416	0,026359	-0,038146
2006		-0,018084	-0,001073	0,162632	0,027607	0,104936	0,0426	-0,01199
2007		-0,023735	-0,001244	0,125034	0,06904	0,130074	0,034181	-0,01223
2008	0,178671	-0,038427	0,00206	0,101344	0,032044	0,072858	-0,000683	-0,023174
2009	0,237271	-0,067515	0,003001	0,127639	0,02346	0,068605	0,019542	-0,043868
2010	0,195519	-0,05838	-0,008275	0,147095	0,008058	0,117879	0,041459	-0,03035
2011	0,080582	-0,029236	-0,019724	0,109603	-0,084556	0,120458	0,009245	-0,006077
2012	0,076335	-0,020821	-0,020936	0,028148	-0,101215	0,065392	-0,060093	0,015166
2013	0,060937	-0,012708	-0,038186	0,025919	-0,086617	0,043587	-0,04595	-0,013433
2014	0,105586	-0,041018	-0,010943	0,020009	-0,076947	0,045342	0,006982	-0,015653
2015	0,115693	-0,042367	0,011994	-0,020243	-0,056157	0,07737	0,004292	0,005866
2016	0,047284	-0,048871	-0,002557	-0,140654	0,013553	0,060196	0,012299	-0,001245

id	33	34	35	36	37	38	39	40
Código	NZL	NOR	PAK	PHL	PRT	ROU	RUS	SVK
País	Nova Zelândia	Noruega	Paquistão	Filipinas	Portugal	Romênia	Russia	Eslováquia
Índice	NZX50	OSE All Share Index	KSE100	PSEi Index	PSI Index	BET Index	MICEX	SAX Index
1990								
1991								
1992		0,107462		0,150025				
1993		0,051289		0,124501				
1994		0,054848		0,140174				
1995		0,112166		0,143164	0,201253			
1996		0,022943		0,154439	0,18172			
1997		-0,013947		0,155606	0,190466			0,035014
1998		0,041896		0,145448	0,027091			-0,029118
1999		0,09073	0,073407	0,140033	0,041046		0,100194	-0,047295
2000		0,050727	0,073045	0,122774	0,090414		0,107878	-0,036841
2001		-0,025169	0,062644	0,036706	0,054589		0,090707	-0,03629
2002	-0,025032	0,027774	0,044313	0,042048	0,048216	0,060112	0,073766	-0,035416
2003	-0,028261	0,054251	0,018807	0,119364	0,086567	0,075572	0,060696	-0,048429
2004	-0,011533	0,051772	0,009089	0,109992	0,058173	0,115918	0,004227	-0,032561
2005	0,074551	0,036498	0,073595	0,106181	0,022608	0,121467	0,004517	0,091004
2006	0,115944	-0,016964	0,07733	0,095918	0,065852	0,064495	-0,015094	0,113668
2007	0,066481	-0,05018	0,02979	0,019638	0,081483	-0,005556	-0,065977	-0,020917
2008	0,06129	-0,005493	0,065573	0,031219	0,047672	0,051845	-0,052015	-0,056433
2009	0,014181	-0,01193	0,207918	0,076997	0,017225	0,071611	-0,015627	0,027085
2010	0,026104	-0,039814	0,198806	0,085016	0,010318	0,05083	-0,029361	-0,01569
2011	0,045249	-0,043389	0,025437	0,06113	-0,011047	-0,022833	-0,044595	-0,06017
2012	0,031721	-0,003193	0,045131	0,032888	0,00859	0,047539	0,000943	-0,171003
2013	0,028315	-0,057829	0,052371	-0,001176	0,044397	0,132086	-0,015905	-0,246071
2014	0,013489	-0,065704	0,090562	0,035391	0,074338	0,104191	-0,042024	-0,21932
2015	0,031855	0,019878	0,075878	0,020978	0,095237	0,212799	-0,01628	-0,189905
2016	0,079781	-0,028834	0,089314	-0,013769	0,062023	0,002972	-0,013736	-0,171753

