Variação temporal na eficiência de mercado: Evidências empíricas para os índices setoriais da B3 (2016-2024)

Eduardo Ataide dos Santos[†, a]
Edson Zambon Monte[‡, a]

[a]Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Resumo Este estudo investiga a variação temporal do grau de (in)eficiência do mercado acionário brasileiro por meio da análise da persistência de longo prazo nos retornos e nas volatilidades de sete índices setoriais da B3 no período de janeiro de 2016 a julho de 2024. Utiliza-se a estimação semi-paramétrica do parâmetro de integração fracionária pelo método de Geweke e Porter-Hudak (GPH), combinada com procedimentos de rolling window e testes de quebras estruturais de Bai e Perron. Os resultados indicam que os retornos apresentam predominantemente comportamento de memória curta, consistente com a forma fraca da Hipótese de Mercados Eficientes. Em contraste, as volatilidades exibem memória longa temporária durante o auge da pandemia da COVID-19, seguida por gradual redução da persistência. As evidências são compatíveis com as Hipóteses dos Mercados Fractais e Adaptativos, sugerindo que choques sistêmicos afetam temporariamente a dinâmica da eficiência, sem provocar alterações estruturais permanentes.

Palavras-chave: Eficiência de mercado; Memória longa; Integração fracionária; Volatilidade; B3.

Códigos JEL: C22, G10, G14.

1. Introdução

A Hipótese de Mercados Eficientes (HME), formulada por Fama (1970), constitui um dos pilares centrais da moderna teoria financeira ao postular que os preços dos ativos incorporam, de forma rápida e não enviesada, toda a informação disponível. Sob essa perspectiva, não seria possível obter retornos anormais de maneira sistemática com base em informações passadas ou

Como citar: Santos, E.A. & Monte, E.Z. (2026). Variação temporal na eficiência de mercado: Evidências empíricas para os índices setoriais da B3 (2016-2024). *Revista Brasileira de Finanças*, *24*, e202603. https://doi.org/10.12660/rbfin.v24n1.2026.97549
Submetido em 16 de fevereiro de 2026. Publicado *on-line* em 6 de março de 2026.
Editor responsável: Bruno Giovannetti.
[†]eduardoataidesan@gmail.com
[‡]edson.monte@ufes.br

2026 – Os Autores, sob uma licença Creative Commons Attribution 4.0 International.

públicas, implicando que os preços seguem um comportamento compatível com a Hipótese do Passeio Aleatório. Essa concepção exerceu influência duradoura tanto sobre a literatura acadêmica quanto sobre práticas de mercado, especialmente no desenvolvimento de modelos de precificação, estratégias de investimento passivo e arcabouços regulatórios.

Apesar de sua relevância, evidências empíricas acumuladas ao longo das últimas décadas têm sugerido que a eficiência de mercado pode não se verificar de forma plena e constante no tempo (Fama, 1991; Malkiel, 2003). Em particular, a presença de autocorrelações persistentes, clusters de volatilidade e dependência de longo prazo em séries financeiras desafia a ideia de que os preços se ajustam instantaneamente a choques informacionais. Esse conjunto de evidências abriu espaço para abordagens alternativas, como a Hipótese dos Mercados Fractais (HMF) e a Hipótese dos Mercados Adaptativos (HMA), que passam a tratar a eficiência como um fenômeno dinâmico, condicionado ao ambiente econômico, ao comportamento dos agentes e à estrutura dos mercados.

Nesse contexto, o estudo da persistência – ou memória longa – nos retornos e, sobretudo, na volatilidade dos ativos financeiros tem se mostrado um instrumento relevante para avaliar o grau de eficiência dos mercados. A presença de memória longa indica que choques passados exercem influência significativa sobre o comportamento futuro das séries, com taxas de decaimento mais lentas do que aquelas previstas por processos de memória curta. A literatura empírica tem apontado que, enquanto os retornos tendem a exibir comportamento próximo ao de um passeio aleatório, as volatilidades frequentemente apresentam elevada persistência (Mandelbrot, 1963; Baillie et al., 1996; Comte e Renault, 1998), com implicações diretas para a gestão de risco, a precificação de ativos e a estabilidade financeira.

Estudos internacionais mostram que a intensidade e a estabilidade dessa persistência variam conforme o grau de desenvolvimento dos mercados, características institucionais e a ocorrência de choques sistêmicos (Cajueiro e Tabak, 2004; Hull e McGroarty, 2014). Mercados emergentes, em particular, tendem a apresentar maior sensibilidade a eventos externos e maior instabilidade na eficiência ao longo do tempo. Ademais, episódios de crise – como a crise financeira global de 2008 e, mais recentemente, a pandemia da COVID-19 – têm sido associados a aumentos temporários da persistência, sugerindo rupturas no equilíbrio de mercado e possíveis desvios em relação à eficiência plena.

O mercado acionário brasileiro oferece um ambiente especialmente relevante para esse tipo de investigação. A B3 (Brasil, Bolsa, Balcão) concentra a negociação da maior parte dos ativos de renda variável no país e reflete,

de forma direta, as condições macroeconômicas, políticas e institucionais da economia brasileira. Embora a literatura nacional tenha avançado na análise da eficiência e da memória longa em índices agregados, como o IBOVESPA (Costa e Vasconcelos, 2003; Cavalcante e Assaf Neto, 2004), ainda são relativamente escassos os estudos que exploram a heterogeneidade setorial do mercado acionário brasileiro, especialmente sob a ótica da variação temporal da eficiência.

A análise em nível setorial é particularmente importante porque diferentes segmentos da economia reagem de maneira distinta a choques macroeconômicos, mudanças regulatórias e ciclos financeiros. Setores mais regulados, como energia elétrica e utilidade pública, tendem a apresentar padrões de risco e retorno distintos daqueles observados em setores cíclicos, como consumo, indústria e materiais básicos. O setor financeiro, por sua vez, é fortemente influenciado pela política monetária e por choques de liquidez, enquanto o setor imobiliário responde de forma mais gradual, refletindo horizontes de investimento mais longos. Ignorar essa heterogeneidade pode mascarar dinâmicas relevantes na avaliação da eficiência de mercado.

Este estudo busca preencher essa lacuna ao investigar a variação temporal do grau de (in)eficiência do mercado acionário brasileiro por meio da análise da persistência de longo prazo nos retornos e nas volatilidades de sete índices setoriais da B3 – IEE, IMOB, IND, IFNC, ICON, IMAT e UTIL – no período de janeiro de 2016 a julho de 2024. O intervalo analisado contempla eventos de grande impacto, com destaque para a pandemia da COVID-19, permitindo avaliar como choques sistêmicos afetam, ainda que temporariamente, a dinâmica da dependência temporal em diferentes setores da economia.

Metodologicamente, o trabalho utiliza a estimação semiparamétrica do parâmetro de integração fracionária, por meio do método de Geweke e Porter-Hudak (GPH), combinada com procedimentos de rolling window para capturar a evolução dinâmica da eficiência. Adicionalmente, aplica-se a metodologia de Bai e Perron (1998, 2003) para identificar quebras estruturais endógenas no comportamento do parâmetro estimado. Essa abordagem permite analisar não apenas a presença de memória longa, mas também sua instabilidade ao longo do tempo, oferecendo uma leitura mais rica da eficiência de mercado.

Os resultados indicam que os retornos dos índices setoriais apresentam, de forma geral, comportamento de memória curta, mesmo em períodos de elevada turbulência, o que é consistente com a forma fraca da HME. Em contraste, as volatilidades exibem memória longa temporária durante o auge da pandemia da COVID-19, retornando gradualmente a níveis próximos aos observados no período pré-crise. Esse padrão é compatível com a Hipótese dos

Mercados Fractais, ao indicar rupturas temporárias no equilíbrio de mercado durante crises, e, com a Hipótese dos Mercados Adaptativos, ao evidenciar um processo de ajuste e recuperação da eficiência ao longo do tempo.

Além de contribuir para a literatura sobre eficiência variável no tempo em mercados emergentes, este estudo oferece implicações relevantes para investidores, gestores de portfólio e formuladores de políticas públicas. Para investidores, a predominância de memória curta nos retornos reforça a imprevisibilidade dos preços, enquanto a persistência temporária na volatilidade destaca a importância de estratégias de gestão de risco em períodos de crise. Para formuladores de políticas, indicadores de persistência podem funcionar como ferramentas adicionais de monitoramento da estabilidade setorial e de antecipação de riscos sistêmicos.

