



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO ESTRATÉGICA (CEGE)

**OS RETORNOS DOS TÍTULOS PÚBLICOS AFETAM O MERCADO DE AÇÕES  
DIFERENTEMENTE EM CENÁRIOS COM E SEM CRISE? EVIDÊNCIAS DE UM  
MODELO MARKOV *SWITCHING***

FLÁVIA SOARES GAZOLLA

Belo Horizonte

2025

FLÁVIA SOARES GAZOLLA

**OS RETORNOS DOS TÍTULOS PÚBLICOS AFETAM O MERCADO DE AÇÕES  
DIFERENTEMENTE EM CENÁRIOS COM E SEM CRISE? EVIDÊNCIAS DE UM  
MODELO MARKOV *SWITCHING***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Especialização em Gestão Estratégica  
da Universidade Federal de Minas Gerais, como  
requisito parcial para a obtenção do certificado  
de Especialista em Gestão Estratégica.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Dias Rocha

Belo Horizonte

2025

Ficha catalográfica

G291r  
2025

Gazolla, Flávia Soares.  
Os retornos dos títulos públicos afetam o mercado de ações diferentemente em cenários com e sem crise? [manuscrito] : evidências de um modelo Markov Switching / Flávia Soares Gazolla. – 2025.  
1 v.: il.

Orientador: Flávio Dias Rocha.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração. Inclui bibliografia.

1. Administração financeira. 2. Taxas de juros. I. Rocha, Flávio Dias. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração. III. Título.

CDD: 658

Elaborado por Leonardo Vasconcelos Renault – CRB-6/2211  
Biblioteca da FACE/UFMG. – /099/2025



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Faculdade de Ciências Econômicas**  
**Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração**  
**Curso de Especialização em Gestão Estratégica**

ATA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO da Senhora **FLÁVIA SOARES GAZOLLA**, matrícula nº **2023710698**. No dia 28/08/2025 às 17:00 horas, reuniu-se em sala virtual, a Comissão Examinadora de Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, indicada pela Coordenação do Curso de Especialização em Gestão Estratégica - CEGE, para julgar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "**OS RETORNOS DOS TÍTULOS PÚBLICOS AFETAM O MERCADO DE AÇÕES DIRETAMENTE EM CENÁRIOS COM E SEM CRISE? EVIDÊNCIAS DE UM MODELO MARKOV SWITCHING**", requisito para a obtenção do Título de Especialista. Abrindo a sessão, o orientador e Presidente da Comissão, Prof. Dr. Flávio Dias Rocha, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares de apresentação do TCC, passou a palavra à aluna para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, seguida das respostas da aluna. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da aluna e do público, para avaliação do TCC, que foi considerado:

(X) APROVADO

( ) NÃO APROVADO

**95 pontos (noventa e cinco pontos)** trabalhos com nota maior ou igual a **60** serão considerados aprovados.

O resultado final foi comunicado publicamente à aluna pelo orientador e Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Senhor Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 28/08/2025.

Documento assinado digitalmente



**FLAVIO DIAS ROCHA**  
Data: 29/08/2025 18:55:03-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Flávio Dias Rocha \_\_\_\_\_  
(Orientador - UFMG)

Documento assinado digitalmente



**ANA CAROLINA COSTA CORREIA**  
Data: 30/08/2025 08:05:42-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Ana Carolina Costa Corrêa \_\_\_\_\_  
(UFMG)

## **Resumo**

A literatura econômica e financeira tem evidenciado uma relação negativa entre o desempenho do mercado de ações e os retornos dos títulos públicos atrelados às taxas de juros. Porém, a magnitude dessa relação pode diferir quando em cenários com e sem crise. Este estudo objetivou identificar períodos de crise no mercado de ações brasileiro e analisar como os retornos no mercado de títulos públicos afetam o desempenho no mercado de ações, tanto em cenários de crise quanto em outros períodos. Para isso, como método, foi empregado um modelo Markov *switching*. O período de análise abrange de janeiro de 2002 a dezembro de 2024. Juntamente com a identificação de vários períodos de crise, os resultados do modelo estimado sugerem relações inversas entre os retornos no mercado de títulos e o desempenho no mercado de ações, sendo a magnitude da relação maior quando em cenários com crise. Além de cobrir uma lacuna na literatura que tem como contexto o Brasil, este estudo provê embasamento para a formulação de estratégias de investimento eficazes na proteção de capitais em cenários de crise, as quais migram os capitais para títulos públicos, considerando-os ativos de refúgio seguro.