id	41	42	43	44	45	46	47	48
Código	SGP	SWE	CHE	TWN	THA	TUR	GBR	USA
País	Cingapura	Suécia	Suíça	Taiwan	Tailândia	Turquia	Grã-Bretanha	Estados Unidos
Índice	Straits Times Index	OMX Stockholm 30 Index	Swiss Market Index	TAIEX Index	SET Index	XU100	FTSE250	DJIA
1990								
1991								
1992	0,09875	0,097696	-0,014407		0,060134	0,083776	0,165869	0,020018
1993	-0,01485	0,100595	-0,002505		0,014168	0,086058	0,21595	-0,01428
1994	0,038957	0,101846	0,056644		0,077229	0,162204	0,218862	-0,028441
1995	0,085409	0,058727	0,062077		0,110808	0,16071	0,219127	0,00622
1996	0,084525	0,029442	-0,004428	0,010892	0,116654	0,059306	0,217559	0,015876
1997	0,05396	-0,007619	-0,019547	-0,000933	0,120324	0,057652	0,105739	0,001742
1998	0,155012	-0,008713	0,023785	0,014441	0,135071	0,048695	0,109994	-0,040446
1999	0,149954	0,012917	0,047128	0,022015	0,114531	0,020407	0,203388	-0,037255
2000	0,098039	-0,001446	0,018268	0,029527	0,067789	0,033193	0,196051	-0,021218
2001	0,025562	-0,040986	-0,024068	0,025174	0,043956	0,021817	0,157931	-0,037756
2002	0,037035	-0,073331	-0,014246	0,052657	0,068358	-0,006612	0,20451	-0,018541
2003	0,050474	-0,007331	-0,002835	0,059454	0,079357	-0,001634	0,182192	-0,034017
2004	0,039752	-0,005391	-0,008957	0,020344	0,060309	-0,038212	0,132256	-0,060598
2005	0,009915	-0,064903	-0,067977	0,009052	0,043568	-0,030422	0,081607	-0,051948
2006	-0,041112	-0,079471	-0,050652	0,005719	0,026898	0,025842	0,013493	-0,053813
2007	-0,037356	-0,079526	-0,041602	-0,003277	-0,082794	0,024902	-0,029316	-0,066417
2008	-0,013596	-0,068555	-0,050524	0,004997	-0,04461	-0,004477	-0,045637	-0,090379
2009	0,014042	-0,074627	-0,077843	0,041873	0,075025	0,041491	0,032007	-0,129609
2010	0,035514	-0,075658	-0,045944	0,057113	0,054757	0,057223	0,065591	-0,099719
2011	0,032623	-0,080791	-0,003228	0,045069	-0,012916	0,01	0,028988	-0,05996
2012	0,035425	-0,069488	0,051026	0,023704	0,012917	0,000668	0,04585	-0,07886
2013	0,027926	-0,085866	0,018932	0,00231	0,012971	0,0005	0,020297	-0,074342
2014	0,052408	-0,074363	0,000653	-0,011805	0,01338	-0,025822	0,007337	-0,034099
2015	0,043577	-0,044893	0,038165	-0,011075	0,01945	-0,029231	0,03683	-0,042813
2016	0,042239	-0,078047	-0,014336	0,027026	0,013761	-0,011448	0,004531	-0,047041

Apêndice A: Médias do índice de ineficiência de mercados (expoente de Hurst – 0,50), calculado por meio de janelas móveis de 1250 observações (5 anos), utilizados na análise e desenvolvimento de modelos do presente estudo.

