

Governança Corporativa e Eficiência de Mercado: Análise de Flutuações Destendenciadas Multifractais

Leandro Maciel

Departamento de Economia (DECON)
Escola Paulista de Política, Economia e Negócios (EPPEN)
Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Campus Osasco
E-mail: maciel.leandro@unifesp.br

Resumo

Esse trabalho examina empiricamente se a adoção de melhores práticas de governança corporativa por empresas brasileiras, isto é, se a migração do mercado básico para os níveis diferenciados da B3 resulta em uma maior eficiência de mercado na negociação de suas ações. Para tanto, considerou-se a análise de flutuações destendenciadas multifractais, metodologia que assume a natureza de fractais para séries temporais que apresentam comportamento complexo, não linear, e presença de memória longa, como é o caso de séries financeiras. Com base em uma amostra de 22 empresas, os resultados evidenciaram um aumento na eficiência de mercado das ações das firmas que passaram a ter seus papéis listados nos três níveis de governança da B3 (Nível 1, Nível 2, Novo Mercado), como um benefício da adoção de melhores práticas de governança, tais como uma maior transparência de informações. Tais resultados sugerem: para as firmas, uma maior liquidez e valorização de seus papéis; para investidores, maior precisão na precificação das ações com modelos que adotam a hipótese de eficiência de mercado; e para reguladores, informações adicionais para tomada de decisões que visam uma redução das distorções, aumento na liquidez e obtenção de uma alocação de recursos mais eficiente no mercado de capitais, sobretudo o brasileiro.

Palavras-chave: Governança corporativa, eficiência, MF-DFA, mercado de ações, B3.

Abstract

This paper examines empirically whether the adoption of better corporate governance practices by Brazilian companies, i.e whether the migration from traditional listing to B3 high-governance levels result in a greater market efficiency concerning their shares trading. Thus, multifractal detrended fluctuation analysis is used, a methodology that assumes the nature of fractals for time series with complex and nonlinear behavior, with presence of long memory, as observed in financial time series. Based on a sample of 22 companies, the results indicated an increase on the market efficiency of the companies shares that moved their listing to one of the three levels of B3 high-governance (Level 1, Level 2, and Novo Mercado), as a benefit from corporate governance practices, due to a greater information transparency. These findings suggest: for firms, greater liquidity and appreciation of their shares; for investors, greater precision for pricing these stocks using models under the efficient market hypothesis; and for regulators and governments, additional informations for decisions aimed at reducing distortions, improving liquidity and obtaining a more efficient resources allocation in the capital market, especially the Brazilian market.

Keywords: Corporate governance, efficiency, MF-DFA, stock markets, B3.

Área ANPEC: Área 8 - Microeconomia, Métodos Quantitativos e Finanças.

Classificação JEL: G34, G14, C40.

1. Introdução

Surgida na década de 1980, a governança corporativa apresenta-se como um mecanismo que visa amenizar ou eliminar o conflito de agência¹ entre gestores e acionistas, a fim de minimizar riscos e custos, e maximizar os resultados econômico-financeiros das empresas. A noção da necessidade de práticas de governança surge do aumento da complexidade das operações das companhias, o que demanda o emprego de especialistas para gerir as rotinas setoriais, possibilitando assim a obtenção de melhores resultados e, ao mesmo tempo, distanciando a propriedade e a gestão (Arruda et al., 2008). A expansão e modernização das firmas exigiram inclusive o incremento das formas de captação de recursos, sobretudo via abertura de capital, o que resultou em profundas mudanças na estrutura societária das empresas, que anteriormente era concentrada na figura de um proprietário-administrador, ou de um pequeno grupo de administradores, mas que agora é composta por diversos acionistas (Martin et al., 2004).

Segundo Silveira (2004), a governança corporativa pode ser definida como um sistema colaborativo em que as organizações são geridas, monitoradas e incentivadas a buscar o melhor para a empresa e seus *stakeholders* internos e externos. Para Andrade e Rosseti (2006), a governança corporativa possui quatro pilares: 1) transparência (*disclosure*): transparência das informações, sobretudo as de alta relevância, que impactam os negócios e que envolvem resultados; 2) equidade (*fairness*): senso de justiça, equidade no tratamento dos acionistas, e respeito aos direitos dos minoritários; 3) conformidade com as normas (*compliance*): cumprimento das normas reguladoras expressas nos estatutos, regimentos e emanadas pelas instituições legais do país; 4) prestação de contas (*accountability*): prestação responsável pelas contas, fundamentada nas melhores práticas contábeis e de auditoria.

Nos últimos anos, as discussões sobre a importância e os impactos das pesquisas sobre governança corporativa têm ganhado destaque, sobretudo após os escândalos corporativos nos Estados Unidos no início dos anos 2000 (Becht et al., 2002) e a recente crise financeira internacional das hipotecas *subprime* nos Estados Unidos, iniciada em 2008. Destaca-se, ainda, a adoção de iniciativas institucionais e governamentais visando contribuir para o aprimoramento das práticas de governança corporativa pelas empresas.

No Brasil, por exemplo, podemos destacar as seguintes medidas associadas ao incentivo de boas práticas de governança corporativa pelas firmas: i) a criação do Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC) em 1995; ii) a aprovação da Lei n. 10.303, de 31 de outubro de 2001, que alterou e acrescentou diversos dispositivos na Lei das Sociedades por Ações; iii) a criação de níveis diferenciados de governança corporativa pela B3, a Bolsa de Valores de São Paulo; iv) o estabelecimento de novas regras para fundos de pensão; v) a definição, pelo BNDDES, da adoção de práticas de governança corporativa como um dos requisitos preferenciais para a concessão de financiamentos; vi) e a proposição da cartilha de governança corporativa pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM).

O IBGC tinha o objetivo inicial de fortalecer a atuação dos conselhos de administração das empresas. Entretanto, questões de propriedade, diretoria, conselho fiscal e auditoria independente também passaram a ser tratadas pelo IBGC. Frente a essa importância e no intuito de auxiliar os investidores a diferenciar empresas que buscam preservar os interesses dos acionistas, em Junho de 2001 foram formalizados os segmentos especiais de governança corporativa na B3, Nível 1, Nível 2 e Novo Mercado, destinados à negociação de ações de empresas que se comprometem, voluntariamente, com a adoção de práticas diferenciadas de governança corporativa².

A classificação entre níveis se dá pela diferenciação quanto às características das ações emitidas, o percentual mínimo de ações em circulação, a distribuição pública de ações, a concessão de *tag along*, com regras próprias de adesão³. Os segmentos correspondem a níveis diferenciados de governança corporativa:

¹ A teoria da agência foi proposta por Jensen e Meckling (1976) e discute os conflitos entre os agentes que compõem o ambiente empresarial.

² Fazem parte também do segmento especial de listagem os níveis Bovespa Mais e Bovespa Mais Nível 2, idealizados para empresas que desejam acessar o mercado de ações de forma gradual. Esses segmentos têm como objetivo fomentar o crescimento de pequenas e médias empresas via mercado de capitais.

³ Os detalhes das exigências de cada segmento podem ser consultados no site da B3 em http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/solucoes-para-emissores/segmentos-de-listagem/sobre-segmentos-de-listagem/. Acesso em 22 de Junho de 2019.

o primeiro nível (N1) enfoca o *disclosure* e a liquidez das ações; o segundo (N2) obriga as empresas a adotarem práticas adicionais em relação aos direitos dos acionistas e ao conselho de administração; e o terceiro (Novo Mercado - NM) exige emissão exclusiva de ações com direito a voto. As práticas de governança exigidas em cada segmento diferenciado aumentam de acordo com os níveis, no sentido: N1, N2 e Novo Mercado.

Segundo a B3, a adesão das empresas aos níveis diferenciados de governança corporativa, além de fortalecer o mercado acionário enquanto alternativa de investimento, proporciona vários benefícios aos investidores e às próprias empresas. Para os investidores: maior precisão na precificação das ações, melhora do processo de fiscalização e acompanhamento, redução de riscos societários e riscos em geral. Para as empresas: melhora da imagem como instituição, maior liquidez e valorização para suas ações, e redução do custo de capital. Para o mercado de capitais: aumento da liquidez, emissões, e melhor canalização da poupança para capitalização das empresas. Por fim, para economia como um todo: empresas mais estáveis e competitivas, e dinamização das relações econômicas. Atualmente, 430 companhias têm ações negociadas na Bolsa de Valores brasileira, sendo 205 listadas nos níveis diferenciados de governança corporativa: 16 no Bovespa Mais; 2 no Bovespa Mais Nível 2; 141 no Novo Mercado; 19 no Nível 2; e 27 no Nível 1, segundo informações da B3⁴. Esse cenário evidencia o interesse das empresas em ter seus papéis listados em segmentos diferenciados de negociação.

Nesse contexto, é de fundamental importância analisar se a adoção dessas práticas, que acarreta em consideráveis custos, resulta em benefícios para as empresas, i.e. avaliar se melhores práticas de governança corporativa promovem, como se espera, em benefícios do ponto de vista de um melhor desempenho econômico-financeiro, na redução de riscos, e mesmo no aumento da eficiência do mercado acionário. O objetivo desse trabalho consiste em verificar se a adoção de melhores práticas de governança corporativa promove uma maior eficiência de mercado para as ações de companhias listadas nos níveis de mercado diferenciado da B3. Em teoria, com a implementação de medidas que visam uma maior transparência das informações e na redução dos conflitos de agência associados, por meio de uma gestão mais eficiente, decorrente do cumprimento dos requisitos de governança dos níveis diferenciados da B3, espera-se como benefício um aumento na eficiência de mercado dos papéis negociados.

A eficiência de mercado das ações das empresas listadas nos três diferentes níveis de governança corporativa da B3 é mensurada por meio da aplicação da análise de flutuações destendenciadas multifractais (*multifractal de-trended fluctuation analysis* - MF-DFA). Derivado da econofísica e proposto por Peng et al. (1994), o método DFA permite avaliar a natureza de estruturas fractais em séries temporais, adequado para modelar a dinâmica de processos estocásticos que apresentam distribuições com caudas pesadas, correlações de curto e longo prazos, mudanças de regime, e presença de memória longa ou multifractais (Shiri et al., 2012), como é o caso dos preços de ativos financeiros, sobretudo de ações. Ainda, a metodologia MF-DFA tem sido amplamente aplicada na literatura de finanças para examinar a hipótese de eficiência de mercado (Ali et al. 2018). A grande vantagem de tal abordagem é que ela permite ranquear, em termos do nível de eficiência informacional, diferentes mercados, assim como também identifica os respectivos níveis de ineficiência associados. Assim, a técnica de fractais, MF-DFA, é considerada para avaliar se há um aumento na eficiência de mercado das ações das empresas que passaram a ter seus papéis listados do mercado básico para os níveis diferenciados de governança da B3 (N1, N2 e Novo Mercado).

As principais contribuições desse artigo são: i) acrescentar à literatura de eficiência de mercado uma aplicação da análise de flutuações destendenciadas multifractais para as ações negociadas na B3. De acordo com o nosso conhecimento, trata-se de um estudo pioneiro considerando a técnica MF-DFA para o mercado acionário do Brasil; ii) considerar uma metodologia robusta ao estudo de eficiência de mercado no Brasil, como a MF-DFA, que permite, a partir da quantificação de expoentes múltiplos de escala, ranquear as ações em termos de eficiência; iii) relacionar, de forma também pioneira, governança corporativa e eficiência de mercado para as empresas listadas nos três níveis de listagem diferenciada da B3, o que permite mensurar se há impactos da adoção de melhores práticas de governança sobre o conteúdo informacional dos preços das

⁴ Essas informações estão disponíveis em http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/renda-variavel/empresas-listadas.htm. Acesso em 22 de Junho de 2019.

ações e, sobretudo, se são distintos nos três níveis da bolsa brasileira: N1, N2 e NM; e iv) trazer evidências empíricas dos resultados de melhores práticas de governança que possam auxiliar investidores em suas estratégias de gestão de ativos, assim como reguladores e governos para um melhor desenvolvimento do mercado de capitais no Brasil por meio de incentivos à governança corporativa⁵.