O presente artigo está organizado da seguinte forma. Além desta introdução, a Seção 2 apresenta a revisão da literatura, discutindo a Hipótese de Mercados Eficientes e suas extensões, com ênfase nas abordagens fractal e adaptativa, bem como nas evidências empíricas sobre memória longa e eficiência variável no tempo. A Seção 3 descreve os dados e a metodologia econométrica adotada, incluindo a estimação do parâmetro de integração fracionária, a análise dinâmica por janelas móveis e os testes de quebras estruturais. A Seção 4 apresenta e discute os resultados empíricos, com foco nos retornos, na volatilidade e na interpretação econômica dos achados em nível setorial. Por fim, a Seção 5 conclui o trabalho, destacando as principais contribuições, implicações e possibilidades para pesquisas futuras.

2. Revisão da literatura

A Hipótese de Mercados Eficientes (HME), formalizada por Fama (1970), estabelece que os preços dos ativos financeiros refletem plenamente todas as informações disponíveis, de modo que oportunidades sistemáticas de arbitragem não poderiam ser exploradas sem a assunção de risco adicional. Sob essa perspectiva, os retornos seguiriam um comportamento compatível com a Hipótese do Passeio Aleatório, implicando ausência de dependência serial e imprevisibilidade dos preços a partir de informações passadas. A HME foi posteriormente organizada em três formas – fraca, semiforte e forte – conforme o conjunto de informações incorporadas aos preços, tornando-se referência central para o desenvolvimento da teoria financeira moderna.

Apesar de sua ampla aceitação inicial, a HME passou a ser questionada à medida que evidências empíricas documentaram a ocorrência de anomalias, autocorrelações persistentes e padrões sistemáticos nos retornos e na volatilidade dos ativos. Malkiel (2003) reconhece a existência de desvios temporários,

embora argumente que a competição entre investidores tenderia a restaurar a eficiência ao longo do tempo. Ainda assim, tais evidências impulsionaram o surgimento de abordagens alternativas que passaram a tratar a eficiência de mercado como um fenômeno menos rígido e potencialmente instável.

Nesse contexto, contribuições oriundas da economia comportamental desempenharam papel fundamental ao questionar a hipótese de racionalidade plena dos agentes. Kahneman e Tversky (1979), por meio da Teoria da Perspectiva, demonstraram que decisões sob risco são influenciadas por vieses cognitivos, aversão à perda e ponderação não linear de probabilidades. Esses elementos ajudam a explicar comportamentos coletivos que podem gerar desvios persistentes dos preços em relação aos fundamentos econômicos. Shiller (2000), ao analisar bolhas especulativas no mercado acionário norte-americano, destacou o papel de fatores psicológicos, narrativas e mecanismos de retroalimentação na formação de preços excessivamente voláteis e desconectados dos fundamentos.

Paralelamente, a literatura passou a explorar explicações baseadas na estrutura estatística e na complexidade dos mercados financeiros. A Hipótese dos Mercados Fractais (HMF), proposta por Peters (1994, 1991), sugere que os mercados apresentam propriedades de autossimilaridade e memória longa, decorrentes da heterogeneidade de horizontes de investimento. Nesse arcabouço, a estabilidade do mercado depende do equilíbrio entre investidores de curto, médio e longo prazo; quando esse equilíbrio é rompido, aumentam a volatilidade e a persistência, tornando o sistema mais suscetível a crises. A HMF interpreta episódios de turbulência não apenas como resposta a choques exógenos, mas como resultado de dinâmicas endógenas associadas à própria arquitetura do mercado.

Complementarmente, a Hipótese de Mercados Heterogêneos, desenvolvida por Müller et al. (1993), enfatiza que agentes econômicos operam com diferentes janelas temporais, informações e estratégias. A interação entre investidores institucionais, investidores de curto prazo e investidores de longo prazo gera padrões de autocorrelação que decaem lentamente, especialmente nas séries de volatilidade. Essa abordagem fornece fundamentos microeconômicos para a presença de memória longa e ajuda a explicar a coexistência de regimes de maior e menor persistência ao longo do tempo.

Avançando nesse debate, a Hipótese dos Mercados Adaptativos (HMA), proposta por Lo (2004, 2005), oferece uma síntese entre a HME e suas críticas. Inspirada em conceitos de biologia evolutiva e racionalidade limitada, a HMA argumenta que a eficiência de mercado não é uma condição permanente, mas um resultado contingente que depende do ambiente econômico, da competição

entre estratégias e da capacidade de aprendizagem dos agentes. Nesse sentido, períodos de elevada eficiência podem ser seguidos por fases de ineficiência, especialmente durante crises ou mudanças estruturais, quando estratégias antes eficazes se tornam obsoletas. A HMA fornece, portanto, um arcabouço teórico particularmente adequado para análises de eficiência variável no tempo.

No campo empírico, diversos estudos documentaram a presença de memória longa em séries financeiras, especialmente nas volatilidades. Baillie et al. (1996) e Comte e Renault (1998) mostraram que modelos com integração fracionária capturam de forma mais adequada a persistência observada na volatilidade dos retornos. Cajueiro e Tabak (2004) analisaram a evolução da eficiência em diferentes mercados acionários e encontraram evidências de variação temporal da persistência, influenciada por fatores macroeconômicos e institucionais. Charfeddine e Khediri (2016), ao estudarem mercados do Golfo, constataram que choques externos e mudanças no preço do petróleo afetam significativamente o grau de dependência de longo prazo.

A literatura também aponta diferenças sistemáticas entre mercados desenvolvidos e emergentes. Bhattacharya et al. (2018) documentaram maior persistência em mercados emergentes, associada a menor liquidez, maior concentração de ativos e maior sensibilidade a choques externos. Hull e McGroarty (2014) sugerem que, à medida que os mercados amadurecem, tendem a apresentar maior eficiência, embora essa trajetória não seja linear nem homogênea entre países e setores.

No contexto brasileiro, os resultados empíricos indicam evidências mistas, mas consistentes com a noção de eficiência variável no tempo. Costa e Vasconcelos (2003) encontraram dependência de longo prazo nos retornos do IBOVESPA, enquanto Cavalcante e Assaf Neto (2004) observaram memória longa significativa nas volatilidades, mas não nos retornos. Estudos mais recentes, como Monte (2023), reforçam que a persistência na volatilidade do mercado brasileiro aumenta em períodos de instabilidade macroeconômica, com destaque para a pandemia da COVID-19. Esses achados sugerem que a eficiência do mercado acionário brasileiro não é estática, respondendo de forma sensível a choques sistêmicos.

A pandemia da COVID-19, em particular, tem sido amplamente explorada como um experimento natural para o estudo da eficiência de mercado. Lahmiri e Bekiros (2020) observaram aumento da irregularidade e da dependência temporal em mercados acionários e de criptomoedas durante o período pandêmico. Gil-Alana e Claudio-Quiroga (2020) identificaram elevação do parâmetro de integração fracionária em mercados asiáticos após o início da crise sanitária, enquanto Vera-Valdés (2021) encontrou evidências semelhantes para merca-

dos latino-americanos, com posterior redução da persistência à medida que a incerteza diminuiu.

No contexto brasileiro, Maciel (2023) analisou a eficiência do mercado acionário antes e após a COVID-19, destacando o papel da fractalidade e da previsibilidade, e encontrou evidências de aumento temporário da dependência de longo prazo durante a crise, seguido por um processo de normalização, reforçando a noção de eficiência variável no tempo. Esses resultados reforçam a interpretação de que crises globais atuam como catalisadores temporários de ineficiência, intensificando a memória longa de forma não uniforme.

Apesar desses avanços, ainda são relativamente escassos os estudos que investigam a eficiência variável no tempo em nível setorial, especialmente em mercados emergentes como o Brasil. A maior parte da literatura concentra-se em índices agregados, o que pode ocultar dinâmicas específicas associadas a setores com diferentes graus de regulação, exposição ao ciclo econômico e sensibilidade a choques externos. Ao focar em índices setoriais da B3, este estudo contribui para preencher essa lacuna, oferecendo evidências empíricas que dialogam diretamente com as previsões da HMF e da HMA e aprofundam a compreensão sobre a dinâmica da eficiência no mercado acionário brasileiro.