id	1	2	3	4	5	6	7	8
Código	ARG	AUS	BEL	BRA	BGR	CAN	CHN	CHL
País	Argentina	Austrália	Bélgica	Brasil	Bulgária	Canadá	China	Chile
Índice	MERVAL	AOR - All ordinaries Index	BEL20	IBOV	SOFIX	TSX Composite Index	Shanghai Composite Index	IPSA Index
1990								
1991								
1992								
1993								
1994								
1995	0,064422	0,066122		0,006065		0,204314	0,071581	0,223237
1996	0,051846	0,055833	0,086506	0,004771		0,170117	0,066632	0,194964
1997	0,045751	0,041776	0,10466	0,033016		0,150812	0,042503	0,185037
1998	0,055659	0,010128	0,097521	0,083359		0,121946	0,00503	0,172845
1999	0,060145	-0,00246	0,093777	0,014482		0,10229	0,005634	0,164531
2000	0,048364	-0,023513	0,091128	0,002276		0,075307	0,00881	0,170749
2001	0,042311	-0,027035	0,088781	0,00293		0,048079	0,01294	0,168315
2002	0,057333	-0,018169	0,086371	0,004064		0,043809	0,005536	0,164803
2003	0,055275	-0,018015	0,070207	0,006682		0,032112	0,021037	0,159384
2004	0,054031	-0,020461	0,06258	0,024408		0,020364	0,011782	0,156656
2005	0,056133	0,006926	0,058847	0,013875		0,018293	0,002363	0,141871
2006	0,05143	-0,001434	0,047733	0,00876		0,026232	0,008336	0,1323
2007	0,01404	-0,038846	0,027642	-0,010535	0,080093	0,000428	0,032426	0,102495
2008	0,015327	-0,039738	0,005099	-0,031031	0,157321	-0,024309	0,027706	0,095077
2009	0,0339	-0,021045	0,030556	-0,042346	0,159989	-0,059503	0,025435	0,078713
2010	0,023747	-0,020607	0,022657	-0,0452	0,154475	-0,062004	0,025161	0,078841
2011	0,028648	-0,018776	0,015151	-0,045881	0,152606	-0,027274	0,023927	0,083388
2012	0,039674	-0,017611	0,006878	-0,043641	0,141413	-0,060311	0,008755	0,086996
2013	0,054071	-0,008332	0,000829	-0,036785	0,14393	-0,058739	0,00447	0,087399
2014	0,034852	-0,004905	-0,03143	-0,022009	0,097819	-0,007846	0,007485	0,098135
2015	0,037692	-0,012502	-0,024877	-0,025004	0,067711	0,017107	0,035475	0,094651
2016	0,039463	-0,021633	-0,019527	-0,011011	0,0500003	0,024529	0,035623	0,086477

id	9	10	11	12	13	14	15	16
Código	CZH	COL	EGY	ESP	EST	FIN	FRA	DEU
País	Rep Tcheca	Colômbia	Egito	Espanha	Estônia	Finlândia	França	Alemanha
Índice	PX Index	COLCAP	EGY30	IBEX	OMX Tallinn Index	OMX Helsinki Index	CAC40	DAX30
1990								
1991								
1992								
1993								
1994								
1995				0,06738			0,008273	0,002499
1996				0,072369			-0,00094	0,005196
1997				0,078788			0,001743	-0,008419
1998				0,055852			-0,003295	-0,013396
1999	0,19253			0,04971			0,002326	-0,002078
2000	0,1455			0,038989		0,011297	0,003627	-0,004613
2001	0,099239			0,026848		0,003675	0,002307	0,000269
2002	0,070244			0,00715		0,006483	-0,001636	0,006852
2003	0,048765			-0,022543		0,000813	-0,018494	-0,017976
2004	0,033696			-0,036092	0,116907	-0,003763	-0,035438	-0,026354
2005	0,024525			-0,038953	0,120578	-0,006425	-0,045108	-0,03008
2006	0,028611			-0,036232	0,148072	0,000536	-0,043901	-0,030513
2007	0,033954			-0,040786	0,154956	-0,003964	-0,065049	-0,049299
2008	0,031505			-0,044377	0,164778	-0,006804	-0,076824	-0,034268
2009	0,027083		0,002762	-0,038482	0,160511	-0,00862	-0,074343	-0,0316
2010	0,017908		0,024331	-0,038937	0,146882	-0,01778	-0,074058	-0,035673
2011	0,01036		0,104019	-0,036577	0,134663	-0,018192	-0,069978	-0,027463
2012	0,009992		0,126767	-0,03311	0,119008	-0,016212	-0,064445	-0,018145
2013	0,017539	0,03627	0,119285	-0,012289	0,104714	-0,003397	-0,056961	-0,013296
2014	0,001775	0,049151	0,11755	0,001193	0,071423	0,009175	-0,043138	0,003275
2015	0,002357	0,085109	0,138771	0,002385	0,046532	0,025384	-0,036424	0,009542
2016	0,000155	0,093971	0,144979	-0,00716	0,023352	0,007505	-0,04926	-0,008582