Após essa introdução, o texto está organizado como segue. A Seção 2 apresenta uma revisão da literatura acerca dos estudos que analisam a eficiência nos mercados de ações, sobretudo com a utilização da análise de flutuações destendenciadas multifractais. Em seguida, a metodologia compreende a Seção 3, em que é descrita a técnica de fractais MF-DFA, utilizada para mensurar a eficiência das ações das empresas antes e após a listagem nos níveis diferenciados da B3. Os resultados e as discussões compõem a Seção 4. Por fim, a Seção 5 apresenta as conclusões e sugere tópicos para pesquisa futura.

2. Revisão da literatura

A hipótese de eficiência de mercado (*Efficient Market Hypothesis* - EMH), desde sua proposição por Fama (1970, 1991), tem sido amplamente avaliada na literatura empírica de finanças, com destaque para a verificação de que os preços dos ativos seguem um processo de passeio aleatório (*random walk*). Sob tal hipótese, os retornos futuros dos ativos não podem ser preditos com base em informações históricas dos preços. Assim, um mercado é considerado eficiente, em sua forma fraca, se os preços refletem toda a informação histórica disponível publicamente (Fama, 1970). Contudo, a rejeição dessa hipótese (ou de passeio aleatório) não necessariamente indica que um mercado é ineficiente, em termos informacionais, o que caracteriza sua constante análise por acadêmicos e participantes de mercado, dada as implicações para a alocação de recursos nos mercados de capitais.

Apesar de inúmeros estudos testarem a hipótese de eficiência de mercado, ainda não há um consenso na literatura, dado que os resultados dependem das abordagens empíricas (mercados avaliados, frequência dos dados, períodos selecionados), dos modelos teóricos considerados, como também da heterogeneidade das inferências (para um mesmo conjunto de dados alguns métodos confirmam a EMH, enquanto que outros não). Por exemplo, a evidência da forma fraca de eficiência de mercado não foi rejeitada pela literatura para os mercados acionários dos seguintes países: Estados Unidos (Pesaran e Timmermann, 1995); Canadá (Alexeev e Tapon, 2011); Bulgária, República Checa, Eslováquia e Hungria (Hasanov e Osmay, 2007); Emirados Árabes Unidos (Marashdeh e Shrestha, 2008); Irã (Oskooe et al., 2010); Índia, Paquistão, Bangladesh, e Siri Lanka (Shahzad et al., 2018); Indonésia, Malásia, Singapura e Coréia do Sul (Rizvi e Arshad, 2014). Anagnostidis et al. (2016), para índices de diferentes mercados acionários da Europa no período de 2004 a 2014, apontam que padrões de reversão à média também são observados no período após a crise de 2008, enquanto que anteriormente as variações nos preços se adequam mais à hipótese de passeio aleatório.

Por outro lado, em outros estudos são apresentadas evidências empíricas que rejeitam a hipótese de eficiência de mercado, mesmo em sua forma fraca. Dentre esses, podemos citar o trabalho de Tabak (2003) que considera o mercado de ações brasileiro. Os resultados de Wang et al. (2015), por exemplo, indicam a rejeição da forma fraca de eficiência de mercado para diversos países asiáticos, tais como Japão, China, Hong Kong, Malásia, Singapura, e Tailândia. Conclusões similares também são atestadas para os mercados de ações da Espanha (Metghalchi et al., 2015), Blangladesh (Uddin e Kodha, 2009), e para os países do Conselho de Cooperação do Golfo (Jamaani e Roca, 2015).

Uma forma alternativa para testar a hipótese de eficiência de mercado, e amplamente considerada recentemente, consiste no método de análise de flutuações destendenciadas multifractais (*multifractal detrended fluctuation analysis* - MF-DFA). Os trabalhos de Cajueiro e Tabak (2004, 2005) e Di Matteo et

⁵ Cabe destacar que tal análise se mostra particular no mercado de ações do Brasil, dada sua estrutura de implementação de práticas de governança corporativa. Diferente de outras economias, como as norte-americanas e europeias, em que as empresas adotam de formas distintas suas práticas de governança, no Brasil, a existência de níveis diferenciados, por adesão, permite que possamos estudar características das firmas (como eficiência de mercado das ações e.g.) antes e após a adoção de condutas de governança, i.e. antes e depois da listagem de suas ações em níveis diferenciados, com exceção dos casos em que as empresas têm seus papéis negociados diretamente nos mercados diferenciados da B3.

al. (2005) são exemplos de aplicações de técnicas mono-fractais para ranquear e comparar a eficiência em mercados de capitais. Contudo, há evidências na literatura que atestam a inadequação de métodos fractais com apenas um expoente de escala (mono-fractais), pois podem resultar em inferências espúrias (Kwapien et al., 2005; Pasquini e Serva, 1999). Além de superar tal limitação, a análise destendenciada multifractais, proposta por Kantelhardt et al. (2002), MF-DFA, mostra-se portanto como um método flexível e eficiente para se testar propriedades multifractais (ou de memória longa) em séries temporais não-lineares (Mensi et al., 2017).

Estruturas multifractais não são capazes de serem identificadas por metodologias tradicionais, como em testes de razão de variância, não lineares como o BDS, ou de autocorrelação, por exemplo. Nesse sentido, como essa dinâmica é observada em séries temporais com caudas pesadas e com memória longa, como em preços de ativos financeiros, o campo da econofísica tem atestado as vantagens de se avaliar a eficiência de mercado em sua forma fraca em mercados acionários por meio da técnica MF-DFA (Arshad et al., 2016; Ali et al. 2018; Tiwari et al., 2019).

Para os países da Organização para Cooperação Islâmica, Arshad et al. (2016) utilizam a técnica multifractais MF-DFA para testar a hipótese de passeio aleatório nos mercados acionários, i.e. a forma fraca de eficiência. Os resultados mostraram que os mercados apresentaram um aumento na eficiência informacional ao longo do tempo. Sukpitak e Hengpunya (2016) também observaram essa relação na eficiência de mercado com base em métodos de análise de flutuações destendenciadas, mas para a Tailândia no período de 1975 a 2015.

Para o mercado norte-americano de ETFs (*exchange traded funds*), Tiwari et al. (2017) avaliaram a eficiência de diversos índices, onde foram apresentadas evidências empíricas de natureza de multifractais, e que a eficiência é variante no tempo, inclusive afetada negativamente pela crise das hipotecas *subprime*. Os efeitos da crise de 2008 sobre a redução da eficiência também são atestados para o mercado Islâmico de ações em Mensi et al. (2017).

Ali et al. (2018) analisam a eficiência dos mercados acionários de países islâmicos, tais como Jordânia, Malásia, Paquistão e Turquia com o método MF-DFA. Os autores atestam a evidência de estruturas multifractais nos retornos das ações dos respectivos mercados, assim como um aumento da eficiência de acordo com o tempo. Evidências similares também foram encontradas por Lin et al. (2011) para o mercado da China de acordo com análise de flutuações multifractais (MF-DFA). Combinando MF-DFA e modelos GARCH multivariados, Rizvi e Arshad (2017) mostram que há, também, uma tendência no aumento da eficiência do mercado de ações do Japão no período de 1990 a 2014.

Recentemente, Tiwari et al. (2019) avaliam a evidência de multifractais e a hipótese de eficiência de mercado para oito países desenvolvidos (Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Suíça, Reino Unido e Estados Unidos) e dois emergentes (Índia e África do Sul). Os resultados indicaram que os respectivos mercados acionários são de natureza multifractais e apresentam persistência de longo prazo. Além disso, o nível de eficiência em tais economias varia de acordo com o tempo, não rejeitando a hipótese de passeio aleatório no período.

O debate acerca da hipótese de eficiência de mercado, em sua forma fraca, ainda mostra-se em aberto na área de finanças, sobretudo quando técnicas de fronteira do conhecimento, como a análise de flutuações destendenciadas multifractais, são consideradas, uma vez que avaliam não só uma questão dicotômica, i.e. rejeita-se ou não a hipótese de eficiência, mas como também permitem mensurar os graus de eficiência associados. Análises como essa, inclusive, não são verificadas na literatura empírica para mercado de capitais do Brasil.

3. Análise de flutuações destendenciadas multifractais - MF-DFA

Para verificar se a adoção de melhores práticas de governança corporativa por companhias brasileiras resultou em uma maior eficiência de mercado de suas respectivas ações negociadas na B3, será considerado o método de análise de flutuações destendenciadas multifractais (MF-DFA). MF-DFA consiste em uma abordagem que permite ranquear a eficiência e, também, é capaz de identificar o nível de ineficiência nos preços de um ativo ou ação (Ali et al. 2018; Kantelhardt et al., 2002). Ainda, é utilizada para avaliar a

estacionariedade ou comportamento de passeio aleatório de uma série de tempo com base em expoentes de Hurst generalizados, que descrevem as dimensões de estruturas multifractais⁶. Conforme discutido por Cajueiro et al. (2004), os expoentes de Hurst estão relacionados com a previsibilidade de séries temporais. Nesse sentido, é possível analisar a hipótese de eficiência de mercado que, em sua forma fraca, atesta que os retornos dos preços seguem um comportamento de passeio aleatório, ou seja, são imprevisíveis.

A vantagem do método MF-DFA consiste em capturar, em uma abordagem flexível, as propriedades associadas à natureza de estruturas fractais, observadas, por exemplo, nos preços em mercados acionários, o que não se observa quando da utilização de modelos de movimento Browniano e processos GARCH (Arshad et al. 2016; Niere, 2013). Adicionalmente, considera a presença de memória longa (multifractais) em séries temporais não estacionárias, é capaz de evitar inferências espúrias em análise de correlações de longo prazo, e promove resultados mais acurados que, por exemplo, técnicas de escala R/S - *rescale range* (Zhuang et al., 2015)⁷.

De acordo com Kantelhardt et al. (2002), a metodologia da técnica MF-DFA é composta por uma sequência de cinco etapas, descritas a seguir.

Etapa 1: Para uma série temporal $\{x(i), i = 1, \dots, N\}$ com N observações, determinamos uma função que define seu “perfil” (Kantelhardt et al., 2002):

$$y(i) = \sum_{k=1}^i [x(k) - \bar{x}], \quad (1)$$

em que \bar{x} é a média amostral de x .

Etapa 2: O perfil $y(i)$ é então dividido em $N_s \equiv \text{int}(N/s)$ segmentos (janelas) não sobrepostos de mesmo tamanho s , sendo s conhecido também como parâmetro de escala.

Os intervalos obtidos podem não incluir algum segmento da série temporal do perfil gerada, uma vez que o tamanho da mesma pode não ser um múltiplo do parâmetro de escala s . Dessa forma, para evitar essa limitação, o mesmo processo de construção dos segmentos não sobrepostos também se dá ao iniciar o processo do extremo oposto da série temporal do perfil, $y(i)$, obtendo portanto um total de $2N_s$ janelas não sobrepostas (Tiwari et al., 2019; Bai e Zhu, 2010).