3. Dados e metodologia

3.1 Dados

Este estudo utilizou séries temporais diárias referentes a sete índices setoriais do mercado acionário brasileiro, calculados e divulgados pela B3 (Brasil, Bolsa, Balcão): Índice de Energia Elétrica (IEE), Índice Imobiliário (IMOB), Índice Industrial (IND), Índice Financeiro (IFNC), Índice de Consumo (ICON), Índice de Materiais Básicos (IMAT) e Índice de Utilidade Pública (UTIL). O período analisado compreende de janeiro de 2016 a julho de 2024, totalizando 2.128 observações para cada série, considerando apenas os dias de negociação.

A escolha desses índices baseia-se em sua elevada liquidez, representatividade econômica e diversidade estrutural, permitindo capturar diferenças relevantes entre setores regulados e cíclicos. A composição dos índices é periodicamente revisada pela B3, de modo a refletir as empresas mais representativas de cada segmento. Todas as estimações econométricas foram realizadas no ambiente estatístico R.

Os retornos dos índices foram calculados a partir da diferença logarítmica dos valores em nível, conforme a Equação (1):

$$r_t = \ln(X_t) - \ln(X_{t-1}) \tag{1}$$

em que r_t denota os retornos e X_t o valor de um índice em um tempo t. Já a volatilidade, seguiu o procedimento adotado por Hull e McGroarty (2014), em o quadrado dos retornos logarítmicos foram utilizados como *proxy* para a volatilidade (vol_t), conforme Equação (2):

$$vol_t = r_t^2 \tag{2}$$

3.2 Memória longa e integração fracionária

A análise de memória longa fundamenta-se no conceito de integração fracionária, originalmente introduzido por Granger (1980) e Granger e Joyeux (1980), que permite modelar processos cuja dependência temporal situa-se entre os casos tradicionais de memória curta e não estacionariedade com raiz unitária. Diferentemente dos modelos convencionais, essa abordagem possibilita captar padrões de persistência caracterizados por autocorrelações que decaem lentamente ao longo do tempo.

No domínio do tempo, uma série estacionária $\{x_t\}$ apresenta memória longa quando sua função de autocovariância γ_h decai de forma hiperbólica à medida que a defasagem h aumenta, conforme:

$$\gamma_h \approx c(h)h^{2d-1}, \text{ conforme } h \to \infty, \tag{3}$$

em que d é o parâmetro de integração fracionária e $c(h)$ é uma função que varia lentamente no infinito. Nesse caso, choques passados exercem influência persistente sobre a série, diferentemente do que ocorre em processos de memória curta.

No domínio da frequência, a presença de dependência de longo prazo manifesta-se por meio do comportamento da densidade espectral, que tende ao infinito quando a frequência se aproxima de zero:

$$f(\lambda) \approx \infty, \text{ conforme } \lambda \to 0, \tag{4}$$

O parâmetro d caracteriza a dinâmica do processo: i) se $d = 0$, há memória curta; ii) quando $0 < d < 0{,}5$, trata-se de um processo estacionário com memória longa e reversão à média; iii) no caso de $0{,}5 \leqslant d < 1$, o processo é não estacionário com memória longa, mas ainda apresenta reversão à média; e, iv) se $d \geqslant 1$, ele é não estacionário e não apresenta reversão à média. Neste último caso, se $d = 1$, o processo possui raiz unitária (Reisen et al., 2003). Além disso, o caso de memória intermediária (anti-persistência) é definido quando d está em $(-0{,}5; 0)$.

3.3 Estimação pelo método GPH

Para estimar o parâmetro de integração fracionária, este estudo empregou o estimador semiparamétrico de Geweke e Porter-Hudak (GPH) (Geweke e Porter-Hudak, 1983), amplamente utilizado na literatura por sua simplicidade e propriedades assintóticas. O método baseia-se na aproximação da densidade espectral por meio do periodograma nas frequências próximas de zero.

$$\ln\{I(\lambda_j)\} = \beta - d\ln\left\{4\sin^2\left(\frac{\lambda_j}{2}\right)\right\} + \varepsilon_j, \quad j = 1,2,\ldots,g, \tag{5}$$

em que $I(\lambda_j)$ é o valor do periodograma na frequência $\lambda_j = \frac{2\pi j}{T}$, T é o número de observações, ε_j é um termo de erro e g representa o *bandwidth*, definido como $g = T^{\alpha}$, com $0 < \alpha < 1$. Seguindo a literatura empírica, foram considerados diferentes valores para α, sendo os resultados apresentados com base em $\alpha = 0{,}7$.

Sob condições regulares, o estimador GPH é consistente e assintoticamente normal (Hurvich et al., 1998; Velasco, 2000), o que o torna adequado para inferência sobre a presença de memória longa em séries financeiras.

3.4 Dinâmica temporal e quebras estruturais

Para capturar a evolução temporal da persistência, adotou-se uma estratégia de estimação em janelas móveis (*rolling window*). O comprimento da janela foi fixado em 248 observações, correspondente a aproximadamente um ano de negociações, prática comum em estudos com dados diários. A cada iteração, a janela avança uma observação, permitindo obter uma série temporal do parâmetro estimado $\widehat{d_t}$.

Além da análise dinâmica, investigou-se a presença de quebras estruturais no comportamento médio do parâmetro estimado. Para isso, utilizou-se a metodologia de múltiplas quebras de Bai e Perron (1998, 2003), aplicada à seguinte especificação (Charfeddine e Khediri, 2016):

$$\widehat{d_t} = c_j + u_j, \quad t = T_{j-1}+1, T_{j-1}+2,\ldots,T_j, \tag{6}$$

em que $j = 1,2,\ldots,m+1$, $T_0 = 0$, $T_{m+1} = T$ e c_j representa a média do parâmetro de memória longa em cada regime. O número ótimo de quebras foi determinado com base no critério de informação de Schwarz (SIC), que privilegia parcimônia e reduz o risco de superestimação. Seguindo a prática usual, excluíram-se 5% das observações iniciais e finais da amostra para a identificação das quebras. Essa abordagem combinada permite avaliar se os episódios de maior persistência estão associados a choques temporários –

como crises – ou refletem mudanças estruturais mais duradouras na dinâmica dos mercados setoriais.

4. Resultados empíricos

Esta seção apresenta os resultados empíricos obtidos a partir da análise de persistência de longo prazo nos retornos e nas volatilidades dos índices setoriais da B3. Inicialmente, são apresentadas as estatísticas descritivas, os testes de estacionariedade e a evolução gráfica dos retornos, permitindo uma caracterização preliminar das séries. Em seguida, discutem-se as estimativas do parâmetro de integração fracionária para os retornos. Depois, analisam-se os resultados para as volatilidades. Em ambos os casos, faz-se a identificação de regimes e quebras estruturais, relacionando os achados ao contexto econômico e à literatura. As estimações foram realizadas no *software R Project* (R Core Team, 2025).

4.1 Estatísticas descritivas e propriedades das séries de retorno

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas dos retornos diários dos índices setoriais. Todas as séries exibem distribuições leptocúrticas, com assimetria negativa e valores de curtose significativamente superior a três, indicando caudas longas e elevada ocorrência de eventos extremos. O teste de Jarque-Bera rejeita a hipótese nula de normalidade para todos os retornos ao nível de 5% de significância, resultado amplamente consistente com a literatura sobre séries financeiras (Mandelbrot, 1963).

Embora a não normalidade seja frequentemente interpretada como indício de desvios em relação à HME, esse resultado, isoladamente, não é suficiente para rejeitá-la, conforme argumentam Hull e McGroarty (2014), uma vez que a eficiência está mais diretamente associada à previsibilidade dos retornos do que à forma da distribuição.

As médias dos retornos são próximas de zero em todos os setores, comportamento esperado para séries diárias. Em termos de volatilidade, o índice imobiliário (DL_IMOB) apresenta o maior desvio-padrão e a maior amplitude, evidenciando elevada sensibilidade a choques econômicos ao longo do período analisado. Em contraste, o índice de energia elétrica (DL_IEE) apresenta menor dispersão e menor amplitude, sugerindo maior estabilidade, possivelmente associada ao elevado grau de regulação do setor. Esses resultados reforçam a heterogeneidade setorial do mercado acionário brasileiro.