id	17	18	19	20	21	22	23	24
Código	GRC	HKG	HUN	IND	IDN	ISL	ISR	ITA
País	Grécia	Hong-Kong, S.A.R.	Hungria	India	Indonésia	Islândia	Israel	Itália
Índice	ATHEX Composite Index	HSI - Hang Seng Index	BUX Index - Hungary	SENSEX30	Jakarta Composite Index	OMX Iceland All Share Index	TA-100 Tel-Aviv Index	FTSE MIB Index
1990								
1991								
1992								
1993								
1994								
1995	0,103252	0,04885	0,232957	0,076618	0,272463			
1996	0,094575	0,044887	0,261315	0,087763	0,284916			
1997	0,09623	0,040716	0,25206	0,10188	0,256748			
1998	0,115531	0,010062	0,121562	0,110258	0,171237	0,132339		
1999	0,113031	0,01094	0,071825	0,065519	0,142997	0,16006		
2000	0,112668	0,009292	0,057033	0,040457	0,122053	0,182298		
2001	0,108148	0,007016	0,035876	0,032052	0,115728	0,138762		
2002	0,107441	0,006817	0,017543	0,027868	0,109405	0,074505		0,009274
2003	0,096911	0,024021	0,030308	0,029116	0,09751	0,056271		0,000983
2004	0,093837	0,02068	0,007582	0,040583	0,082859	0,074341		-0,005095
2005	0,080796	0,012704	-0,000972	0,050073	0,094977	0,095662	0,029456	-0,003549
2006	0,081434	0,017287	0,007144	0,039564	0,088202	0,109708	0,018734	-0,014241
2007	0,057483	0,012637	0,018022	0,023715	0,066074	0,146041	0,00742	-0,045011
2008	0,048292	-0,037615	0,038052	0,026062	0,060027	0,143493	0,006909	-0,041663
2009	0,065351	-0,035671	0,052565	0,031113	0,09668	0,057543	0,028365	-0,013244
2010	0,051275	-0,035015	0,034095	0,030753	0,080886	0,054241	0,021862	-0,012734
2011	0,033349	-0,032878	0,022241	0,030154	0,074639	0,050254	0,020766	-0,01031
2012	0,024688	-0,034021	0,014776	0,032003	0,06828	0,0482	0,00733	-0,015333
2013	0,032597	-0,020709	0,008323	0,028327	0,074396	0,046142	0,000686	-0,010694
2014	0,03213	-0,005036	-0,025869	0,024272	-0,008555	0,01279	-0,039249	-0,023851
2015	0,021921	0,006488	-0,008277	0,028457	-0,010061	0,00044	-0,041441	-0,037911
2016	0,023328	0,005271	-0,001427	0,02584	-0,01134	0,000374	-0,028951	-0,059999