**Palavras-chave:** *hedge*; taxa de juros; títulos públicos; Markov *switching*; crise.

## **Abstract**

Economic and financial literature has shown a negative relationship between stock market performance and returns on Treasury bonds indexed to interest rates. However, the magnitude of this relationship can differ in crisis and non-crisis scenarios. This study aimed to identify periods of crisis in the Brazilian stock market and analyze how returns in the Treasury bond market affect stock market performance, both in crisis scenarios and in other periods. For this purpose, we employed a Markov switching model. The analysis period covers January 2002 to December 2024. Together with the identification of several crisis periods, the results of the estimated model suggest inverse relationships between bond market returns and stock market performance, with the magnitude of the relationship being greater in crisis scenarios. Beyond filling a gap in the literature on Brazil, this study provides a basis for formulating effective investment strategies for protecting capital in crisis scenarios, which migrate capital to government bonds, considering them safe haven assets.

**Keywords:** hedge; interest rate; government bonds; Markov switching; crisis.

## Sumário

1. Introdução.....	7
2. Revisão de literatura e hipóteses .....	9
3. Métodos .....	10
3.1. Dados.....	10
3.2. Modelo econométrico.....	12
4. Resultados.....	14
5. Discussão dos resultados .....	18
6. Considerações finais .....	19
Referências .....	20

## 1. Introdução

A literatura econômica e de finanças tem demonstrado grande interesse na relação entre o desempenho do mercado de ações e os retornos dos títulos públicos ou aquela equivalente com as taxas de juros. Tradicionalmente, espera-se uma relação inversa entre os preços das ações e as taxas de juros (Mukherjee & Naka, 1995; Maysami & Koh, 2002; Panda, 2008; Humpe & Macmillan, 2009; Sensoy & Sobaci, 2014). Na perspectiva de investimentos, taxas de juros mais altas podem tornar os títulos públicos mais atraentes em comparação com as ações, levando a um fluxo de capitais dos mercados de ações para aquele de títulos. Com a venda das ações para alocar os capitais em títulos públicos, os preços das ações tendem a cair (Maysami & Koh, 2000; Montes & Tiberto, 2012). Já na perspectiva das finanças corporativas, taxas de juros mais elevadas aumentam o custo de capital de terceiros para as empresas, impactando negativamente seus lucros e, conseqüentemente, o valor de suas ações. Além disso, taxas de juros mais altas afetam o desconto dos fluxos de caixa futuros, reduzindo o valor da empresa no *valuation* (Damodaran, 2012). Esse mesmo raciocínio vale para um modelo de dividendos descontados usado para calcular o preço das ações (Sensoy & Sobaci, 2014).

A análise da relação entre desempenho no mercado de ações e retornos no mercado de títulos torna-se ainda mais relevante quando considerados cenários de crise. Nesses períodos de incerteza e alta volatilidade no mercado de ações, os investidores frequentemente buscam ativos considerados um refúgio seguro (Anas et al. (2024) oferecem uma revisão da literatura sobre *safe haven assets*). Títulos públicos com alta liquidez e baixo risco são frequentemente vistos pelos investidores como um refúgio seguro em tempos de turbulência no mercado de ações (Choudhury et al., 2022; Gubareva et al., 2023). Essa busca por segurança pode aumentar a magnitude da relação inversa entre o desempenho do mercado de ações e os retornos dos títulos públicos durante as crises, à medida que os investidores deslocam seus capitais para os títulos, no intuito de proteger seus investimentos. Por exemplo, Chen (2007) e Lv et al. (2015) encontraram que essa relação tem maior magnitude durante os regimes de queda do mercado. Chen (2007) avança a literatura por utilizar um modelo Markov *switching* que capta momentos de crise. Porém, não foram encontrados estudos que oferecessem evidências sobre isso no contexto do Brasil, restando uma lacuna na literatura.