Etapa 3: Em cada um dos sub-intervalos gerados $\{v = 1, \dots, 2N_s\}$ é calculada a tendência local por meio de um ajuste por mínimos quadrados. Dessa forma, a série temporal destendenciada é obtida por meio da diferença entre seu valor atual e o respectivo valor estimado (tendência), ou seja:

$$y_s(i) = y[(v - N_s)s + 1] - y_v(i), \text{ para } v = 1, \dots, N_s, \quad (2)$$

e

$$y_s(i) = y[N - (v - N_s)s + 1] - y_v(i), \text{ para } v = N_s + 1, \dots, 2N_s, \quad (3)$$

onde y_v denota o polinômio estimado no v -ésimo segmento.

As respectivas variâncias são então estimadas como, para $v = 1, \dots, N_s$ e $v = N_s + 1, \dots, 2N_s$, respectivamente:

$$F^2(s, v) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \{y[(v - 1)s + i] - y_v(i)\}^2, \quad (4)$$

$$F^2(s, v) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \{y[N - (v - N_s)s + i] - y_v(i)\}^2. \quad (5)$$

⁶ Peters (1996) mostra que o comportamento do expoente de Hurst, que se trata de uma medida de autossimilaridade, reflete a estrutura de correlação em séries temporais, revelando características como (anti)persistência, reversão à média, aleatoriedade e ergodicidade.

⁷ A análise de estruturas fractais surgiu da observação da existência de formas assimétricas e de alta complexidade em fenômenos naturais, como um litoral recortado, flocos de neve, uma bola de papel amassado, uma nuvem ou um pinheiro (Santos, 2013). Nesse sentido, o desenvolvimento da geometria fractal por Benoit Mandelbrot permitiu o tratamento de objetos e dinâmicas complexas como fractais, incluindo o caso de séries temporais financeiras.

Etapa 4: A função de flutuações destendenciadas de ordem q , $F_q(s)$, é então obtida por meio do computo da média das variâncias em todos os sub-intervalos (segmentos):

$$F_q(s) = \left\{ \frac{1}{2N_s} \sum_{v=1}^{2N_s} [F^2(s, v)]^{q/2} \right\}^{1/q}. \quad (6)$$

A ordem q pode ser qualquer valor real, exceto zero. Para $q = 0$, $F_0(s)$ não pode ser determinada diretamente, o que requer a aplicação de aproximação por média logarítmica. Para $q = 2$, o método consiste na tradicional técnica de análise de flutuações destendenciadas (DFA).

Etapa 5: Por fim, para cada valor de q , a relação geométrica de $F_q(s)$, de acordo com o parâmetro de escala s , em escala log-log, é analisada para se determinar a dinâmica da escala associada a função de flutuações. Se a série temporal $x(i)$ é correlacionada no longo prazo de acordo com a lei de potência de Hurst, $F_q(s)$ cresce com o aumento de s , isto é, $F_q(s) \sim s^{h(q)}$.

O expoente de Hurst, $H (\equiv h(2))$, é generalizado a partir dos expoentes de escala $h(q)$ e traz informações acerca do comportamento de uma série temporal (Ali et al., 2018). Se $h(q)$ não depende de q , a série é monofractal, caso contrário, multifractal. Além disso, se $0 < h(q) < 0,5$ ($0,5 < h(q) < 1$) a série temporal apresenta dinâmica anti-persistente ou correlação negativa (persistência ou correlação positiva), estando essa medida, por exemplo, associada com o nível de ineficiência de um mercado. No caso em que $h(q) = 0,5$, o processo estocástico corresponde a um movimento geométrico Browniano não correlacionado, ou seja, indicativo da não rejeição da hipótese de eficiência de mercado em sua forma fraca.

Por fim, para determinar o nível de ineficiência de um mercado, consideraremos a medida de deficiência de mercado (*market deficiency measure* - MDM) (Tiwari et al., 2019; Ali et al. 2018; Mensi et al., 2017):

$$\text{MDM} = \frac{1}{2} (|h(q_{min}) - 0,5| + |h(q_{max}) - 0,5|), \quad (7)$$

em que q_{min} e q_{max} são os valores mínimo e máximos utilizados na determinação da função de flutuação em (6), i.e. relacionados às maiores e menores flutuações, respectivamente.

Na hipótese de mercado eficiente na forma fraca (passeio aleatório), a função $h(q)$, para diferentes valores de q , é igual a 0,5. Nesse sentido, de acordo com a medida MDM em (7), um mercado é dito eficiente quando MDM é próximo de zero; por outro lado, um maior valor de MDM indica um mercado menos eficiente. Essa métrica permite ranquear as séries em termos de eficiência, como também avaliar se, para as firmas da B3, após terem as ações listadas nos níveis diferenciados e, portanto, com a adoção de melhores práticas de governança, são observados benefícios de uma maior transparência de informações em termos de eficiência de mercado.

4. Análise empírica

4.1 Base de dados

A base de dados é composta por diferentes empresas que atualmente têm seus papéis listados nos três níveis de governança corporativa do mercado de ações brasileiro: Nível 1 (N1), Nível 2 (N2) e Novo Mercado (NM). Como objetiva-se verificar se após a listagem diferenciada, i.e. após a adoção de melhores práticas de governança requisitadas por cada nível, os retornos das ações são mais eficientes, considerou-se apenas as empresas que realizaram algum tipo de transição do nível básico (mercado tradicional) para os níveis N1, N2 e NM. Ou seja, desconsiderou-se firmas que fizeram seu IPO (*initial public offerings*) diretamente nos níveis de governança, uma vez que não temos informações acerca dos preços das ações antes da adoção dos requisitos de governança da B3.

Para cada empresa, portanto, foram coletados dados diários dos preços de fechamento das respectivas ações para uma janela temporal que inclui os períodos anterior e posterior a transição do mercado básico para um dos níveis diferenciados, em uma mesma proporção, de forma que tenhamos um mesmo número de

observações antes e depois da transição⁸. A escolha do tamanho (número de dados) dessas janelas consiste em uma questão não trivial, de forma que se optou, nesse trabalho, por selecionar apenas as empresas que apresentavam no mínimo 756 observações de preços antes, e 756 dados de preços depois da transição para um dos níveis de governança, totalizando um mínimo de 1.512 dados⁹. No caso de firmas que apresentavam uma disponibilidade de dados superior a 3 anos, selecionou-se um máximo de 5 anos de dados, ou seja, 1.260 dados antes e depois, em um total de 2.520 observações de preço de fechamento. Contudo, em todos os casos, manteve-se sempre um número igual de observações antes e depois das migrações. A Tabela 1 apresenta a descrição da base de dados, de acordo com o seguimento de listagem atual das empresas.

Tabela 1. Descrição da base de dados, composta por empresas com ações negociadas nos diferentes níveis de governança corporativa na B3 (N1, N2 e NM) e que realizaram a transição de listagem do nível básico para os respectivos segmentos atuais. São apresentadas as datas de transição, assim como as datas de início e término das amostras de dados selecionadas. # obs. corresponde ao número total de dados coletados. ON, PN e PNA indicam, respectivamente, ações ordinárias, preferenciais e preferenciais classe A.

Empresa	Ticker	Tipo ação	Segmento	Transição	Início amostra	Final amostra	# obs.
<i>Painel A: empresas atualmente listadas no Nível 1 (N1)</i>							
Bradesco	BBDC4	ON	Bancos	26/6/01	22/5/96	19/7/06	2.520
Cemig	CMIG3	ON	Energia Elétrica	17/10/01	29/8/96	9/11/06	2.520
Cesp	CESP3	ON	Energia Elétrica	28/7/06	30/4/01	10/2/12	2.520
Copel	CPLE3	ON	Energia Elétrica	7/5/08	18/3/03	30/9/13	2.520
Usiminas	USIM3	ON	Siderurgia	11/10/07	18/1/01	14/11/12	2.520
Eletrobrás	ELET3	ON	Energia Elétrica	29/9/06	5/9/01	8/11/11	2.520
Gerdau Met.	GOAU4	PN	Siderurgia	25/6/03	21/5/98	24/7/08	2.520
Pão de Açúcar	PCAR4	PN	Alimentos	29/4/03	19/2/98	29/5/08	2.520
Gerdau	GGBR4	PN	Siderurgia	26/6/01	15/5/96	19/7/06	2.520
ItaúUnibanco	ITUB4	PN	Bancos	26/6/01	24/5/96	19/7/06	2.520
Itausa	ITSA4	PN	Bancos	26/6/01	21/5/96	19/7/06	2.520
Randon	RAPT4	PN	Rodoviário	26/6/01	11/3/96	27/10/06	2.520
<i>Painel B: empresas atualmente listadas no Nível 2 (N2)</i>							
Celesc	CLSC4	PN	Energia Elétrica	26/6/02	20/5/97	19/7/07	2.520
Taurus	FJTA4	PN	Armas e Munições	7/7/11	30/5/06	11/8/16	2.520
Saraiva	SLED4	PN	Consumo Cíclico	7/4/06	15/3/00	5/5/10	2.006
Marcopolo	POMO4	PN	Rodoviário	3/9/02	5/6/96	26/9/07	2.520
<i>Painel C: empresas atualmente listadas no Novo Mercado (NM)</i>							
Banco Brasil	BBAS3	ON	Bancos	28/6/06	30/5/01	3/8/11	2.520
Tupy	TUPY3	ON	Rodoviário	17/10/13	6/2/08	23/11/18	2.520
Tim	TIMP3	ON	Telecomunicações	3/8/11	27/6/06	2/9/16	2.520
Embraer	EMBR3	ON	Aeronáutica	5/6/06	10/5/01	12/7/11	2.520
Engie	EGIE3	ON	Energia Elétrica	16/11/05	18/10/00	22/12/10	2.520
Sabesp	SBSP3	ON	Água e Saneamento	24/4/02	14/3/97	17/5/07	2.520

A amostra final é composta, portanto, por 12, 4 e 6 firmas que atualmente estão listadas nos níveis N1, N2 e NM de governança da B3, respectivamente, compondo um total de 22 empresas (ver Tabela 1). Para cada firma temos uma data de transição distinta do nível básico para os níveis diferenciados, o que resulta em janelas amostrais diferentes para a maioria dos casos¹⁰. Pode-se perceber que as firmas são de diferentes setores de atividade da economia e, para quase totalidade dos casos, a amostra é composta por 2.520 observações, ou seja, 1.260 informações diárias de preços antes e 1.260 depois da adoção de melhores

⁸ Todos os dados foram coletados no *Economática*.

⁹ O que corresponde a uma amostra mínima de um total de 6 anos de dados (3 anos antes da migração e 3 anos depois), considerando 252 dias úteis em um ano.

¹⁰ Os dados de transição foram coletados no sítio da B3: http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/solucoes-para-emissores/segmentos-de-listagem/sobre-segmentos-de-listagem/. Acesso em: 6 de Abril de 2019

práticas de governança corporativa, com exceção da Saraiva, que apresenta uma base com um total de 2.006 dados (1.003 dados antes e 1.003 dados depois da migração).

4.2 Resultados

A análise empírica consistiu inicialmente em calcular os respectivos retornos diários dos preços de fechamento, capitalizados continuamente, ou seja, $r_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$, em que P_t é o preço de fechamento em t .

Com base nas séries de retornos, calculou-se os expoentes de Hurst generalizados utilizando técnica MF-DFA para as respectivas ações nos períodos anterior e posterior da transição do mercado básico para os níveis diferenciados de governança corporativa da bolsa brasileira¹¹. As Tabelas 2-4 apresentam os expoentes de Hurst estimados, $h(q)$, para q variando de -4 a 4 , para as empresas que fizeram a transição do mercado básico para os níveis N1, N2 e NM de governança, respectivamente¹².