id	25	26	27	28	29	30	31	32
Código	JOR	JPN	KOR	LTU	LVA	MYS	MEX	NLD
País	Jordânia	Japão	Coréia do Sul	Lituânia	Letônia	Malásia	México	Holanda
Índice	AMMAN SE Index	NIKKEI25	KOSPI30	OMX Vilnius Index	OMX Riga Index	Kuala Lumpur Composite Index	IPC Index	AEX Index
1990								
1991								
1992								
1993								
1994								
1995		-0,011488	0,027503			0,109318		0,01411
1996		-0,00737	0,047875			0,092039	0,107906	0,018262
1997		-0,023445	0,078848			0,09925	0,098632	0,008985
1998		-0,053448	0,101761			0,067625	0,062059	-0,005448
1999		-0,062177	0,09304			0,016678	0,050457	0,010113
2000		-0,062259	0,072348			0,023106	0,051852	-0,001487
2001		-0,066783	0,053566			0,02816	0,048466	0,001824
2002		-0,062494	0,043484			0,030726	0,050428	-0,004426
2003		-0,041671	0,019859	0,091195		0,038558	0,060683	-0,014255
2004		-0,026017	-0,004584	0,111606	0,120477	0,133429	0,066031	-0,030342
2005		-0,025358	-0,006075	0,136122	0,128637	0,140505	0,052042	-0,026735
2006		-0,021873	6,49E-05	0,152039	0,071903	0,128184	0,044643	-0,021522
2007		-0,012385	5,82E-05	0,145574	0,021027	0,116514	0,027689	-0,024161
2008		-0,016631	0,003774	0,134353	0,042168	0,085933	0,01972	-0,024644
2009		-0,040175	0,00735	0,141602	0,047807	0,088799	0,03373	-0,021147
2010		-0,039921	0,003244	0,140326	0,028729	0,093031	0,032853	-0,022331
2011	0,186141	-0,04796	0,003094	0,122576	0,007319	0,09308	0,024954	-0,021378
2012	0,19548	-0,045441	-0,003268	0,123296	0,001448	0,080042	0,012503	-0,0201
2013	0,174086	-0,039478	-0,008134	0,123296	-0,011312	0,098323	0,020435	-0,016314
2014	0,089093	-0,024074	-0,019782	0,087086	-0,071932	0,081929	-0,011967	-0,000526
2015	0,09271	-0,022778	-0,014092	0,032134	-0,077964	0,072462	-0,024306	0,007906
2016	0,082483	-0,0334	-0,025645	-0,004192	-0,021242	0,055089	-0,018998	-0,003586

id	33	34	35	36	37	38	39	40
Código	NZL	NOR	PAK	PHL	PRT	ROU	RUS	SVK
País	Nova Zelândia	Noruega	Paquistão	Filipinas	Portugal	Romênia	Russia	Eslováquia
Índice	NZX50	OSE All Share Index	KSE100	PSEi Index	PSI Index	BET Index	MICEX	SAX Index
1990								
1991								
1992								
1993								
1994								
1995		0,08388		0,145847				
1996		0,05796		0,14346				
1997		0,044167		0,14548				
1998		0,057563		0,152751	0,086937			
1999		0,073729		0,141757	0,069213			
2000		0,056137		0,140633	0,063814			-0,011626
2001		0,050881		0,107914	0,058874			-0,013245
2002		0,056994	0,063998	0,108864	0,058072		0,09648	-0,024015
2003		0,049915	0,062334	0,093514	0,077241		0,099986	-0,019128
2004		0,037752	0,044109	0,080134	0,071702		0,070716	-0,037607
2005	0,01308	0,050945	0,056594	0,07467	0,065376	0,072205	0,043671	0,0241
2006	0,026032	0,042294	0,044316	0,110009	0,084102	0,072666	0,01156	0,030791
2007	0,045884	0,002587	0,04731	0,068708	0,06444	0,070405	-0,021411	0,043142
2008	0,078777	0,005978	0,065893	0,060852	0,051367	0,075117	-0,018014	0,063284
2009	0,049912	-0,003277	0,137433	0,069427	0,040718	0,077512	-0,011955	0,078343
2010	0,043702	-0,015972	0,127018	0,06409	0,033219	0,054114	-0,020093	-0,000181
2011	0,035443	-0,014191	0,140131	0,063786	0,020129	0,052315	-0,020816	-0,024256
2012	0,035081	-0,012081	0,151715	0,069765	0,014054	0,058859	-0,01448	-0,04491
2013	0,029224	-0,032755	0,142975	0,066298	0,02018	0,055077	-0,019145	-0,064495
2014	0,039949	-0,036201	0,053195	0,037564	0,035424	0,030508	-0,029589	-0,109686
2015	0,030773	-0,009945	0,067803	0,028351	0,059684	0,061503	-0,008967	-0,158777
2016	0,048807	-0,030621	0,079371	0,010312	0,066713	0,077486	-0,018712	-0,153161