É importante ressaltar que o Brasil figura entre os países que têm altas taxas de juros. Em vista disso, períodos com taxas de juros nominais negativas são raríssimos nesse país.<sup>1</sup> Isso

---

<sup>1</sup> No Brasil, taxas de juros negativas costumam aparecer apenas em dados de rentabilidade mensal, mas dificilmente se mantêm negativas quando anualizadas.

torna o contexto brasileiro bastante distinto daquele de países desenvolvidos em que os títulos do governo passam períodos substanciais com taxas de juros negativas como seus retornos. Já títulos públicos brasileiros atrelados à taxa Selic – Letras Financeiras do Tesouro (LFTs) ou Tesouro Selic – aparecem como opções de investimento muito mais atrativas, se comparados com esses títulos de países desenvolvidos com retornos muito menores ou até taxas negativas.

Este estudo objetivou identificar períodos de crise no mercado de ações brasileiro e analisar como os retornos no mercado de títulos públicos afetam o desempenho no mercado de ações, tanto em cenários de crise quanto em outros períodos. Para isso, foi empregado um modelo Markov *switching* – um método econométrico não linear. O Ibovespa consistiu na variável dependente (explicada) do modelo estimado, já que este é o principal índice do mercado de ações brasileiro. Já a variação do Índice de Mercado Anbima – Série S (IMA-S) foi adotada como variável independente (explicativa) que capta a relação de interesse, em vista de refletir o desempenho de títulos públicos pós-fixados atrelados à taxa básica de juros (Selic). O período de análise abrange de janeiro de 2002 a dezembro de 2024.

Alguns estudos prévios analisaram a relação entre o desempenho no mercado de ações brasileiro e os retornos no mercado de títulos ou a relação equivalente com as taxas de juros (Montes & Tiberto, 2012; Pimentel & Choudhry, 2014). Apesar disso, não se conhecia um estudo que tivesse analisado se essa relação é distinta nos períodos de crise e em outros períodos, no contexto do Brasil. Portanto, este estudo cobre uma lacuna na literatura por prover evidência de que a magnitude dessa relação difere nesses momentos. No que diz respeito a uma contribuição prática, os resultados encontrados podem dar embasamento para a formulação de estratégias de investimento eficazes na proteção de capitais em cenários de crise, as quais migram os capitais para títulos públicos, considerando-os um refúgio seguro.

Este artigo está dividido em seis seções, contando com a introdução. Na sequência, a Seção 2 discute a literatura que analisou a relação entre o desempenho no mercado de ações e os retornos dos títulos públicos atrelados às taxas de juros. Essa seção também discute a literatura que tratou do uso de títulos públicos como um refúgio seguro (*safe haven assets*) durante períodos de crise. A Seção 3 apresenta os métodos empregados neste estudo, descrevendo os dados utilizados e o modelo econométrico estimado. A Seção 4 apresenta os resultados encontrados e a Seção 5 os discute. Por último, a Seção 6 traz algumas considerações finais.

## 2. Revisão de literatura e hipóteses

A relação entre índices do mercado de ações e as taxas de juros em termos de retornos dos títulos públicos foi amplamente analisada na literatura. No contexto do Japão, Mukherjee e Naka (1995) encontram uma relação positiva entre taxas de juros de curto prazo e o desempenho do mercado de ações e uma relação negativa quando a relação é com as taxas de juros de longo prazo. Maysami e Koh (2002) e Panda (2008) encontraram esses mesmos resultados para os mercados de Singapura e Índia, respectivamente. Humpe e Macmillan (2009) encontram uma relação negativa entre o desempenho do mercado de ações e as taxas de juros de longo prazo nos Estados Unidos da América (EUA), ainda que para o Japão os autores não tenham encontrado uma relação direta entre as variáveis. Os três estudos mencionados usaram modelos de correção de erros vetoriais (VECM) como abordagem metodológica.

Quanto ao mercado brasileiro, Montes e Tiberto (2012) encontram efeitos negativos das taxas de juros reais sobre o Ibovespa, seja estimando modelos por mínimos quadrados ordinários (OLS) ou pelo método de momentos generalizado (GMM). Já Pimentel e Choudhry (2014) encontraram efeitos das taxas de juros sobre os retornos do Ibovespa, mas com os sinais dos coeficientes variando conforme as defasagens de um modelo autorregressivo vetorial (VAR).