Tabela 2. Expoentes de Hurst generalizados, $h(q)$, com q variando de -4 a 4 , calculados com base na metodologia MF-DFA para os retornos dos preços das empresas que realizam a transição de listagem do nível básico para o Nível 1 (N1) de governança corporativa da B3. Os resultados foram computados para os períodos anterior e posterior a transição para o nível diferenciado, considerando uma janela de dados (observações) de mesmo tamanho para cada período.

q	$h(q)$											
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
	Bradesco		Cemig		Cesp		Copel		Usiminas		Eletrobras	
-4	0,7819	0,6531	0,6227	0,5894	0,7377	0,8273	0,5343	0,7313	0,7786	0,6705	0,6439	0,5935
-3	0,7286	0,6324	0,5983	0,5706	0,7083	0,8069	0,5095	0,7058	0,7463	0,6425	0,6244	0,5537
-2	0,6585	0,6054	0,5675	0,5524	0,6732	0,7820	0,4843	0,6779	0,7067	0,6145	0,6006	0,5031
-1	0,5778	0,5685	0,5259	0,5343	0,6273	0,7474	0,4574	0,6447	0,6574	0,5916	0,5703	0,4411
0	0,5033	0,5245	0,4755	0,5179	0,5698	0,6952	0,4312	0,5990	0,6002	0,5825	0,5369	0,3777
1	0,4346	0,4755	0,4190	0,5025	0,4986	0,6037	0,4058	0,5185	0,5279	0,5753	0,5031	0,3160
2	0,3766	0,4283	0,3664	0,4887	0,4264	0,4942	0,3830	0,4083	0,4434	0,5566	0,4740	0,2609
3	0,3234	0,3798	0,3156	0,4741	0,3568	0,3998	0,3592	0,3029	0,3505	0,5252	0,4461	0,2060
4	0,2886	0,3449	0,2814	0,4621	0,3141	0,3514	0,3400	0,2538	0,2933	0,4964	0,4258	0,1678
	Gerdau Met.		Pão de Açúcar		Gerdau		ItaúUnibanco		Itausa		Randon	
-4	0,7855	0,6769	0,7200	0,6103	0,8085	0,5795	0,6376	0,6808	0,7116	0,6058	0,7290	0,7054
-3	0,7532	0,6455	0,6905	0,5870	0,7761	0,5575	0,6001	0,6361	0,6773	0,5918	0,6897	0,6865
-2	0,7173	0,6093	0,6553	0,5621	0,7365	0,5334	0,5531	0,5946	0,6398	0,5753	0,6476	0,6620
-1	0,6796	0,5704	0,6127	0,5341	0,6878	0,5062	0,4957	0,5564	0,5958	0,5537	0,6016	0,6270
0	0,6497	0,5360	0,5641	0,5056	0,6337	0,4790	0,4339	0,5179	0,5388	0,5267	0,5540	0,5809
1	0,6253	0,5067	0,4996	0,4770	0,5743	0,4529	0,3690	0,4703	0,4601	0,4936	0,5019	0,5228
2	0,5958	0,4834	0,4182	0,4515	0,5181	0,4305	0,3092	0,4158	0,3790	0,4593	0,4495	0,4613
3	0,5576	0,4616	0,3297	0,4261	0,4645	0,4087	0,2507	0,3530	0,3057	0,4229	0,3929	0,3948
4	0,5291	0,4456	0,2778	0,4073	0,4296	0,3923	0,2104	0,3071	0,2639	0,3966	0,3511	0,3475

Independente se a empresa tem suas ações listadas no N1, N2 ou NM, os resultados das Tabelas 2-4 mostram que há uma moderada variação dos expoentes de Hurst, $h(q)$, de acordo com a variação de q de -4 para 4 . Em linha com a literatura, essa variação indica a evidência de estruturas multifractais das empresas avaliadas, tanto antes quanto depois da transição do mercado básico para os respectivos níveis de governança da B3.

¹¹ Todas os experimentos foram implementados em MatLab.

¹² Assim como na literatura, foram considerados os limites -4 a 4 para q , uma vez que o objetivo é avaliar as variações de $h(q)$ de acordo com mudanças em q (Tiwari et al., 2019; Ali et al., 2018; Arshad et al., 2016, Kantelhardt et al., 2002).

Tabela 3. Expoentes de Hurst generalizados, $h(q)$, com q variando de -4 a 4, calculados com base na metodologia MF-DFA para os retornos dos preços das empresas que realizam a transição de listagem do nível básico para o Nível 2 (N2) de governança corporativa da B3. Os resultados foram computados para os períodos anterior e posterior a transição para o nível diferenciado, considerando uma janela de dados (observações) de mesmo tamanho para cada período.

q	$h(q)$							
	Antes		Depois		Antes		Depois	
	Celesc		Taurus		Saraiva		Marcopolo	
-4	0,6489	0,6444	0,9096	0,8261	0,7832	0,7085	1,9941	1,7024
-3	0,6301	0,6094	0,8805	0,7992	0,7489	0,6796	1,9525	1,6585
-2	0,6066	0,5743	0,8479	0,7666	0,7007	0,6453	1,8759	1,5955
-1	0,5734	0,5406	0,8116	0,7229	0,6368	0,6070	1,7380	1,5194
0	0,5281	0,5116	0,7684	0,6665	0,5667	0,5726	1,5544	1,4502
1	0,4642	0,4834	0,7018	0,5966	0,4864	0,5360	1,3450	1,3588
2	0,3884	0,4543	0,6227	0,5291	0,3994	0,4910	1,1939	1,2779
3	0,3068	0,4184	0,5397	0,4665	0,3092	0,4328	1,1061	1,2214
4	0,2550	0,3872	0,4864	0,4270	0,2539	0,3865	1,0686	1,1928

Tabela 4. Expoentes de Hurst generalizados, $h(q)$, com q variando de -4 a 4, calculados com base na metodologia MF-DFA para os retornos dos preços das empresas que realizam a transição de listagem do nível básico para o nível Novo Mercado (NM) de governança corporativa da B3. Os resultados foram computados para os períodos anterior e posterior a transição para o nível diferenciado, considerando uma janela de dados (observações) de mesmo tamanho para cada período.

q	$h(q)$											
	Antes		Depois		Antes		Depois		Antes		Depois	
	Banco Brasil		Tupy		Tim		Embraer		Engie		Sabesp	
-4	0,6377	0,7545	0,9934	0,6190	0,6773	0,6184	0,7045	0,7654	0,7724	0,6207	0,7576	0,5965
-3	0,6098	0,7227	0,9328	0,5826	0,6461	0,5918	0,6808	0,7302	0,7371	0,5886	0,7305	0,5720
-2	0,5772	0,6873	0,8417	0,5469	0,6060	0,5631	0,6547	0,6860	0,6864	0,5485	0,7007	0,5441
-1	0,5370	0,6497	0,7351	0,5126	0,5520	0,5304	0,6251	0,6305	0,6158	0,4977	0,6628	0,5130
0	0,4938	0,6154	0,6435	0,4814	0,4843	0,4962	0,5920	0,5664	0,5381	0,4415	0,6093	0,4849
1	0,4508	0,5760	0,5540	0,4502	0,3982	0,4611	0,5467	0,4890	0,4626	0,3833	0,5232	0,4610
2	0,4138	0,5214	0,4615	0,4201	0,3086	0,4292	0,4882	0,4098	0,3996	0,3309	0,4167	0,4412
3	0,3780	0,4507	0,3725	0,3870	0,2243	0,3967	0,4243	0,3350	0,3434	0,2793	0,3137	0,4203
4	0,3517	0,3995	0,3247	0,3609	0,1758	0,3720	0,3843	0,2910	0,3071	0,2423	0,2600	0,4031

Para as empresas do Nível 1, Nível 2 e Novo Mercado, as que apresentaram estruturas multifractais mais evidentes (mais “fortes”, com maiores valores de $h(q)$), antes da transição, foram, respectivamente: Gerdau Met., Marcopolo e Tupy (ver Tabelas 2-4). Para maiores valores de $h(q)$, maior é a evidência de estruturas multifractais (presença de memória longa). Para os períodos após a transição, i.e. com o aumento das práticas de governança, a maior evidência de estruturas multifractais são observadas para a Cesp, Marcopolo, e Embraer, listadas atualmente nos níveis N1, N2, e NM, respectivamente. Tais resultados evidenciam que, em todo os períodos considerados, e para todas firmas, são observadas evidências de estruturas multifractais nas séries de retornos dos preços, de forma que a força dessas estruturas varia de acordo com o tempo e dentre as empresas, aspecto esse que está relacionado com a eficiência dos mercados, que será discutido posteriormente de acordo com a medida do nível de deficiência - MDM.

Adicionalmente, tanto antes quanto depois da transição do mercado básico para os níveis diferenciados (N1, N2 e NM), os resultados das Tabelas 2-4 trazem evidências de persistência de longo prazo nas respectivas séries de retornos, caracterizada por $h(q) > 0,5$, o que viola a hipótese de eficiência de mercado em sua forma fraca, i.e. os retornos apresentam memória longa e, portanto, não seguem o comportamento de

um processo de passeio aleatório¹³. Nos demais casos, os processos apresentam reversão à média no longo prazo, i.e. $h(q) < 0,5$.

Em resumo, os resultados observados nas Tabelas 2-4 indicam que há evidências empíricas de estruturas multifractais nos retornos das empresas que passaram a ter seus papéis listados do mercado básico para os níveis N1, N2 e NM de governança da B3. Além disso, para a maioria dos valores de q , os retornos são persistentes no longo prazo. Essas evidências implicam que os investidores são capazes de prever os respectivos retornos e realizarem ganhos anormais por meio de operações de arbitragem, mesmo no mercado diferenciado da B3, i.e. mesmo com a adoção de melhores práticas de governança pelas empresas brasileiras.

Para confirmar a estrutura de fractais dos retornos das ações das empresas consideradas nesse trabalho, realizou-se uma análise gráfica da relação entre o tamanho do parâmetro de escala (s) e a ordem da função de flutuação, em uma escala log-log. Para não tornar a discussão exaustiva, as respectivas figuras são apresentadas no Apêndice A. Os resultados são similares para as empresas atualmente listadas no N1, N2 e NM, antes e após a transição do mercado básico para níveis de maior governança. Observou-se que a inclinação das funções dos expoentes de Hurst é positiva (i.e. depende do parâmetro de escala s), o que confirma, segundo a lei de potência de Hurst, discutida na Seção 3, a evidência de estruturas multifractais nas séries dos retornos dos preços, mesmo quando melhores práticas de governança corporativa são adotadas pelas firmas. A função $h(q)$ exibe uma tendência crescente conforme o tamanho dos segmentos, s , aumenta, o que implica que os segmentos menores podem distinguir períodos locais de maior e menor volatilidade (Tiwari et al., 2019).

Mesmo com a não evidência da hipótese de passeio aleatório, a técnica MF-DFA, por meio da medida de deficiência MDM - Eq. (8) na Seção 3, permite ranquear os ativos em termos de eficiência e, com isso, verificar se a implementação de melhores práticas de governança reflete em um maior nível de eficiência informacional nos respectivos mercados de ações (maior eficiência de mercado). A Tabela 5 apresenta os valores da métrica MDM calculados com base nos dados dos retornos para os períodos anterior e posterior à transição da listagem das ações do nível básico para os respectivos níveis diferenciados de governança da B3 (N1, N2, e NM).

Para valores de MDM iguais a zero, caracterizamos um mercado eficiente (expoente de Hurst, $h(q)$, não varia de acordo com q). Similarmente, quanto maior o valor de MDM, menor é a eficiência do mercado (Mansi et al., 2017). Os resultados da Tabela 5 evidenciam que a eficiência, para todas as companhias, mudou ao longo do tempo, i.e. o MDM antes da transição difere dos valores calculados com dados do período posterior à listagem diferenciada. Em 77,27% dos casos, os mercados de ações das firmas brasileiras tornaram-se mais eficientes no período posterior da transição do mercado básico para os respectivos níveis de governança corporativa. Esse resultado indica que a adoção de melhores práticas de governança corporativa é capaz de promover uma maior eficiência de mercado nas negociações das respectivas ações, como um resultado da implementação de medidas que objetivam melhorar a disponibilidade de informações aos acionistas acerca das operações das firmas. Esse padrão é verificado independente do nível diferenciado atual de listagem das empresas, N1, N2, e NM - Tabela 5.