id	41	42	43	44	45	46	47	48
Código	SGP	SWE	CHE	TWN	THA	TUR	GBR	USA
País	Cingapura	Suécia	Suíça	Taiwan	Tailândia	Turquia	Grã-Bretanha	Estados Unidos
Índice	Straits Times Index	OMX Stockholm 30 Index	Swiss Market Index	TAIEX Index	SET Index	XU100	FTSE250	DJIA
1990								
1991								
1992								
1993								
1994								
1995	0,083928	0,097735	0,017256		0,078081	0,11986	0,195519	0,009811
1996	0,033124	0,079192	0,020805		0,071911	0,115718	0,215401	0,002501
1997	0,067775	0,061011	0,028603		0,107374	0,113543	0,195675	0,004587
1998	0,13162	0,021691	0,035655		0,134627	0,097954	0,165376	-0,020112
1999	0,139141	0,011924	0,035463	0,021324	0,117483	0,04057	0,188852	-0,022764
2000	0,125505	0,00209	0,027824	0,022514	0,104193	0,040328	0,17015	-0,024625
2001	0,111919	-0,015592	0,030148	0,026401	0,096999	0,028425	0,171459	-0,027394
2002	0,107717	-0,011684	0,022629	0,039985	0,093857	0,024494	0,196433	-0,022225
2003	0,072644	-0,011621	0,007764	0,040693	0,070461	0,014868	0,189063	-0,026903
2004	0,044189	-0,018027	-0,007534	0,04142	0,062348	0,011303	0,169646	-0,033336
2005	0,038231	-0,026756	-0,005825	0,041423	0,060668	-0,012686	0,165031	-0,033575
2006	0,040951	-0,008154	-0,004622	0,044035	0,063438	0,000735	0,12582	-0,036422
2007	0,002498	-0,033078	-0,015077	0,012678	0,004063	-0,017375	0,058076	-0,058863
2008	-0,002772	-0,054408	-0,043108	0,010706	0,008926	0,003925	-0,005325	-0,090379
2009	0,01435	-0,057591	-0,042358	0,034036	0,02668	0,036342	0,032498	-0,100717
2010	0,019836	-0,060607	-0,043832	0,039873	0,027185	0,040034	0,030291	-0,094716
2011	0,022426	-0,06108	-0,041273	0,042966	0,024765	0,032532	0,034668	-0,091932
2012	0,027416	-0,06401	-0,031071	0,042041	0,051276	0,035742	0,040917	-0,093147
2013	0,037674	-0,070115	-0,014652	0,047467	0,048045	0,035122	0,055896	-0,090004
2014	0,038644	-0,072976	0,019397	0,025393	0,007013	-0,002762	0,03117	-0,062606
2015	0,037765	-0,062486	0,037155	0,014685	0,017234	-0,013388	0,035287	-0,064581
2016	0,04147	-0,076178	0,011355	0,012563	0,015787	-0,013996	0,015557	-0,054827

Apêndice B: Correlograma das variáveis explicativas em estudo

	(PROP)	(AUDIT)	(INVEST)	(REG)	(LEGAL)	(INFL)	(TAX)	(PIB)	<i>Bond yield 10 anos</i>	<i>Bond yield 5 anos</i>	<i>Bond yield spread</i>
Direitos de Propriedade (PROP)	1										
Força de Auditoria e Divulgação (AUDIT)	0,825	1									
Força de proteção ao Investidor (INVEST)	0,4465	0,4738	1								
Regulação dos Mercados de Capitais (REG)	0,8597	0,8363	0,4692	1							
Índice de Direitos Legais (LEGAL)	0,5502	0,6369	0,6432	0,4978	1						
Inflação (INFL)	-0,6504	-0,5714	-0,2111	-0,4852	-0,3225	1					
Taxa de Impostos Total (TAX)	-0,3298	-0,3908	-0,453	-0,3225	-0,4457	0,0202	1				
Crescimento do PIB (PIB)	-0,1416	-0,1229	0,0843	-0,0186	0,0798	0,2075	-0,1764	1			
<i>Bond yield 10 anos</i>	-0,3745	-0,3475	-0,1564	-0,298	-0,2418	0,5209	0,0514	0,0502	1		
<i>Bond yield 5 anos</i>	-0,4796	-0,4481	-0,2035	-0,3862	-0,3033	0,6603	0,0617	0,0604	0,6934	1	
<i>Bond yield spread</i>	-0,4419	-0,3981	-0,1912	-0,3261	-0,2759	0,5946	0,0381	0,1329	0,927	0,6066	1