Os resultados dos testes ADF, Phillips-Perron e KPSS presentes na Tabela 2 confirmam a estacionariedade de todas as séries de retorno. Esse diagnóstico é

Tabela 1
Estatísticas descritivas e teste Jarque-Bera (JB) dos retornos

	Média	Mediana	DP	Mín.	Máx.	Assimetria	Curtose	JB	Valor-p	N
DL_IEE	0,0006	0,0010	0,0131	–0,1232	0,0861	–1,0402	14,4887	12 086,7795	0,0000	2128
DL_IMOB	0,0003	0,0003	0,0213	–0,1946	0,1438	–1,0203	15,2425	13 658,4788	0,0000	2128
DL_IND	0,0003	0,0007	0,0141	–0,1834	0,1126	–2,0713	31,9673	75 922,1358	0,0000	2128
DL_IFNC	0,0005	0,0009	0,0179	–0,1425	0,1236	–0,4556	11,2239	6 070,2902	0,0000	2128
DL_ICON	0,0001	0,0006	0,0164	–0,1762	0,1128	–1,3093	19,2131	23 915,3148	0,0000	2128
DL_IMAT	0,0007	0,0009	0,0184	–0,1721	0,1297	–0,7207	12,1201	7 559,0943	0,0000	2128
DL_UTIL	0,0007	0,0013	0,0149	–0,1460	0,1043	–0,9651	14,8425	12 765,3580	0,0000	2128

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Notas: 1) "DL" denota a aplicação de primeira diferença no logaritmo dos índices; 2) "DP" denota o desvio padrão; 3) "Mín." e "Máx." referem-se aos valores, respectivamente, de mínimo e de máximo; 4) "JB" denota o valor da estatística de teste de Jarque-Bera; 5) "N" refere-se número de observações.

Tabela 2
Testes de raiz unitária dos retornos diários

	ADF	PP	KPSS
DL_IEE	−31,82***	−2 278,89***	0,2284
DL_IMOB	−31,44***	−2 279,41***	0,1230
DL_IND	−31,08***	−2 605,09***	0,0448
DL_IFNC	−32,81***	−2 328,35***	0,1842
DL_ICON	−32,28***	−2 426,69***	0,2919
DL_IMAT	−31,70***	−2 277,00***	0,1745
DL_UTIL	−32,58***	−2 270,38***	0,1746

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Notas: 1) "ADF", "PP" e "KPSS" referem-se aos valores de teste das estatísticas *Augmented* Dickey-Fueller, Phillips-Perron e Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin, respectivamente; 2) *, ** e *** denotam significância a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

coerente com o fato de os retornos terem sido calculados a partir de diferenças logarítmicas dos índices em nível. Ressalta-se, contudo, que a estacionariedade não exclui a possibilidade de dependência serial (Henry, 2002), justificando a aplicação da metodologia de integração fracionária.

A análise gráfica da evolução das séries de retorno apresentada na Figura 1 revela oscilações em torno de zero ao longo de todo o período, com episódios pontuais de extrema volatilidade. O choque mais pronunciado ocorre no início de 2020, associado à deflagração da pandemia da COVID-19, quando todos os índices registram variações abruptas. Observam-se ainda episódios de instabilidade no início de 2016 e em 2017, período marcado por forte crise política doméstica, bem como no final de 2022, em meio à incerteza eleitoral. Esses eventos reforçam o papel de choques macroeconômicos e institucionais na dinâmica dos retornos setoriais.

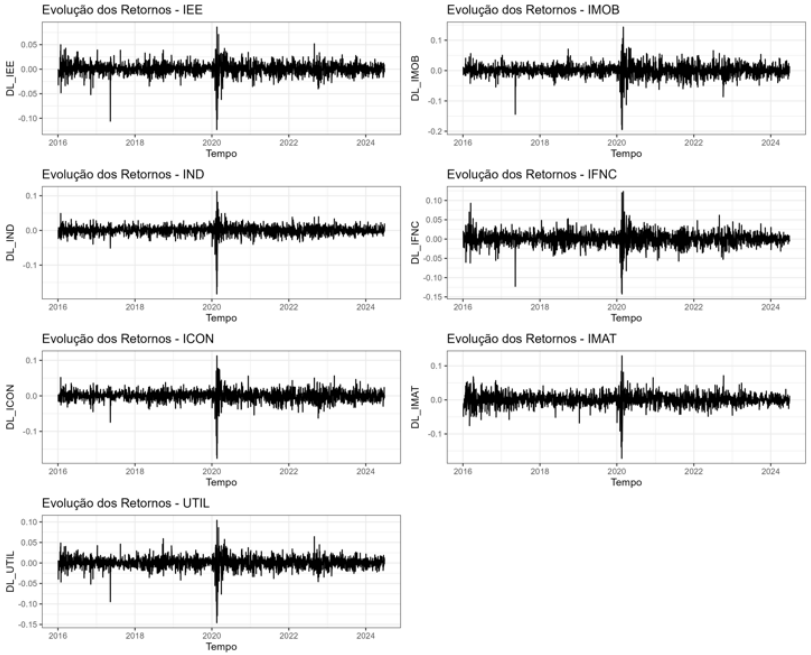
4.2 Estimativas de memória longa para os retornos

A Figura 2 apresenta a evolução temporal do parâmetro de integração fracionária estimado pelo método GPH[1] para os retornos dos índices setoriais, considerando janelas móveis de aproximadamente um ano, e os intervalos de confiança ao nível de 95%. De modo geral, as estimativas de d situam-se predominantemente entre −0,4 e 0,4, indicando comportamento de memória curta e, em diversos momentos, anti-persistência.

No período anterior à pandemia, prevalecem estimativas negativas ou próximas de zero, sugerindo reversão à média. A partir do início de 2020, observa-se elevação temporária do parâmetro de memória longa, com picos

[1] O estimador Exact Local Whittle – ELW (Shimotsu e Phillips, 2005) também foi utilizado. Os resultados foram semelhantes àqueles estimados por GPH e estão disponíveis mediante solicitação.

Figura 1
Evolução dos retornos diários



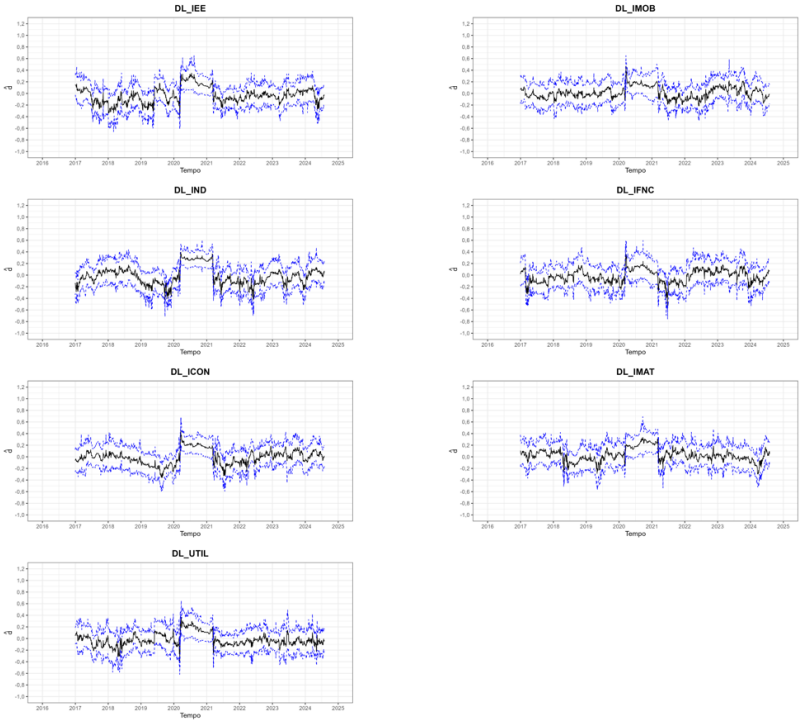
Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Nota: "DL" denota a aplicação de primeira diferença no logaritmo dos índices.

mais pronunciados nos retornos dos índices industrial (DL_IND) e de consumo (DL_ICON). Apesar desse aumento, os intervalos de confiança indicam que a hipótese de raiz unitária ($d = 1$) é rejeitada na maior parte do período, reforçando a ausência de memória longa persistente nos retornos.

Nos anos subsequentes, as estimativas convergem gradualmente para níveis próximos aos observados no período pré-pandêmico, indicando retorno ao padrão de memória curta. Esse comportamento sugere que o choque associado à COVID-19 elevou temporariamente a persistência, mas não provocou alteração estrutural permanente na dinâmica dos retornos.

As estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 3 indicam que as estimativas do parâmetro de integração fracionária dos retornos, obtidas pelo método GPH, apresentam médias e medianas próximas de zero para a maioria dos índices e valores de α considerados, sugerindo, em termos agregados, comportamento compatível com memória curta. Observa-se, contudo, elevada

Figura 2
Rolling estimation do parâmetro de integração fracionária e intervalo de confiança dos retornos (GPH)



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Notas: 1) Os gráficos representados são referentes a séries estimadas com $\alpha = 0{,}7$. 2) "DL" denota a aplicação de primeira diferença no logaritmo dos índices; 3) As linhas contínuas em azul representam os intervalos de confiança construídos.

dispersão das estimativas, refletida nos valores mínimos e máximos, bem como assimetrias e curtoses superiores às observadas em distribuições normais, o que é corroborado pela rejeição sistemática da hipótese de normalidade pelo teste de Jarque-Bera. Esses resultados sugerem que, embora o comportamento médio dos retornos seja consistente com eficiência informacional, há variações relevantes ao longo do tempo, possivelmente associadas a mudanças no ambiente econômico.

Complementarmente, a Tabela 4 evidencia que as médias do parâmetro estimado variam significativamente entre os diferentes regimes identificados, com alternância entre períodos de maior e menor persistência e presença recorrente de múltiplas quebras estruturais nas séries. A ocorrência de até cinco

regimes em alguns índices reforça a existência de instabilidade temporal na dinâmica dos retornos, indicando que episódios de crise e transição econômica tendem a modificar temporariamente o padrão de dependência serial, sem, contudo, comprometer de forma permanente a predominância de memória curta observada no período analisado.

4.3 Estimativas de memória longa para as volatilidades

Em contraste com os resultados obtidos para os retornos, as estimativas do parâmetro de memória longa para as volatilidades (Figura 3) revelam evidências mais claras de persistência, especialmente durante períodos de crise. Antes de 2020, os valores estimados de d situam-se, em geral, em níveis moderados, compatíveis com memória curta ou longa fraca. Com o início da pandemia da COVID-19, observa-se elevação expressiva e generalizada do parâmetro em todos os setores analisados.

Os maiores níveis de persistência são observados nos setores imobiliário, financeiro e de consumo, refletindo maior sensibilidade à elevação da incerteza e à deterioração das condições econômicas. Setores mais regulados, como energia elétrica e utilidade pública, também apresentam aumento da persistência, embora com menor magnitude, sugerindo maior resiliência estrutural.

As estatísticas descritivas e as médias anuais do parâmetro estimado para as volatilidades estão apresentadas na Tabela 5. Esses resultados corroboram a evidência gráfica, indicando que o período de 2020 concentra os maiores níveis médios de persistência. Setores como o Imobiliário (IMOB) e o Financeiro (IFNC) exibem elevações mais acentuadas, refletindo maior sensibilidade a choques de liquidez e incerteza.

A aplicação da metodologia de Bai e Perron permite identificar quebras estruturais associadas ao período pandêmico, com mudanças significativas no regime de persistência da volatilidade (Tabela 6). Em praticamente todos os setores, as quebras coincidem temporalmente com o início ou o auge da COVID-19, reforçando a interpretação de que a crise atuou como um choque sistêmico capaz de alterar temporariamente a dinâmica da volatilidade.

Esses resultados são compatíveis com a Hipótese dos Mercados Fractais, ao indicar que crises rompem o equilíbrio entre diferentes horizontes de investimento, elevando a persistência, e com a Hipótese dos Mercados Adaptativos, ao evidenciar que o mercado passa por um processo gradual de ajuste e recuperação da eficiência após o choque.

Tabela 3
Estatísticas descritivas das séries do parâmetro estimado dos retornos (GPH)

	α	Média	Mediana	DP	Mín.	Máx.	Assimetria	Curtose	JB	Valor-p	N
DL_IEE	0,5	−0,0105	−0,0198	0,1867	−0,6338	0,4819	−0,1796	2,8626	11,5964	0,0030	1881
	0,6	−0,0315	−0,0320	0,1568	−0,4953	0,4396	−0,3063	3,0966	30,1511	0,0000	
	0,7	−0,0346	−0,0506	0,1320	−0,4116	0,3506	0,4334	2,9747	58,9241	0,0000	
	0,8	−0,0018	−0,0121	0,0936	−0,2743	0,2871	0,2998	2,7537	32,9270	0,0000	
DL_IMOB	0,5	0,0323	0,0853	0,2369	−0,9744	0,6198	−0,6493	3,4078	145,1822	0,0000	1881
	0,6	0,0112	0,0122	0,1238	−0,3372	0,6769	0,4164	4,6989	280,5502	0,0000	
	0,7	0,0132	0,0029	0,0954	−0,2163	0,4705	0,3864	2,8526	48,5186	0,0000	
	0,8	0,0046	−0,0060	0,0763	−0,1629	0,3082	0,7170	3,2601	166,4894	0,0000	
DL_IND	0,5	0,0012	0,0365	0,2226	−1,0764	0,4660	−0,8637	3,6589	267,9012	0,0000	1881
	0,6	−0,0311	−0,0428	0,1850	−0,7674	0,4910	−0,1544	2,7644	11,8208	0,0027	
	0,7	−0,0161	−0,0315	0,1531	−0,4697	0,3952	0,4729	2,8736	71,3530	0,0000	
	0,8	0,0074	0,0044	0,0949	−0,2908	0,2287	0,0517	2,4366	25,7146	0,0000	
DL_IFNC	0,5	0,1051	0,0613	0,2758	−0,8699	0,9660	0,2771	2,4485	47,9156	0,0000	1881
	0,6	−0,0009	−0,0158	0,1820	−0,6271	0,6126	−0,0017	2,4805	21,1536	0,0000	
	0,7	−0,0184	−0,0155	0,1098	−0,5170	0,3616	−0,1452	2,8960	7,4608	0,0240	
	0,8	−0,0195	−0,0209	0,0729	−0,2859	0,1810	−0,2418	3,1246	19,5522	0,0001	
DL_ICON	0,5	0,0852	0,1071	0,2363	−0,5571	0,5754	−0,3355	2,1107	97,2671	0,0000	1881
	0,6	0,0171	0,0096	0,1369	−0,3447	0,7177	0,2405	3,2791	24,2432	0,0000	
	0,7	−0,0057	−0,0071	0,1237	−0,3570	0,4482	0,0581	2,9508	1,2481	0,5358	
	0,8	0,0154	0,0210	0,0916	−0,2719	0,2505	−0,2973	2,6471	37,4604	0,0000	
DL_IMAT	0,5	0,0063	0,0520	0,1959	−0,7953	0,5020	−1,0103	4,0948	413,9559	0,0000	1881
	0,6	0,0153	0,0116	0,1380	−0,4995	0,3778	−0,1522	4,0432	92,5561	0,0000	
	0,7	0,0291	0,0219	0,1073	−0,2963	0,3346	0,2656	3,4074	35,1183	0,0000	
	0,8	0,0307	0,0265	0,0763	−0,2388	0,2196	−0,3016	3,4932	47,5728	0,0000	
DL_UTIL	0,5	−0,0078	−0,0188	0,2093	−0,7855	0,5236	−0,2386	2,6363	28,2158	0,0000	1881
	0,6	−0,0417	−0,0435	0,1449	−0,5477	0,6163	−0,0893	3,3506	12,1292	0,0023	
	0,7	−0,0220	−0,0438	0,1053	−0,4066	0,3651	0,7419	3,7225	213,4593	0,0000	
	0,8	−0,0016	−0,0117	0,0855	−0,3061	0,2681	0,3938	3,0414	48,7554	0,0000	

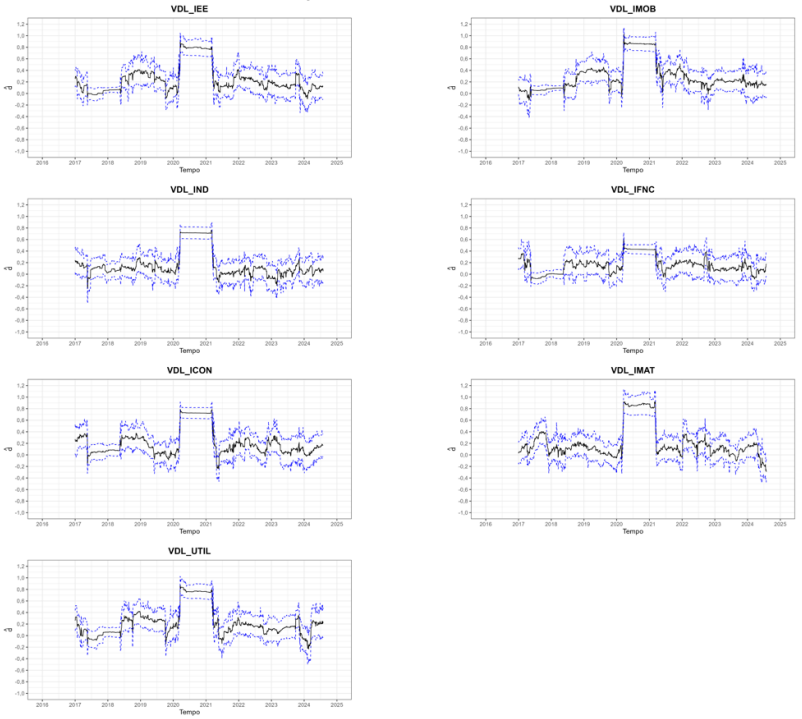
Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Notas: 1) "α" refere-se ao valor do expoente de bandwidth; 2) "DP" denota o desvio padrão; 3) "Mín." e "Máx." referem-se aos valores, respectivamente, de mínimo e de máximo; 4) "JB" denota o valor da estatística de teste de Jarque-Bera; 5) "N" refere-se ao número de observações.