Por outro lado, são excessões a essa regra os casos das ações da Cesp, Copel, e Eletrobrás, que fizeram a transição para o Nível 1, assim como para os papéis do Banco do Brasil e da Embraer, que têm ações hoje listadas no Novo Mercado (ver Tabela 5). Para todas essas companhias, há um aumento no indicador MDM após a listagem diferenciada, i.e. após a adoção de melhores práticas de governança se reduz a eficiência dos mercados acionários das firmas, indo de encontro ao resultado esperado da implementação de medidas que objetivam uma maior transparência de informações. Em contrapartida, uma característica comum desses casos é que, para todas essas empresas, o período de dados da amostra posterior a transição engloba a crise de 2008. Como esse momento é caracterizado por um aumento considerável na volatilidade dos retornos e nas instabilidades dos mercados acionários, esse cenário se refletiu em uma redução na eficiência. Esse resultado vai em linha com a literatura acerca dos efeitos negativos de crises financeiras sobre a eficiência informacional nos mercados de ações, fenômeno capturado inclusive quando a técnica

¹³ Em um passeio aleatório, $h(q) = 0,5$.

MF-DFA é considerada (Ali et al., 2018; Mensi et al., 2017).

Tabela 5. Níveis de deficiência de mercado (MDM - *market deficiency measure*) das ações das empresas calculados para os períodos anterior e posterior ao momento em que realizam a transição de listagem do nível básico para os respectivos níveis de governança corporativa da B3 (N1, N2 e NM). As companhias em negrito indicam os casos em que o indicador MDM, para uma mesma firma, é menor no período posterior a migração para o segmento diferenciado de governança, indicando um aumento na eficiência de mercado.

Empresa	N1		Empresa	N2		Empresa	NM	
	Antes	Depois		Antes	Depois		Antes	Depois
Bradesco	0,2466	0,1541	Celesc	0,1970	0,1286	Banco Brasil	0,1430	0,1775
Cemig	0,1707	0,0637	Taurus	0,2116	0,1995	Tupy	0,3343	0,1290
Cesp	0,2118	0,2379	Saraiva	0,2647	0,1610	Tim	0,2508	0,1232
Copel	0,0972	0,2388	Marcopolo	1,0313	0,9476	Embraer	0,1601	0,2372
Usiminas	0,2426	0,0871	-	-	-	Engie	0,2327	0,1892
Eletrobrás	0,1090	0,2129	-	-	-	Sabesp	0,2488	0,0967
Gerdau Met.	0,1573	0,1156	-	-	-	-	-	-
Pão de Açúcar	0,2211	0,1015	-	-	-	-	-	-
Gerdau	0,1894	0,0936	-	-	-	-	-	-
ItaúUnibanco	0,2136	0,1869	-	-	-	-	-	-
Itausa	0,2238	0,1046	-	-	-	-	-	-
Randon	0,1890	0,1789	-	-	-	-	-	-

Para as empresas que apresentaram uma maior eficiência após a transição para os níveis de listagem diferenciada, a variação no MDM, i.e. os ganhos de eficiência, diferem entre as firmas e dentre os segmentos de governança. Nesse sentido, para as companhias que migraram para os níveis N1, N2, e NM, a medida MDM reduziu em uma média de aproximadamente 41%, 22% e 48%, respectivamente. Portanto, percebe-se que um maior ganho de eficiência médio é observado para as empresas que passaram a ter seus papéis negociados no Novo Mercado, o que pode estar associado às exigências da B3, que são maiores para esse segmento.

Por fim, a Tabela 6 apresenta o ranqueamento de todas as empresas consideradas nesse estudo, em termos de eficiência, para os períodos anterior e posterior às transições do mercado tradicional para os respectivos níveis diferenciados da B3 (N1, N2 e NM). O ranqueamento considera as empresas mais eficientes (menor MDM) para as menos eficientes (maior MDM). Considerando o período de negociação das ações no mercado tradicional da B3, dentre as empresas avaliadas, a Copel mostrou-se a mais eficiente, (MDM = 0,0972), enquanto a Marcopolo a menos eficiente (MDM = 1,0313). Quando da negociação dos papéis em níveis diferenciados, o ranqueamento das firmas, em termos de eficiência, se altera significativamente. Nesse cenário, a Cemig passa a ser a empresa mais eficiente (MDM = 0,0637) e a Marcopolo continua sendo a com menor nível de eficiência (MDM = 0,9476). Contudo, em ambos os períodos, anterior e posterior da migração, empresas do setor de Energia Elétrica apresentam, no geral, os melhores níveis de eficiência de mercado.

Adicionalmente, cabe destacar que os resultados da Tabela 6 não nos permite identificar nenhum tipo de padrão acerca dos efeitos da governança sobre a eficiência informacional nos mercados de ações de acordo com o segmento em que as empresas passaram a ser listadas (N1, N2 e NM), como também com o setor de atividade econômica ao qual as firmas se inserem. Esse resultado decorre do fato das firmas realizarem a transição em diferentes períodos, de forma que uma avaliação precisa requer o caso em que a migração ocorresse na mesma data para todas as empresas e, portanto, a medida MDM fosse calculada para amostras de um mesmo período, considerando um mesmo contexto sistêmico.

Tabela 6. Ranqueamento, em termos de deficiência de mercado - MDM, do mercado mais eficiente (menor MDM) para o mercado menos eficiente (maior MDM), das empresas com ações negociadas na B3 nos períodos anterior e posterior ao momento em que realizaram suas migrações de listagem do nível básico (tradicional) para os respectivos níveis de governança corporativa da B3 (N1, N2 e NM).

Antes				Depois			
Empresa	MDM	Nível	Segmento	Empresa	MDM	Nível	Segmento
Copel	0,0972	N1	Energia Elétrica	Cemig	0,0637	N1	Energia Elétrica
Eletrobras	0,1090	N1	Energia Elétrica	Usiminas	0,0871	N1	Siderurgia
Banco Brasil	0,1430	NM	Bancos	Gerdau	0,0936	N1	Siderurgia
Gerdau Met.	0,1573	N1	Siderurgia	Sabesp	0,0967	NM	Água e Saneamento
Embraer	0,1601	NM	Aeronáutica	Pão de Açúcar	0,1015	N1	Alimentos
Cemig	0,1707	N1	Energia Elétrica	Itausa	0,1046	N1	Bancos
Randon	0,1890	N1	Material Rodoviário	Gerdau Met.	0,1156	N1	Siderurgia
Gerdau	0,1894	N1	Siderurgia	Tim	0,1232	NM	Telecomunicações
Celesc	0,1970	N2	Energia Elétrica	Celesc	0,1286	N2	Energia Elétrica
Taurus	0,2116	N2	Armas e Munições	Tupy	0,1290	NM	Material Rodoviário
Cesp	0,2118	N1	Energia Elétrica	Bradesco	0,1541	N1	Bancos
ItaúUnibanco	0,2136	N1	Bancos	Saraiva	0,1610	N2	Consumo Cíclico
Pão de Açúcar	0,2211	N1	Alimentos	Banco Brasil	0,1775	NM	Bancos
Itausa	0,2238	N1	Bancos	Randon	0,1789	N1	Material Rodoviário
Engie	0,2327	NM	Energia Elétrica	ItaúUnibanco	0,1869	N1	Bancos
Usiminas	0,2426	N1	Siderurgia	Engie	0,1892	NM	Energia Elétrica
Bradesco	0,2466	N1	Bancos	Taurus	0,1995	N2	Armas e Munições
Sabesp	0,2488	NM	Água e Saneamento	Eletrobras	0,2129	N1	Energia Elétrica
Tim	0,2508	NM	Telecomunicações	Embraer	0,2372	NM	Aeronáutica
Saraiva	0,2647	N2	Consumo Cíclico	Cesp	0,2379	N1	Energia Elétrica
Tupy	0,3343	NM	Material Rodoviário	Copel	0,2388	N1	Energia Elétrica
Marcopolo	1,0313	N2	Material Rodoviário	Marcopolo	0,9476	N2	Material Rodoviário

5. Conclusão

Esse trabalho avaliou se as empresas que fizeram a transição do mercado básico (tradicional) para os níveis diferenciados da B3, Nível 1 (N1), Nível 2 (N2) e Novo Mercado (NM), verificaram um aumento na eficiência de mercado na negociação de suas ações, com base no uso da técnica de análise de flutuações destendenciadas multifractais (MF-DFA). Os resultados indicaram que a eficiência das empresas mudou ao longo do tempo e, para 78% das 22 empresas analisadas, verificou-se um aumento na eficiência de mercado das respectivas ações após a migração do segmento tradicional de listagem para os níveis diferenciados de governança corporativa da B3 (N1, N2 e NM).

As implicações práticas de tais resultados para os participantes de mercado são significativas, uma vez que indicam, por exemplo, que empresas listadas nos níveis de governança apresentam uma maior eficiência informacional nos preços e, com isso, revela uma potencial melhor adequação de técnicas de análise que assumem como pressuposto a hipótese de eficiência de mercado, como o *capital asset pricing model* (CAPM) e a moderna teoria de carteiras de Markowitz. Além disso, novas evidências acerca dos benefícios da governança corporativa para o mercado de ações do Brasil são apresentadas, o que incentiva a promoção de tais medidas por reguladores e governos. De uma forma geral, do ponto de vista da formação de capital e alocação de recursos, a implementação de melhores práticas de governança, ao resultar em ganhos de eficiência, implica em fator fundamental para o desenvolvimento dos mercados de capitais e, com isso, das economias. Trabalhos futuros incluem a avaliação dos resultados de metodologias que assumem a hipótese de eficiência em sua forma fraca para empresas com melhores práticas de governança, assim como a comparação da eficiência utilizando a técnica de fractais MF-DFA entre empresas listadas no mercado tradicional com as negociadas nos segmentos de governança para um mesmo período de tempo.