Apêndice C: Valores médios de *Bond Yield* e *Bond Yield Spread* dos países em estudo.

id	Código	País	Índice	<i>Bond yield 10 anos</i>	<i>Bond yield 5 anos</i>	<i>Bond yield spread</i>
1	ARG	Argentina	MERVAL	7,709	8,091	6,640
2	AUS	Austrália	AOR - All ordinaries Index	3,972	3,505	2,225
3	BEL	Bélgica	BEL20	3,577	3,470	0,494
4	BRA	Brasil	IBOV	12,348	12,222	10,564
5	BGR	Bulgária	SOFIX	4,149		2,556
6	CAN	Canadá	TSX Composite Index	2,692	2,118	0,663
7	CHN	China	Shanghai Composite Index	3,619	3,248	1,576
8	CHL	Chile	IPSA Index	4,897	4,651	3,655
9	CZH	Rep Tcheca	PX Index	2,976	2,210	0,947
10	COL	Colômbia	COLCAP	3,987	2,100	2,656
11	EGY	Egito	EGY30	15,924	14,473	14,641
12	ESP	Espanha	IBEX	3,880	3,039	1,796
13	EST	Estônia	OMX Tallinn Index			
14	FIN	Finlândia	OMX Helsinki Index	2,089	1,214	0,348
15	FRA	França	CAC40	4,019	2,691	0,196
16	DEU	Alemanha	DAX30	1,947	1,014	0,122
17	GRC	Grécia	ATHEX Composite Index	9,034	7,789	8,207
18	HKG	Hong-Kong, S.A.R.	HSI - Hang Seng Index	1,872	1,233	0,123
19	HUN	Hungria	BUX Index - Hungary	6,512	6,179	4,685
20	IND	Índia	SENSEX30	8,025	8,044	6,768
21	IDN	Indonésia	Jakarta Composite Index	8,278	7,759	6,534
22	ISL	Islândia	OMX Iceland All Share Index	7,197	6,692	5,270
23	ISR	Israel	TA-100 Tel-Aviv Index	3,882	4,311	1,945
24	ITA	Itália	FTSE MIB Index	4,182	3,457	1,033
25	JOR	Jordânia	AMMANSE Index	6,744		5,667
26	JPN	Japão	NIKKEI225	1,000	0,471	-1,048
27	KOR	Coreia do Sul	KOSPI30	3,939	3,656	1,917
28	LTU	Lituânia	OMX Vilnius Index	4,777	4,122	2,749
29	LVA	Letônia	OMX Riga Index		1,773	
30	MYS	Malásia	Kuala Lumpur Composite Index	4,625	3,661	2,634
31	MEX	México	IPC Index	6,805	5,240	4,789
32	NLD	Holanda	AEX Index	4,005	3,355	0,087
33	NZL	Nova Zelândia	NZX50	4,341	3,748	2,613
34	NOR	Noruega	OSE All Share Index	2,744	2,202	0,952
35	PAK	Paquistão	KSE100	11,667	11,029	10,235
36	PHL	Filipinas	PSEi Index	5,219	4,484	3,611
37	PRT	Portugal	PSI Index	5,124	4,613	2,685
38	ROU	Romênia	BET Index	6,607	6,431	4,735
39	RUS	Rússia	MICEX	8,609	8,385	6,125
40	SVK	Eslováquia	SAX Index	3,043	2,775	1,048
41	SGP	Cingapura	Straits Times Index	2,177	1,181	0,430
42	SWE	Suécia	OMX Stockholm 30 Index	2,412	1,945	0,383
43	CHE	Suíça	Swiss Market Index	1,172		-0,703
44	TWN	Taiwan	TAIEX Index	1,320	0,922	0,131
45	THA	Tailândia	SET Index	4,042	3,206	1,251
46	TUR	Turquia	XU100	9,211	11,615	7,685
47	GBR	Grã-Bretanha	FTSE250	4,528	4,668	0,682
48	USA	Estados Unidos	DJIA	4,704	4,096	0,358