Tabela 4
Estatísticas das médias por regime das séries do parâmetro estimado dos retornos (GPH)

	Regime 1		Regime 2		Regime 3		Regime 4		Regime 5		Regime 6		
	$\widehat{d_{GPH}}$	Período	$\widehat{d_{GPH}}$	Período	$\widehat{d_{GPH}}$	Período	$\widehat{d_{GPH}}$	Período	$\widehat{d_{GPH}}$	Período	$\widehat{d_{GPH}}$	Período	NQ
DL_IEE	–0,092	29/12/16 a 11/03/20	0,167	12/03/20 a 03/05/21	–0,072	04/05/21 a 08/05/23	–0,011	09/05/23 a 31/07/24					3
DL_IMOB	–0,033	29/12/16 a 22/02/18	–0,002	23/02/18 a 11/03/20	0,140	12/03/20 a 17/05/21	–0,088	18/05/21 a 21/09/22	0,052	22/09/22 a 31/07/24			4
DL_IND	0,012	29/12/16 a 26/11/18	–0,164	27/11/18 a 21/01/20	0,241	22/01/20 a 12/03/21	–0,127	15/03/21 a 26/10/22	–0,013	27/10/22 a 31/07/24			4
DL_IFNC	–0,077	29/12/16 a 08/06/18	–0,035	11/06/18 a 15/01/20	0,083	16/01/20 a 08/03/21	–0,113	09/03/21 a 26/04/22	0,073	27/04/22 a 15/06/23	–0,020	16/06/23 a 31/07/24	5
DL_ICON	–0,001	29/12/16 a 21/11/18	–0,167	22/11/18 a 23/01/20	0,170	24/01/20 a 16/03/21	–0,105	17/03/21 a 04/05/22	0,034	05/05/22 a 31/07/24			4
DL_IMAT	0,060	29/12/16 a 16/04/18	–0,046	17/04/18 a 21/01/20	0,195	22/01/20 a 12/03/21	0,023	15/03/21 a 09/06/23	–0,042	12/06/23 a 31/07/24			4
DL_UTIL	–0,075	29/12/16 a 12/09/18	–0,013	13/09/18 a 11/03/20	0,149	12/03/20 a 03/05/21	–0,080	04/05/21 a 26/06/22	–0,047	21/06/22 a 31/07/24			4

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Notas: 1) A tabela apresentada é referente a séries estimadas com $\alpha = 0{,}7$. 2) "$\widehat{d_{GPH}}$" refere-se ao valor da média do parâmetro estimado para o subperíodo em questão. 3) "NQ" denota o número de quebras estruturais de cada uma das séries consideradas. Datas no formato dd/mm/aa.

Figura 3
Rolling estimation do parâmetro de integração fracionária e intervalo de confiança das volatilidades (GPH)



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Notas: 1) Resultados para $g = T^{0,7}$, sendo T igual ao número de observações. Outros bandwidths foram utilizados, com resultados semelhantes; 2) "VDL" denota o quadrado da primeira diferença no logaritmo dos índices; 3) As linhas contínuas em azul representam os intervalos de confiança à 95%.

Tabela 5
Estatísticas descritivas das séries do parâmetro estimado das volatilidades (GPH)

	α	Média	Mediana	DP	Mín.	Máx.	Assimetria	Curtose	JB	Valor-p	N
VDL_IEE	0,5	0,2736	0,3074	0,2175	–0,3343	0,9192	–0,3324	2,8584	36,2009	0,0000	
	0,6	0,2448	0,2260	0,1831	–0,1681	0,6049	–0,0834	2,2489	46,3938	0,0000	1881
	0,7	0,2471	0,1689	0,2382	–0,0929	0,8895	1,3548	3,8888	637,3742	0,0000	
	0,8	0,1587	0,1354	0,1501	–0,0603	0,6409	1,2670	3,7450	546,7948	0,0000	
VDL_IMOB	0,5	0,3629	0,3614	0,2554	–0,5136	0,8936	–0,1380	2,2967	44,7421	0,0000	
	0,6	0,3568	0,3647	0,2458	–0,1735	0,8741	0,2254	2,2793	56,6295	0,0000	1881
	0,7	0,2972	0,2170	0,2477	–0,1168	1,0329	1,3051	3,7676	580,1339	0,0000	
	0,8	0,1635	0,1029	0,1611	–0,0974	0,7564	1,7472	4,8009	1 211,1825	0,0000	
VDL_IND	0,5	0,1563	0,1452	0,1683	–0,4213	0,6557	–0,0689	3,0617	1,7852	0,4096	
	0,6	0,2055	0,2081	0,1488	–0,3181	0,5441	–0,2903	2,6643	35,2463	0,0000	1881
	0,7	0,1579	0,0904	0,2273	–0,2453	0,7633	1,7367	4,8244	1 206,4587	0,0000	
	0,8	0,1582	0,0891	0,2195	–0,1342	0,8220	1,9206	5,1711	1 525,8824	0,0000	
VDL_IFNC	0,5	0,3035	0,3488	0,2463	–0,2281	0,8813	–0,3723	2,3121	80,5366	0,0000	
	0,6	0,1977	0,2081	0,1835	–0,1646	0,7175	0,2009	2,1410	70,4775	0,0000	1881
	0,7	0,1581	0,1419	0,1403	–0,1122	0,6140	0,5934	2,8455	112,2463	0,0000	
	0,8	0,1513	0,0876	0,1975	–0,0826	0,8202	1,7817	4,8326	1 258,3818	0,0000	
VDL_ICON	0,5	0,3085	0,3585	0,2964	–0,5985	0,9502	–0,2006	2,4422	36,9976	0,0000	
	0,6	0,2209	0,2317	0,1815	–0,4580	0,6132	–0,2787	3,0600	24,6359	0,0000	1881
	0,7	0,2081	0,1317	0,2277	–0,2356	0,7888	1,2894	3,8078	572,3852	0,0000	
	0,8	0,1770	0,0998	0,2595	–0,1239	0,9039	1,7765	4,8316	1 252,3196	0,0000	
VDL_IMAT	0,5	0,0988	0,0968	0,2063	–0,6591	0,5910	–0,1597	2,9192	8,5064	0,0142	
	0,6	0,1594	0,1067	0,1680	–0,2939	0,5815	0,3310	2,1744	87,7605	0,0000	1881
	0,7	0,2087	0,1250	0,2729	–0,2891	0,9222	1,5982	4,5325	984,8577	0,0000	
	0,8	0,1479	0,0845	0,2019	–0,2347	0,6386	1,3941	4,0812	700,8834	0,0000	
VDL_UTIL	0,5	0,2182	0,2724	0,2408	–0,5047	0,8242	–0,4322	2,2965	97,3636	0,0000	
	0,6	0,2064	0,1894	0,2029	–0,2779	0,5987	–0,0962	2,4022	30,9082	0,0000	1881
	0,7	0,2255	0,1691	0,2417	–0,2337	0,8738	1,2062	3,8013	506,4003	0,0000	
	0,8	0,1313	0,1182	0,1337	–0,1330	0,6078	0,9834	3,3746	314,1781	0,0000	

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Notas: 1) "α" refere-se ao valor do expoente de bandwidth; 2) "DP" denota o desvio padrão do parâmetro; 3) "Mín." e "Máx." referem-se aos valores, respectivamente, de mínimo e de máximo de cada série; 4) "JB" denota o valor da estatística de teste de Jarque-Bera; 5) "N" refere-se ao tamanho da amostra de cada série.