Quando se trata de períodos turbulentos, a literatura tem apoiado a ideia de que as taxas de juros terão efeitos de magnitudes maiores quando o mercado se encontrar em queda. Mediante a estimação de um modelo Markov switching, Chen (2007) mostrou que, no contexto dos EUA, medidas de política monetária em termos de taxas de juros, inclusive as taxas pagas pelos títulos públicos, tem efeitos mais pronunciados nos períodos de mercado em baixa (bear markets), em comparação com aqueles de mercado em alta (bull market). Lv et al. (2015) encontram relações negativas entre as variações das taxas de juros e os retornos anormais acumulados no mercado da China. Usando os próprios retornos para determinar regimes do mercado, esses autores encontraram uma relação de maior magnitude durante os regimes de queda do mercado.

Anas et al. (2024) revisam a literatura sobre ativo utilizados como refúgio seguro ou como *hedge*. Kopyl e Lee (2016) encontram resultados que apoiam os títulos do Tesouro americano como refúgio seguro, porém somente na Crise Financeira Mundial de 2008. Hasan et al. (2021) encontraram que os títulos do Tesouro americano não funcionaram bem como refúgio seguro durante a Crise Financeira Mundial de 2008 e a pandemia de Covid-19. Em contraste, Gubareva et al. (2023) encontram resultados que suportam a capacidade de os títulos

dos EUA funcionarem como refúgio seguro nessas mesmas crises. Choudhury et al. (2022) analisou ativos como refúgio seguro durante várias epidemias (algumas doenças, inclusive Covid-19), encontrando que os títulos dos EUA são os ativos mais seguros, seguidos por aqueles do Japão. Liu (2018) também encontra resultados favoráveis aos títulos serem um refúgio seguro usando dados de 16 países.<sup>2</sup>

A partir dessa revisão de literatura, foram formuladas duas hipóteses para serem investigadas neste estudo:

*H<sub>1</sub>: O mercado de ações apresenta crises recorrentes, que se intercalam com períodos em que predominam manutenção ou expansão dos retornos.*

*H<sub>2</sub>: Os efeitos dos retornos dos títulos públicos sobre o desempenho do mercado de ações diferem conforme os estados de mercado sem crise e em crise.*

Essas hipóteses podem ser testadas a partir de parâmetros do modelo Markov *switching* que foi estimado neste estudo (o que será detalhado adiante).

### 3. Métodos

#### 3.1. Dados

Para identificar momentos de crise no mercado de ações e avaliar como os retornos no mercado de títulos públicos afetam o Ibovespa, em cenários com e sem crise, foram utilizadas duas variáveis: o Ibovespa e o IMA-S. Os dados dessas variáveis são referentes a janeiro de 2002 até dezembro de 2024 – período delimitado pelo início da série histórica do IMA-S<sup>3</sup> e o ano completo mais recente disponível no momento da coleta de dados. A seguir, essas variáveis são descritas detalhadamente.

- **Ibovespa:** O Ibovespa é o principal índice do mercado de ações brasileiro, representando a evolução de uma carteira teórica de ações ao longo do tempo. O Ibovespa é um índice de retorno total e, devido a tal abordagem metodológica, reincorpora os proventos (BM&FBovespa, 2014). Os dados de fechamento diário do Ibovespa foram coletados na plataforma FGV Dados<sup>4</sup>. A partir desses dados, foi calculada uma média mensal do Ibovespa, a qual, de fato, consistiu na variável utilizada.

<sup>2</sup> Os países são: Áustria, Austrália, Canadá, França, Alemanha, Hungria, Irlanda, Japão, Rússia, África do Sul, Singapura, Coreia do Sul, Espanha, Suécia, Reino Unido e Estados Unidos.

<sup>3</sup> A série histórica do IMA-S tem início em dezembro de 2021, mas tirando a primeira diferença para obter a variação do índice, perde-se uma observação, passando o início da série a ser janeiro de 2002.

<sup>4</sup> A plataforma FGV Dados pode ser acessada em: <https://extra-ibre.fgv.br/IBRE/sitefgvdados>.

Essa variável foi empregada em nível no modelo econométrico estimado, isto é, em termos de pontos-base.