Referências bibliográficas

- ANAGNOSTIDIS, P., VARSAKELIS, C., & EMMANOUILIDES, C. J. Has the 2008 financial crisis affected stock market efficiency? The case of Eurozone. **Physica A**, Vol. 447, p. 116-128, 2016.
- ANDRADE, A. & ROSSETTI, J. P. **Governança corporativa: Fundamentos, desenvolvimentos e tendências**. 2 Ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- ALEXEEV, V. & TAPON, F. Testing weak form efficiency on the Toronto Stock Exchange. **Journal of Empirical Finance**, Vol. 18, No. 4, p. 661-691, 2011.
- ALI, S., SHAHZAD, S. J. H., RAZA, N., & AL-YAHYAE, K. H. Stock market efficiency: A comparative analysis of Islamic and conventional stock markets. **Physica A**, Vol. 503, p. 139-153, 2018.
- ARRUDA, G. S., MADRUGA, S. R., & FREITAS JÚNIOR, N. I. A governança corporativa e a teoria da agência em consonância com a controladoria. **Revista de Administração da UFSM**, Vol. 1, No. 1, p. 71-84, 2008.
- ARSHAD, S., RIZVI, S. A. R., & GHANI, G. M. Investigating stock market efficiency: A look at OIC member countries. **Research in International Business and Finance**, Vol. 36, p. 402-413, 2016.
- BAI, M. Y. & ZHU, H. B. Power law and multiscaling properties of the Chinese stock market. **Physica A**, Vol. 389, No. 9, p. 1883-1890, 2010.
- BECHT, M., BOLTON, P., & RÖELL, A. Corporate governance and control. **ECGI Finance Working Paper**, No. 02, 2002.
- CAJUEIRO, D. O. & TABAK, B. M. The Hurst exponent over time: Testing the assertion that emerging markets are becoming more efficient. **Physica A**, Vol. 336, No. 3, p. 521-537, 2004.
- CAJUEIRO, D. O. & TABAK, B. M. Testing for time-varying long-range dependence in volatility for emerging markets. **Physica A**, Vol. 346, No. 3, p. 577-588, 2005.
- DI MATTEO, T., ASTE, T., & DACOROGNA, M. M. Long-term memories of developed and emerging markets: Using the scaling analysis to characterize their stage of development. **Journal of Banking and Finance**, Vol. 29, No. 4, p. 827-851, 2005.
- FAMA, E. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. **Journal of Finance**, Vol. 25, No. 2, p. 383-417, 1970.
- FAMA, E. Efficient capital markets: II. **Journal of Finance**, Vol. 46, No. 5, p. 1575-1617, 1991.
- HASANOV, M. & OMA, T. Are the transition stock markets efficient? Evidence from non-linear unit root tests. Research and Monetary Policy Department, Central Bank of the Republic of Turkey, Vol. 7, No. 2, p. 1-12, 2007.
- JAMAANI, F. & ROCA, E. Are the regional Gulf stock markets weak-form efficient as single stock markets and as a regional stock market? **Research in International Business and Finance**, Vol. 33, p. 221-246, 2015.
- JENSEN, M. C. & MECKLING, W. H. Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. **Journal of Financial Economics**, Vol. 3, No. 4, p. 305-360, 1976.
- KANTELHARDT, J. W., ZSCHIEGNER, S., KOSCIELNY-BUNDE, E., BUNDE, A., HAVLIN, S., & STANLEY, E. Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, Vol. 316, No. 1-4, p. 87-114, 2002.
- KWAPIEN, J., OSWIE, P., & DROZDZ, S. Multifractality in the stock market: Price increments versus waiting times. **Physica A**, Vol. 347, p. 626-638, 2005.
- LIN, X., FEI, F., & WANG, Y. Analysis of the efficiency of the Shanghai stock market: A volatility perspective. **Physica A**, Vol. 390, No. 20, p. 3486-3495, 2011.

- MARASHDEH, H. & SHRESTHA, M. B. Efficiency in emerging markets - Evidence from the Emirates securities market. **European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences**, Vol. 12, p. 143-150, 2008.
- MARTIN, N. C., SANTOS, L. R., & DIAS FILHO, J. M. Governança empresarial, riscos e controles internos: A emergência de um novo modelo de controladoria. **Revista Contabilidade e Finanças**, Vol. 15, No. 34, p. 7-22, 2004.
- MENSI, W., TIWARI, A. K., & YOON, S-M. Global financial crisis and weak-form efficiency of Islamic setorial markets: An MF-DFA analysis. **Physica A**, Vol. 471, p. 135-146, 2017.
- METGHALCHI, M., CHEN, C. P., & HAYES, L. A. History of share prices and market efficiency of the Madrid general stock index. **International Review of Financial Analysis**, Vol. 40, p. 178-184, 2015.
- NIERE, H. M. A multifractality measure of of stock market efficiency in Asian region. **European Journal of Business Management**, Vol. 5, No. 2, p. 13-20, 2013.
- OSKOOE, S. A. O., LI, H., & SHAMSAVARI, A. The random walk hypothesis in emerging stock market. **International Research in Finance and Economics**, Vol. 50, p. 51-61, 2010.
- PASQUINI, M & SERVA, M. Multiscale behaviour of volatility autocorrelations in a financial market. **Economic Letters**, Vol. 6, No. 3, p. 275-279, 1999.
- PENG, C. K., BULDYREV, S. V., HAVLIN, S., SIMONS, M., STANLEY, H. E., & GOLDBERGER, A. L. Mosaic organization of DNA nucleotides. **Physical Review E**, Vol. 49, No. 2, p. 1685-1689, 1994.
- PESARAN, M. H. & TIMMERMANN, A. G. Predictability of stock returns: Robustness and economic significance. **Journal of Finance**, Vol. 50, No. 4, p. 1202-1228, 1995.
- PETERS, E. E. **Chaos and Order in the Capital Markets**. 2 Ed. New view of Cycles, Prices, and Market Volatility, 1996. 336 p.
- RIZVI, S. A. R. & ARSHAD, S. Investigating the efficiency of East Asian stock markets through booms and busts. **Pacific Science Review**, Vol. 16, No. 4, p. 275-279, 2014.
- RIZVI, S. A. R. & ARSHAD, S. Analysis of the efficiency-integration nexus of Japanese stock market. **Physica A**, Vol. 470, p. 296-308, 2017.
- SANTOS, A. G. **Estrutura fractal em séries temporais: Uma investigação quanto à hipótese de passeio aleatório no mercado à vista de commodities agrícolas brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas). Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2013.
- SHAHZAD, S. J. H., ZAKARIA, M., ALI, S., & RAZA, N. Market efficiency and asymmetric relationship between south asian stock markets: An empirical analysis. **Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences**, Vol. 9, No. 3, p. 875-889, 2015.
- SHIRI, Y., TOKHMECHI, B., ZAREI, Z., & KONESHLOO, M. Multifractality nature and multifractal detrended fluctuation analysis of well logging data. **International Research Journal of Geology and Mining**, Vol. 2, No. 6, p. 148-154, 2012.
- SILVEIRA, A. D. M. **Governança corporativa e estrutura de propriedade: Determinantes e relação com o desempenho das empresas no Brasil**. Tese (Doutorado em Administração). Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- SUKPITAK, J. & HENGPUNYA, V. Efficiency of Thai stock markets: Detrended fluctuation analysis. **Physica A**, Vol. 458, p. 204-209, 2016.
- TABAK, B. M. The random walk hypothesis and the behaviour of foreign capital portfolio flows: The Brazilian stock market case. **Applied Financial Economics**, Vol. 13, No. 5, p. 369-378, 2003.

TIWARI, A. K., ALBULESCU, C. T., & YOON, S-M. A multifractal detrended fluctuation analysis of financial market efficiency: Comparison using Dow Jones sector ETF indices. **Physica A**, Vol. 483, p. 182-192, 2017.

TIWARI, A. K., AYE, G. C., & GUPTA, R. Stock market efficiency analysis using long spans of data: A multifractal detrended fluctuation approach. **Finance Research Letters**, Vol. 28, p. 398-411, 2019.

UDDIN, M. G. & KHODA, A. K. M. N. An empirical examination of random walk hypothesis for Dhaka stock exchange: Evidence from pharmaceutical sector of Bangladesh. **International Research Journal of Finance and Economics**, Vol. 33, p. 87-100, 2009.

WANG, J., ZHANG, D., & ZHANG, J. Mean reversion in stock prices of seven Asian stock markets: Unit root test and stationary test with Fourier functions. **International Review of Economics & Finance**, Vol. 37, p. 157-164, 2015.

ZHUANG, X., WEI, Y., & MA, F. Multifractality, efficiency analysis of Chinese stock market and its cross-correlation with WTI crude oil price. **Physica A**, Vol. 430, p. 101-113, 2015.

Apêndice A. Funções de flutuações destendenciadas multifractais

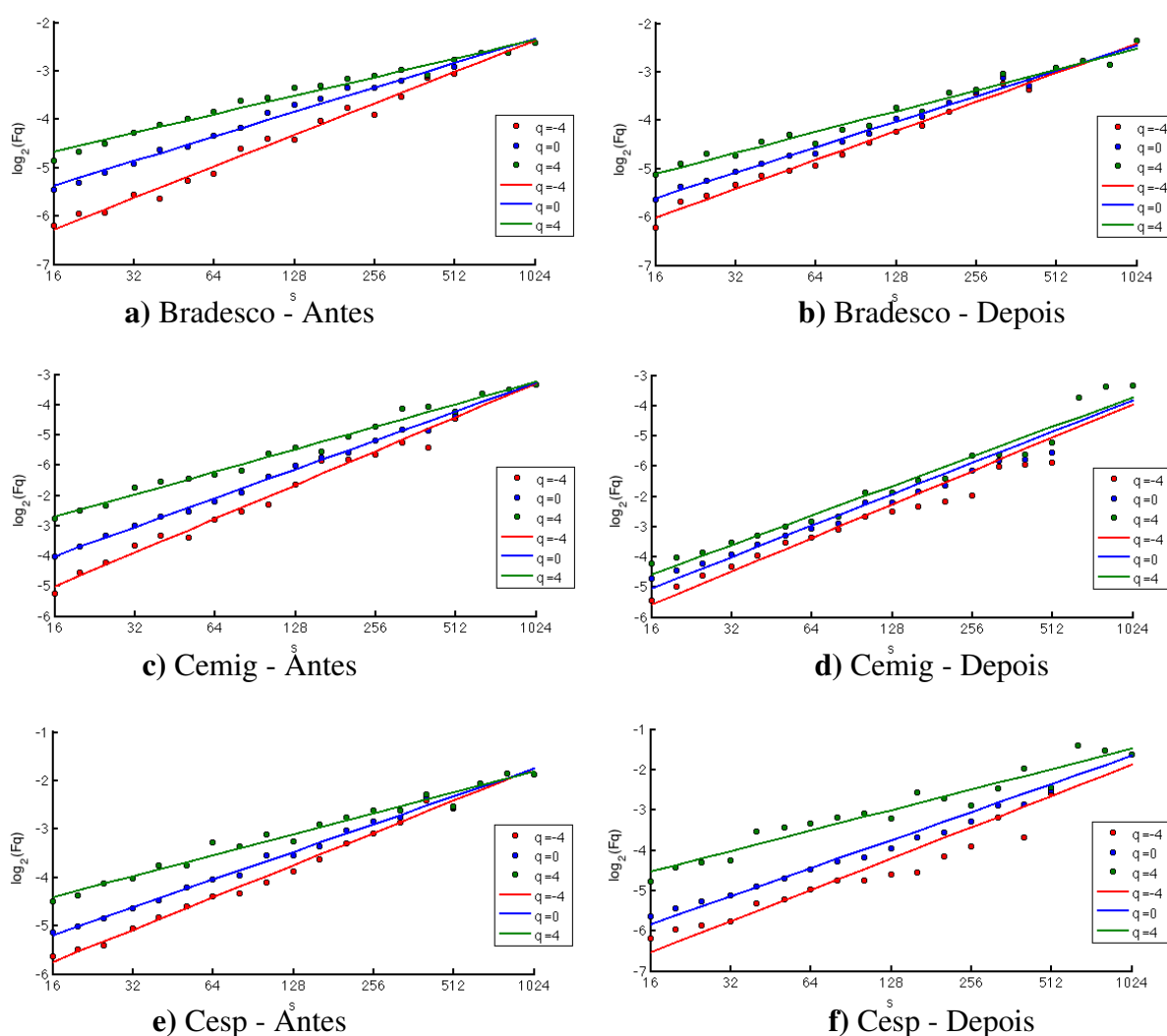


Figura 1A. Comportamento da função de flutuação, $F(q)$, de acordo com o componente de escala, s , para as séries dos retornos de preços das empresas nos períodos antes e depois da transição do nível básico para o Nível 1 de governança corporativa da B3.