Tabela 6
Estatísticas das médias por regime das séries do parâmetro estimado das volatilidades (GPH)

	Regime 1		Regime 2		Regime 3		Regime 4		Regime 5		
	$\widehat{d_{GPH}}$	Período	$\widehat{d_{GPH}}$	Período	$\widehat{d_{GPH}}$	Período	$\widehat{d_{GPH}}$	Período	$\widehat{d_{GPH}}$	Período	NQ
VDL_IEE	0,059	29/12/16 a 30/05/18	0,253	01/06/18 a 28/02/20	0,724	02/03/20 a 20/04/21	0,204	22/04/21 a 23/09/22	0,125	26/09/22 a 31/07/24	4
VDL_IMOB	0,076	29/12/16 a 01/10/18	0,320	02/10/18 a 10/03/20	0,805	11/03/20 a 30/04/21	0,314	03/05/21 a 17/06/22	0,185	20/06/22 a 31/07/24	4
VDL_IND	0,108	29/12/16 a 10/02/20	0,646	11/02/20 a 01/04/21	0,022	05/04/21 a 15/06/23	0,070	16/06/23 a 31/07/24			3
VDL_IFNC	0,046	29/12/16 a 25/05/18	0,148	28/05/18 a 10/03/20	0,406	11/03/20 a 30/04/21	0,169	03/05/21 a 06/12/22	0,083	07/12/22 a 31/07/24	4
VDL_ICON	0,179	29/12/16 a 14/01/19	0,075	15/01/19 a 04/03/20	0,665	05/03/20 a 26/04/21	0,139	27/04/21 a 10/04/23	0,077	11/04/23 a 31/07/24	4
VDL_IMAT	0,158	29/12/16 a 07/12/18	0,060	10/12/18 a 30/01/20	0,766	31/01/20 a 23/03/21	0,157	24/03/21 a 08/11/22	0,047	09/11/22 a 31/07/24	4
VDL_UTIL	0,043	29/12/16 a 04/06/18	0,253	05/06/18 a 26/02/20	0,706	27/02/20 a 16/04/21	0,145	19/04/21 a 30/09/22	0,108	03/10/22 a 31/07/24	4

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa. Notas: 1) A tabela apresentada é referente a séries estimadas com $\alpha = 0{,}7$. 2) "$\widehat{d_{GPH}}$" refere-se ao valor da média do parâmetro estimado para o subperíodo em questão. 3) "NQ" denota o número de quebras estruturais de cada uma das séries consideradas. Datas no formato dd/mm/aa.

4.4 Análise econômica dos resultados

Os resultados empíricos apresentados nas subseções anteriores permitem uma análise econômica mais aprofundada acerca da dinâmica da eficiência do mercado acionário brasileiro, especialmente quando considerados sob a ótica da heterogeneidade setorial e da variação temporal da persistência. De maneira geral, observa-se que os retornos dos índices setoriais apresentam predominantemente comportamento de memória curta ao longo do período analisado, inclusive durante episódios de elevada turbulência, como a pandemia da COVID-19. Esse resultado sugere que, mesmo em contextos de estresse extremo, os preços dos ativos incorporam rapidamente as informações disponíveis, preservando a imprevisibilidade característica da forma fraca da HME.

A ausência de evidências robustas de memória longa persistente nos retornos indica que choques informacionais, ainda que provoquem movimentos abruptos nos preços, não geram dependência serial de longo prazo capaz de ser explorada sistematicamente. Em termos econômicos, isso implica que estratégias baseadas em informações passadas continuam apresentando eficácia limitada, mesmo em períodos de crise, reforçando a interpretação de que os mecanismos de arbitragem permanecem operantes no mercado acionário brasileiro. Esse comportamento é consistente com a ideia de que desvios temporários de eficiência podem ocorrer, mas tendem a ser corrigidos à medida que os agentes ajustam suas expectativas e estratégias.

Em contraste, os resultados obtidos para as volatilidades revelam um padrão distinto. As estimativas do parâmetro de integração fracionária indicam a presença de memória longa temporária, especialmente intensificada durante o auge da pandemia da COVID-19. Esse comportamento sugere que choques de incerteza possuem efeitos duradouros sobre a dinâmica do risco, refletindo mudanças persistentes na percepção dos agentes quanto às condições econômicas, à liquidez e à estabilidade financeira. A elevação da persistência da volatilidade durante períodos de crise indica que a dissipação dos choques ocorre de forma lenta, prolongando o ambiente de incerteza mesmo após o arrefecimento inicial dos eventos adversos.

A análise em nível setorial evidencia que essa dinâmica não é homogênea entre os diferentes segmentos da economia. Setores mais regulados, como energia elétrica e utilidade pública, apresentaram níveis relativamente menores de persistência da volatilidade, mesmo durante períodos de elevada instabilidade. Esse resultado pode ser explicado por características estruturais desses setores, como a previsibilidade dos fluxos de caixa, a presença de contratos de longo prazo e o papel da regulação, que tende a suavizar oscilações de curto

prazo e a reduzir a sensibilidade a choques especulativos.

Por outro lado, setores mais cíclicos – como o imobiliário, o industrial e o de consumo – exibiram elevação mais pronunciada da persistência da volatilidade durante a pandemia. Esses setores são mais diretamente afetados por flutuações na renda, no crédito e na confiança dos agentes, o que amplifica a incerteza quanto à demanda futura e prolonga os efeitos dos choques. O setor financeiro, por sua vez, apresentou comportamento intermediário, mas com elevada sensibilidade a eventos sistêmicos, refletindo seu papel central na transmissão de choques macroeconômicos, especialmente aqueles relacionados à política monetária, à liquidez e ao risco de crédito.

Do ponto de vista teórico, os resultados dialogam de forma consistente com a Hipótese dos Mercados Fractais. A elevação temporária da persistência da volatilidade durante a pandemia sugere que o equilíbrio entre investidores com diferentes horizontes de investimento foi rompido, com predominância de agentes de curto prazo no processo de formação de preços. Essa mudança na composição dos participantes intensifica oscilações e prolonga os efeitos dos choques, aumentando a instabilidade do mercado. À medida que o ambiente econômico se normaliza, observa-se a recomposição gradual desse equilíbrio, com redução da persistência e retorno a padrões mais próximos do período pré-crise.

Adicionalmente, os achados são compatíveis com a Hipótese dos Mercados Adaptativos, ao indicar que a eficiência do mercado não é uma condição estática, mas um resultado que emerge da interação entre agentes, ambiente econômico e estruturas institucionais. A elevação da persistência da volatilidade durante a crise, seguida de sua redução gradual, sugere um processo de aprendizado e adaptação, no qual estratégias inicialmente eficazes tornam-se obsoletas e são substituídas por novas formas de atuação à medida que as condições de mercado se alteram. Esse mecanismo explica por que a ineficiência observada durante a pandemia não se traduziu em mudanças estruturais permanentes na dinâmica dos retornos.

A identificação de quebras estruturais no parâmetro de memória longa da volatilidade, concentradas no período da pandemia, reforça a interpretação de que choques sistêmicos atuam como pontos de inflexão temporários na dinâmica do mercado. No entanto, a ausência de quebras persistentes nos retornos sugere que tais eventos não comprometeram de forma duradoura o processo de incorporação de informações aos preços. Em termos econômicos, isso indica que a crise da COVID-19 elevou substancialmente o nível de risco e incerteza, mas não alterou estruturalmente a eficiência informacional do mercado acionário brasileiro.

Esses resultados estão em consonância com evidências encontradas na literatura empírica internacional e nacional sobre eficiência variável no tempo e persistência em mercados acionários. Cajueiro e Tabak (2004) e Hull e McGroarty (2014) documentam que a eficiência tende a evoluir de forma não linear, sendo fortemente influenciada por fatores institucionais e macroeconômicos, especialmente em mercados emergentes. De forma semelhante, Charfeddine e Khediri (2016) mostram que choques externos e mudanças no ambiente econômico afetam significativamente a dinâmica da memória longa, com efeitos mais pronunciados em períodos de instabilidade.

No contexto da pandemia da COVID-19, os resultados deste estudo são consistentes com os achados de Lahmiri e Bekiros (2020), Gil-Alana e Claudio-Quiroga (2020), Vera-Valdés (2021) e Maciel (2023), que identificam aumentos temporários da persistência e posterior normalização dos mercados. Assim, as evidências obtidas para os índices setoriais brasileiros reforçam a interpretação de que choques sistêmicos intensificam temporariamente a dependência temporal, sem comprometer de forma permanente a eficiência informacional.