- **IMA-S:** O Índice de Mercado Anbima (IMA) é um indicador de desempenho dos investimentos no mercado de títulos públicos. O IMA é dividido em subíndices que denotam o desempenho de títulos públicos específicos. Particularmente, o Índice de Mercado Anbima Série S (IMA-S) é o subíndice que indica o retorno acumulado de uma carteira composta pelos títulos públicos pós-fixados atrelados à taxa básica de juros (Selic), que são as Letras Financeiras do Tesouro (LFTs) ou Tesouro Selic (Ambima, 2025). Os dados diários do IMA-S foram coletados na plataforma Anbima Data<sup>5</sup>. A partir desses dados, foi calculada uma média mensal do IMA-S. Essa variável foi utilizada em primeira diferença (o que é denotado pelo operador de diferenciação,  $\Delta$ ) no modelo econométrico estimado, isto é, em termos de variação dos pontos-base.<sup>6</sup>

As estatísticas descritivas dessas variáveis são apresentadas na Tabela 1. Como se pode ver nessa tabela, a variação média mensal do IMA-S foi cerca de 23 pontos. Já a média do Ibovespa foi cerca de 64.729 pontos. Esse índice do mercado de ações seguiu uma tendência crescente, com quebras decorrentes de crises, até chegar ao máximo de 132.505 pontos, em agosto de 2024 (a Figura 1 exibe a trajetória do Ibovespa).

**Tabela 1 – Estatísticas descritivas**

<b>Estatística</b>	<b>IBOVESPA</b>	<b><math>\Delta</math>IMA-S</b>
Média	64.729,07	23,62
Mediana	59.185,20	17,30
Máximo	132.505,90	69,08
Mínimo	9.205,24	-11,94
Desvio padrão	32.929,45	15,69
N.º de observações	276	276

Nota: Ibovespa em nível e IMA-S em primeira diferença ( $\Delta$ ). Fonte: Elaboração própria.

Apesar de as estatísticas das variáveis não serem diretamente comparáveis, visto que o Ibovespa se encontra em nível e o IMA-S se encontra em primeira diferença, ainda assim é possível inferir sobre o comportamento desses índices. O IMA-S apresenta baixa volatilidade, o que é típico de títulos públicos. Enquanto isso, o Ibovespa apresenta volatilidade mais alta,

<sup>5</sup> A plataforma Anbima Data pode ser acessada em: <https://data.anbima.com.br/indices>.

<sup>6</sup> Tanto o Ibovespa quanto a variação do IMA-S têm séries temporais integradas em primeira ordem. Neste estudo, o modelo estimado com essas séries temporais tem resíduos estacionários, o que indica que não se trata do caso clássico de regressões espúrias (Granger & Newbold, 1974). Além disso, o uso da série do IMA-S em termos de variação de pontos permite uma interpretação mais interessante dos coeficientes do modelo estimado.

com uma média relativamente elevada em relação à mediana, indicando que valores extremos positivos influenciam bastante a série temporal.

### 3.2. Modelo econométrico

Este estudo emprega um modelo Markov *switching* na identificação dos períodos de crise no mercado de ações brasileiro e na análise da relação entre os retornos no mercado de títulos públicos e o desempenho nesse mercado, tanto nesses cenários de crise quanto em outros períodos. Distintas abordagens de modelos Markov *switching* são revisadas em Kim e Nelson (1999), cada uma com suas peculiaridades. Este estudo buscou embasamento no trabalho desses autores para selecionar a abordagem mais adequada a seu contexto.

Para compreender o modelo econométrico deste estudo, deve-se assumir que dois distintos componentes determinísticos (constante e tendência) da série temporal do Ibovespa alternam conforme uma variável discreta não observável,  $s$ , que denota o regime (equivalentemente, o estado) de mercado em crise,  $s_1$ , quando  $s = 1$ , ou o regime de mercado sem crise,  $s_2$ , quando  $s = 2$ .<sup>7</sup> No modelo, considerou-se como variáveis uma constante,  $\alpha_s$ , e a variação do Índice de Mercado Anbima – Série S,  $\Delta\text{IMA}_S$ , ambas dependentes do regime  $s$ , em que o Ibovespa pode se encontrar em algum período  $t$ . Além disso, foi considerada também uma tendência,  $\xi t$ , que não depende do estado  $s$ . O modelo estimado é especificado conforme a Equação 1:

$$Ibovespa_t = \begin{cases} \alpha_{1t} + \xi t + \beta_1 \Delta\text{IMA}_S t + \varepsilon_t, & \text{quando } s = 1 \\ \alpha_{2t} + \xi t + \beta_2 \Delta\text{IMA}_S t + \varepsilon_t, & \text{quando } s = 2 \end{cases} \quad (1)$$