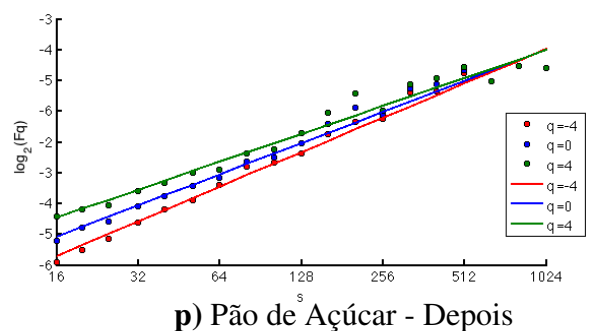
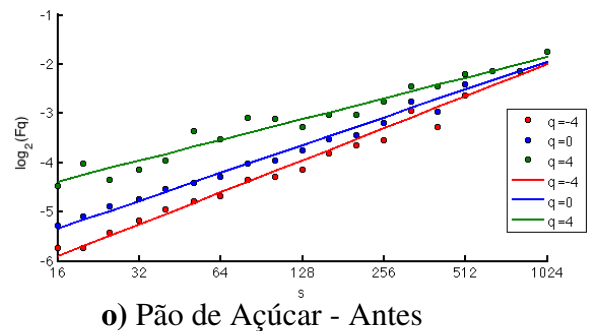
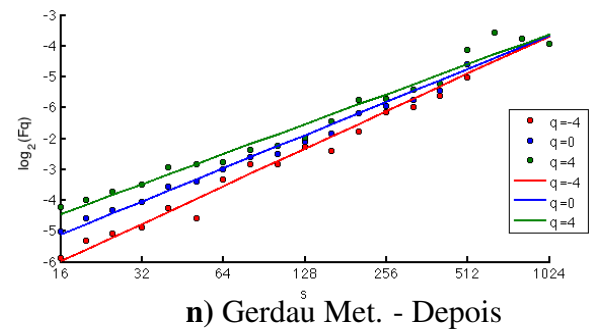
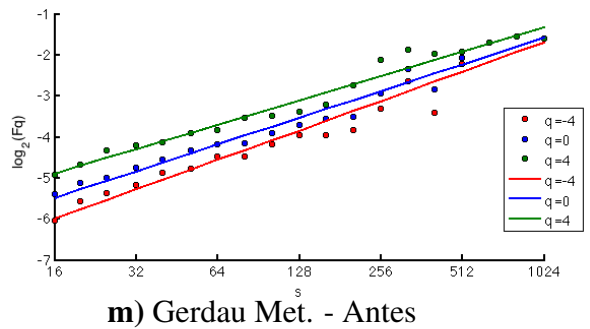
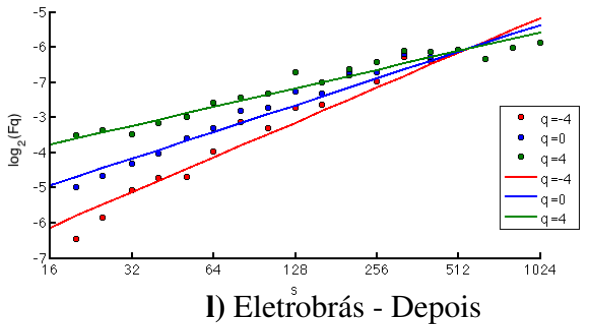
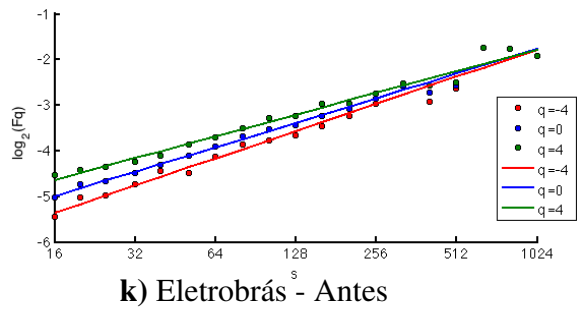
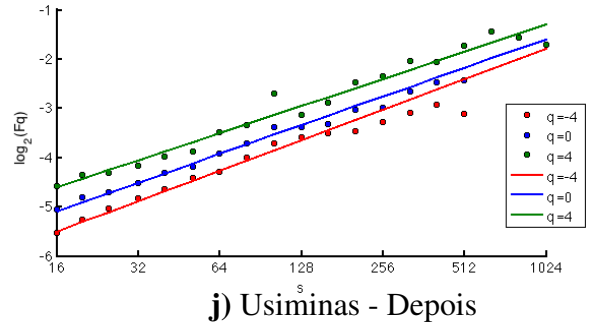
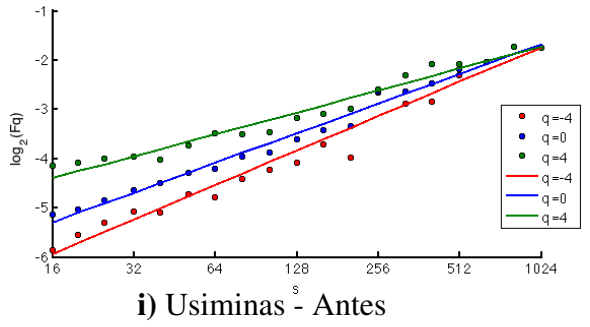
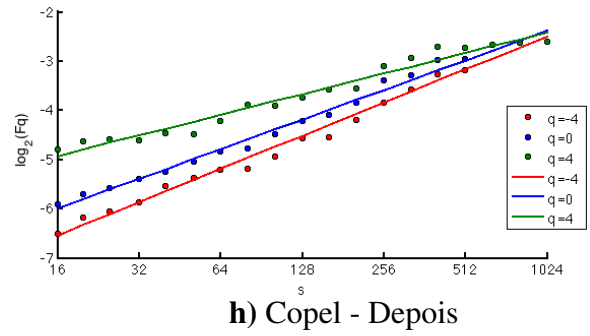
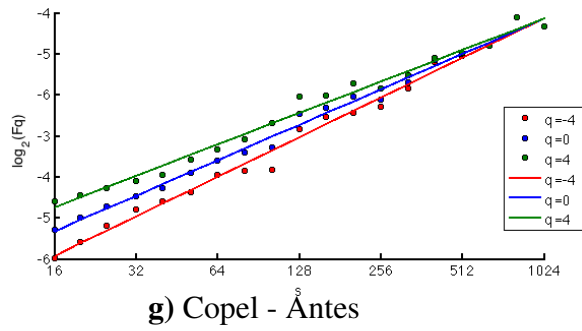


Figura 1A. Continuação.

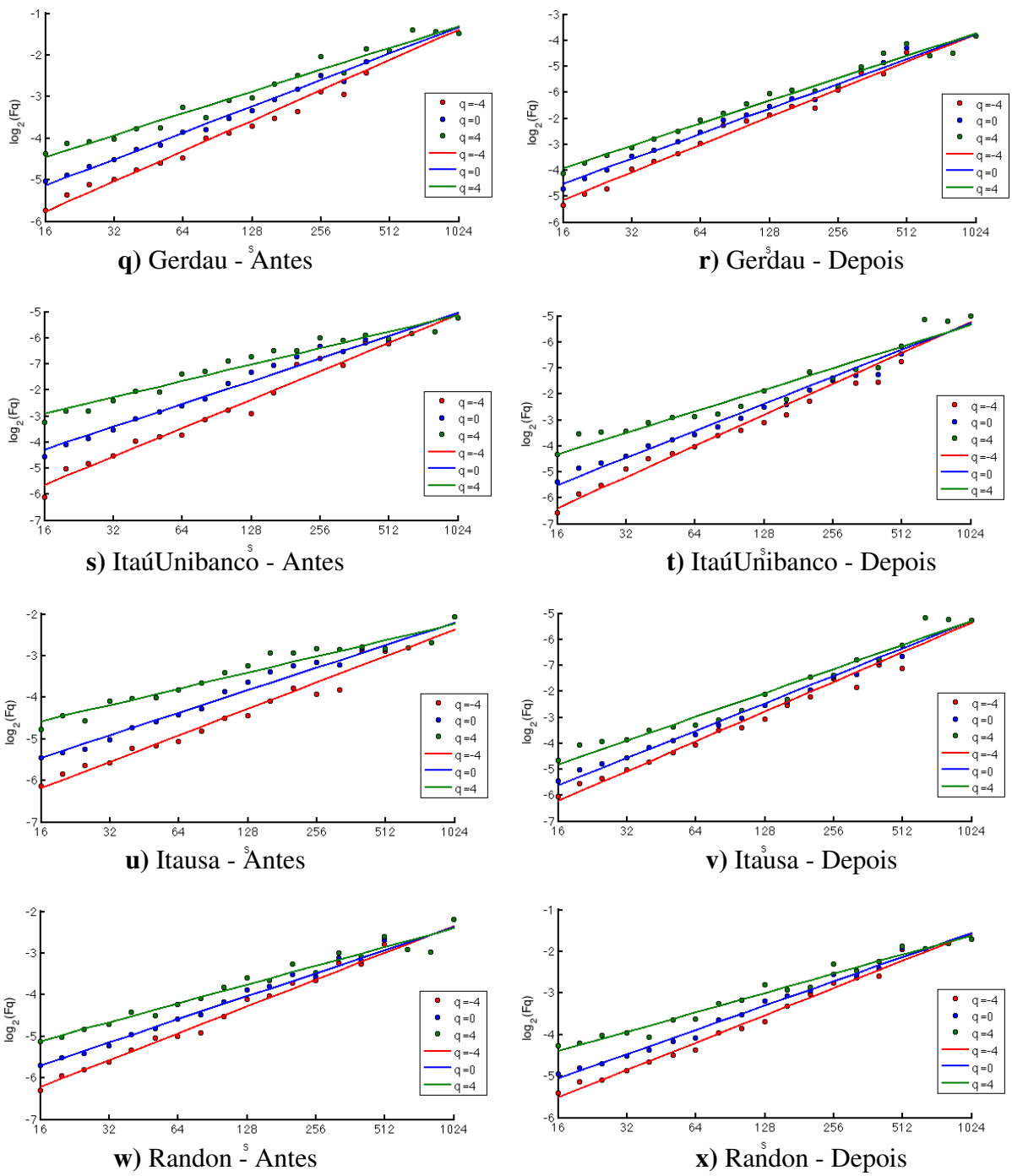


Figura 1A. Continuação.

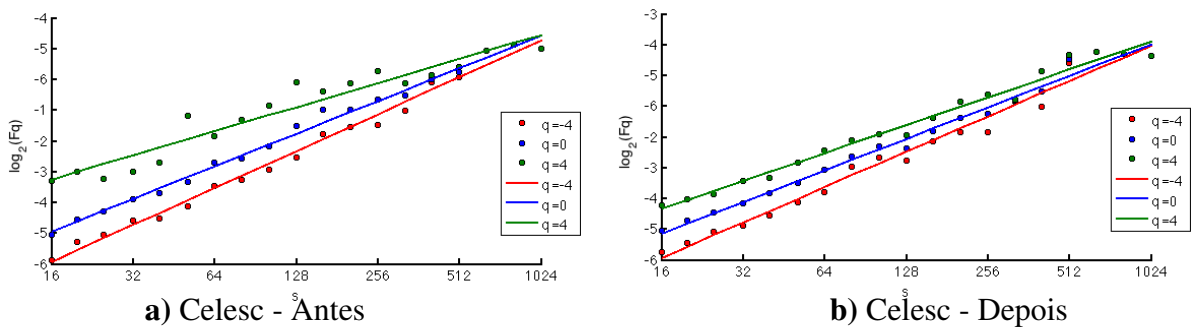


Figura 2A. Comportamento da função de flutuação, $F(q)$, de acordo com o componente de escala, s , para as séries dos retornos de preços das empresas nos períodos antes e depois da transição do nível básico para o Nível 2 de governança corporativa da B3.