5. Conclusão

Este estudo analisou a variação temporal do grau de (in)eficiência do mercado acionário brasileiro por meio da persistência de longo prazo nos retornos e nas volatilidades de sete índices setoriais da B3, no período de janeiro de 2016 a julho de 2024. Ao empregar a estimação do parâmetro de integração fracionária em conjunto com procedimentos de janela móvel e testes de quebras estruturais, o trabalho contribui para a literatura ao investigar a eficiência de mercado sob uma perspectiva dinâmica e setorial, em um contexto marcado por choques macroeconômicos relevantes, com destaque para a pandemia da COVID-19.

Os resultados indicam que os retornos dos índices setoriais apresentaram, de forma geral, comportamento compatível com memória curta, mesmo em períodos de elevada turbulência, o que é consistente com a forma fraca da HME. Em contraste, as volatilidades exibiram evidências de memória longa temporária durante o auge da pandemia da COVID-19, com posterior redução da persistência e retorno gradual a níveis próximos aos observados no período pré-crise. Esse padrão sugere que choques sistêmicos afetam de forma mais duradoura a dinâmica do risco do que o processo de formação dos retornos.

Esses resultados possuem implicações relevantes para diferentes agentes econômicos. Para investidores e gestores de portfólio, a predominância de memória curta nos retornos reforça a dificuldade de obtenção de ganhos sistemáticos por meio de estratégias baseadas em informações passadas, enquanto

a persistência da volatilidade destaca a importância da adoção de modelos de gestão de risco que incorporem dependência de longo prazo, especialmente em períodos de crise. Para formuladores de políticas públicas, a dinâmica da persistência pode servir como um indicador complementar de estabilidade setorial, auxiliando no monitoramento de riscos sistêmicos e na formulação de políticas macroprudenciais mais direcionadas, particularmente em setores mais sensíveis a choques externos.

Por fim, algumas limitações devem ser reconhecidas. O estudo concentrou-se em índices setoriais agregados, o que pode ocultar heterogeneidades em nível de firmas individuais. Além disso, a volatilidade foi mensurada por meio do quadrado dos retornos, podendo futuras pesquisas explorar medidas alternativas, como a volatilidade realizada ou modelos condicionalmente heteroscedásticos. Extensões naturais deste trabalho incluem a aplicação da metodologia a dados intradiários, a comparação com outros mercados emergentes e o uso de estimadores alternativos de memória longa, permitindo aprofundar a compreensão sobre a dinâmica da eficiência de mercado em diferentes contextos.

Agradecimentos O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq),

Conflito de interesses Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Inteligência Artificial Esta pesquisa utilizou ferramentas de IA para auxiliar na análise de dados, redação e revisão do manuscrito. Todo conteúdo gerado por IA foi criticamente revisado e validado pelos autores para garantir precisão e alinhamento com a integridade científica do estudo. O uso de IA seguiu diretrizes éticas, assegurando transparência e conformidade com padrões acadêmicos. Quaisquer vieses ou limitações inerentes às ferramentas de IA foram cuidadosamente considerados na interpretação dos resultados. Os autores afirmam que as ferramentas de IA não comprometeram a originalidade nem a integridade do trabalho.

Disponibilidade de dados Todos os dados utilizados neste estudo estão disponíveis com o autor correspondente mediante solicitação.

Referências

Bai, J. e Perron, P. (1998). Estimating and testing linear models with multiple structural changes, *Econometrica*, *66*(1), 47–78.

Bai, J. e Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models, *Journal of Applied Econometrics*, *18*(1), 1–22.

Baillie, R. T., Bollerslev, T. e Mikkelsen, H. O. (1996). Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, *74*(1), 3–30.

Bhattacharya, S. N. et al. (2018). Long memory in stock returns and volatility: Evidence from emerging markets, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, *53*, 215–234.

Cajueiro, D. O. e Tabak, B. M. (2004). The Hurst exponent over time: Testing the assertion that emerging markets are becoming more efficient, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, *336*(3-4), 521–537.

Cavalcante, J. e Assaf Neto, A. (2004). Long-range dependence in the Brazilian stock market, *Emerging Markets Finance and Trade*, *40*(2), 54–60.

Charfeddine, L. e Khediri, K. B. (2016). Time varying market efficiency of the GCC stock markets, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, *444*, 487–504.

Comte, F. e Renault, E. (1998). Long memory in continuous-time stochastic volatility models, *Mathematical Finance*, *8*(4), 291–323.

Costa, A. C. e Vasconcelos, G. F. R. (2003). Dependência de longo prazo no mercado acionário brasileiro, *Revista Brasileira de Economia*, *57*(3), 447–466.

Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work, *The Journal of Finance*, *25*(2), 383–417.

Fama, E. F. (1991). Efficient capital markets: II, *The Journal of Finance*, *46*(5), 1575–1617.

Geweke, J. e Porter-Hudak, S. (1983). The estimation and application of long memory time series models, *Journal of Time Series Analysis*, *4*(4), 221–238.

Gil-Alana, L. A. e Claudio-Quiroga, G. (2020). The COVID-19 impact on the Asian stock markets, *Asian Economics Letters*, *1*(2).

Granger, C. W. J. (1980). Testing for causality: A personal viewpoint, *Journal of Economic Dynamics and Control*, *2*, 329–352.

Granger, C. W. J. e Joyeux, R. (1980). An introduction to long-memory time series models and fractional differencing, *Journal of Time Series Analysis*, *1*(1), 15–29.

Henry, O. T. (2002). Long memory in stock returns: Some international evidence, *Applied Financial Economics*, *12*(10), 725–729.

Hull, M. e McGroarty, F. (2014). Do emerging markets become more efficient as they develop? Long memory persistence in equity indices, *Emerging Markets Review*, *18*, 45–61.

Hurvich, C. M., Deo, R. e Brodsky, J. (1998). The mean squared error of geweke and porter-hudak's estimator of the memory parameter of a long-memory time series, *Journal of Time Series Analysis*, *19*(1), 19–46.

Kahneman, D. e Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk, *Econometrica*, *47*(2), 263–291.

Lahmiri, S. e Bekiros, S. (2020). The impact of COVID-19 pandemic upon stability and sequential irregularity of equity and cryptocurrency markets, *Chaos, Solitons & Fractals*, *138*, 109936.

Lo, A. W. (2004). The adaptive markets hypothesis, *The Journal of Portfolio Management*, *30*(5), 15–29.

Lo, A. W. (2005). Reconciling efficient markets with behavioral finance: The adaptive markets hypothesis, *Journal of Investment Consulting*, *7*(2), 21–44.

Maciel, L. S. (2023). Brazilian stock-market efficiency before and after COVID-19: The roles of fractality and predictability, *Global Finance Journal*, *58*, 100887.

Malkiel, B. G. (2003). The efficient market hypothesis and its critics, *Journal of Economic Perspectives*, *17*(1), 59–82.

Mandelbrot, B. (1963). The variation of certain speculative prices, *The Journal of Business*, *36*(4), 394–419.

Monte, E. Z. (2023). A long-memory analysis for the CBOE Brazil ETF volatility index, *International Journal of Emerging Markets*, *18*(11), 5155–5171.

Müller, U. A. et al. (1993). Fractals and intrinsic time: A challenge to econometricians, *Proceedings of the XXXIXth International AEA Conference on Real Time Econometrics*, European Communities.

Peters, E. E. (1991). A chaotic attractor for the S&P 500, *Financial Analysts Journal*, *47*(2), 55–62.

Peters, E. E. (1994). *Fractal market analysis: Applying chaos theory to investment and economics*, John Wiley & Sons.

R Core Team (2025). *R: A language and environment for statistical computing*, R Foundation for Statistical Computing. Accessed on January 16, 2026. **URL:** https://www.R-project.org/

Reisen, V. A., Cribari-Neto, F. e Jensen, M. J. (2003). Long memory inflationary dynamics: The case of Brazil, *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, *7*(3).

Shiller, R. J. (2000). *Irrational exuberance*, Princeton University Press.

Shimotsu, K. e Phillips, P. C. B. (2005). Exact local Whittle estimation of fractional integration, *The Annals of Statistics*, *33*, 1890–1933.

Velasco, C. (2000). Non-gaussian log-periodogram regression, *Econometric Theory*, *16*(1), 44–79.

Vera-Valdés, J. E. (2021). The COVID-19 pandemic and its effects on the long memory of Latin American stock markets, *Chaos, Solitons & Fractals*, *142*, 110377.