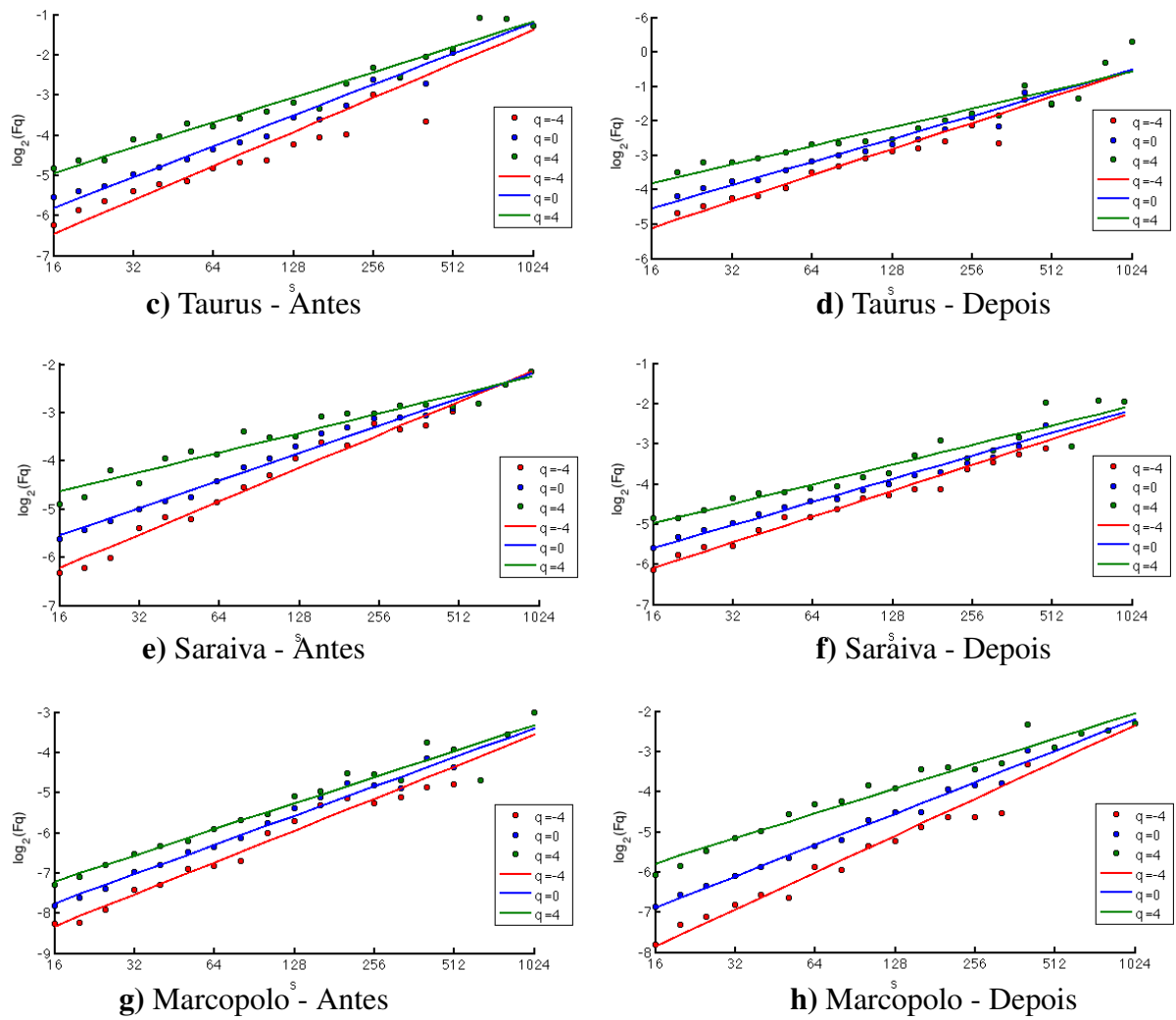


Figura 2A. Continuação.

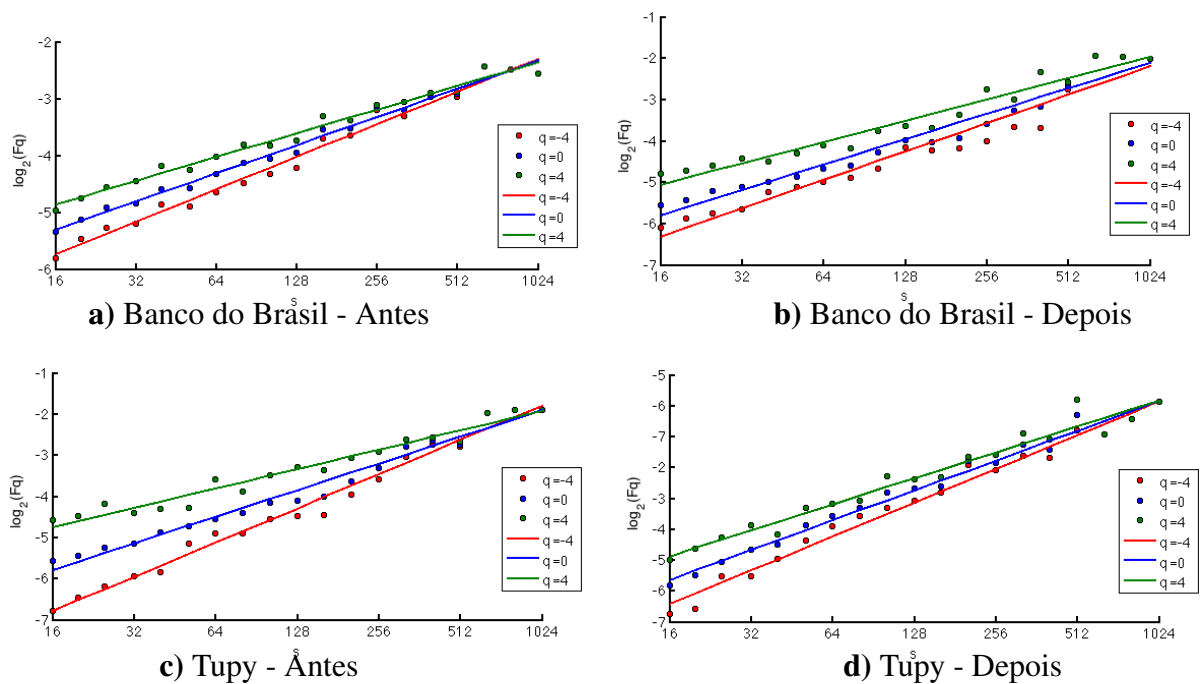
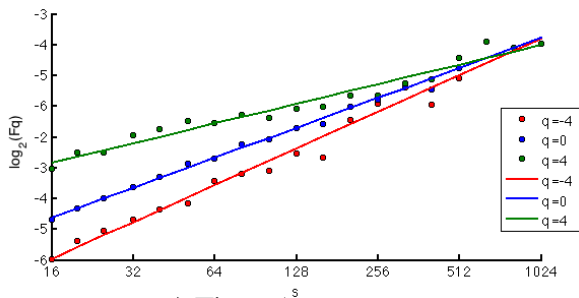
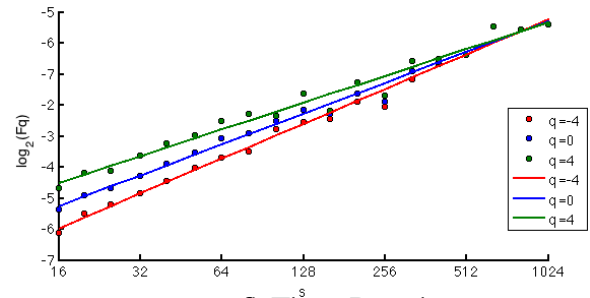


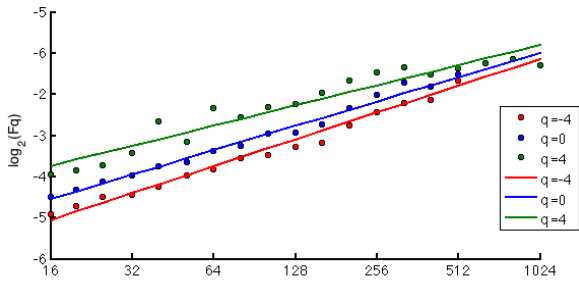
Figura 3A. Comportamento da função de flutuação, $F(q)$, de acordo com o componente de escala, s , para as séries dos retornos de preços das empresas nos períodos antes e depois da transição do nível básico para o segmento do Novo Mercado de governança corporativa da B3.



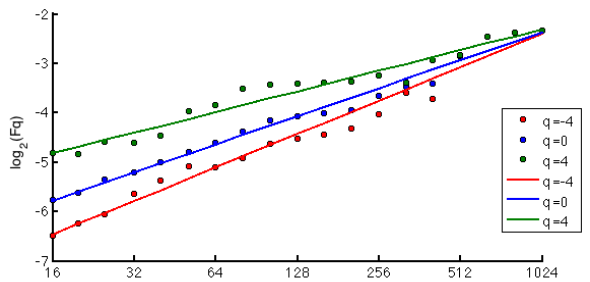
e) Tim - Antes



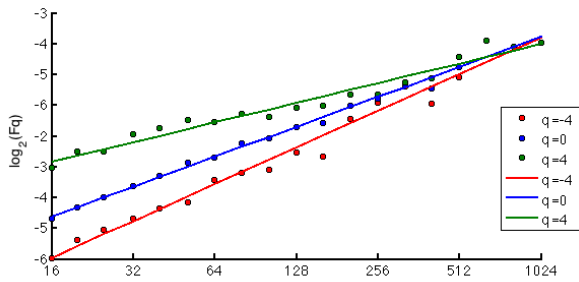
f) Tim - Depois



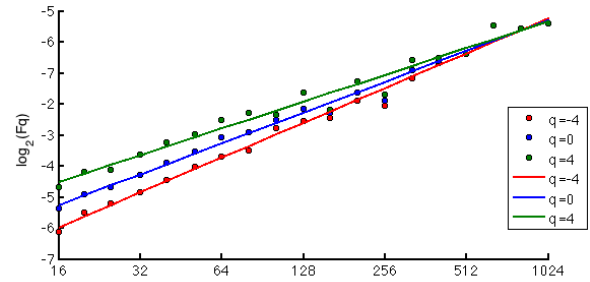
g) Embraer - Antes



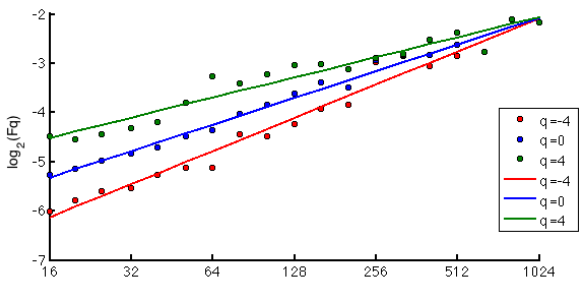
h) Embraer - Depois



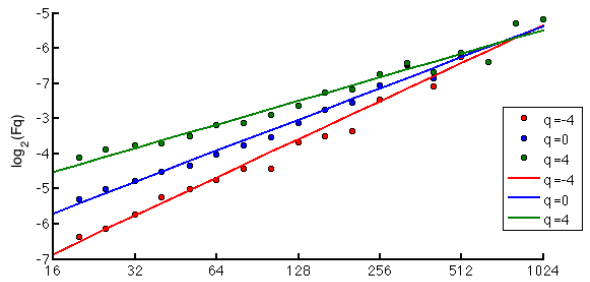
i) Tim - Antes



j) Tim - Depois



k) Engie - Antes



l) Engie - Depois

Figura 3A. Continuação.