Nessa equação, o componente determinístico representado por  $\alpha_{1t} + \xi t$  é assumido ser diferente daquele representado por  $\alpha_{2t} + \xi t$ . É exatamente o fato de o valor de  $\alpha$  depender do regime  $s$ , em que a variável dependente pode se encontrar, que distingue esses termos determinísticos. Os erros do modelo,  $\varepsilon$ , são assumidos como normalmente distribuídos, ou seja,  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2_{s_t})$ . A variância,  $\sigma^2$ , é permitida ser distinta para os regimes, sendo  $\sigma^2_1$  quando no estado  $s_1$  e  $\sigma^2_2$  quando no estado  $s_2$ .

Hamilton (1989) é um estudo clássico, que emprega um modelo Markov *switching* com termos autorregressivos na análise dos ciclos de negócios – regimes de crescimento econômico ou de recessões. Já Chauvet (2002) empregou um modelo Markov *switching* que não incorpora

<sup>7</sup> Pode-se entender o *regime* como equivalente ao *estado*, já que há uma correspondência entre eles.

termos autorregressivos com essa mesma finalidade. A autora explica que a não inclusão desses termos contribui para uma melhor identificação dos regimes quando há quebras estruturais na série temporal de Produto Interno Bruto (PIB). De fato, os termos autorregressivos podem levar tais modelos a falhar na identificação dos regimes na presença de quebras estruturais. Particularmente, a série temporal do Ibovespa, empregada neste estudo, apresenta várias quebras estruturais bastante nítidas, o que justifica a adoção de um modelo que se assemelhe ao de Chauvet (2002), no que diz respeito a não incorporar termos autorregressivos.

Todavia, o modelo estimado neste estudo tem peculiaridades. Primeiramente, esse modelo inclui uma variável exógena. A variável  $\Delta\text{IMA-S}$  é incorporada com o intuito de identificação dos efeitos dos retornos dos títulos públicos, que diferem conforme os estados do mercado de ações. Com base nos resultados para essa variável, testa-se a hipótese de que os efeitos dos retornos dos títulos públicos sobre o desempenho do mercado de ações diferem conforme os estados de mercado sem crise e em crise.

Além disso, o modelo inclui um termo de tendência. Essa inclusão é fundamental para que o algoritmo do modelo Markov switching consiga estimar com precisão as probabilidades de o mercado estar em crise ou não. Considerando que o Ibovespa tem uma tendência crescente ao longo do tempo, a inclusão do termo de tendência no modelo faz com que valores maiores do índice não necessariamente impliquem o estado sem crise. Considerando o Teorema de Frisch-Waugh-Lovell (Frisch & Waugh, 1933; Lovell, 1963), a inclusão de um termo de tendência no modelo principal deve gerar resultados semelhantes àqueles de quando se realiza o procedimento de extração da tendência na série temporal da variável dependente, mediante uma regressão prévia, antes de usá-la na regressão principal.

Finalmente, o modelo deste estudo permite a variância condicional,  $\sigma^2$ , diferir conforme os estados em crise e sem crise. Essa especificação foi empregada tendo em vista que a volatilidade do mercado de ações pode mudar ao longo do tempo, conforme as circunstâncias (Schwert, 1989). O modelo empregado por Hamilton e Susmel (1994) serviu de inspiração para aquele deste estudo, por permitir que tanto a média (captada pela constante) quanto a variância diferissem conforme os regimes.

No modelo deste estudo, a suposição de um processo de Markov de primeira ordem requer que a probabilidade ( $p$ ) de o Ibovespa estar em um dos estados (em crise e sem crise) no período  $t$  dependa do estado imediatamente anterior, no período  $t - 1$ , como representado na Equação 2:

$$\begin{aligned}
p_{1|1} &= P(s_t = 1 | s_{t-1} = 1) \\
p_{1|2} &= P(s_t = 2 | s_{t-1} = 1) \\
p_{2|2} &= P(s_t = 2 | s_{t-1} = 2) \\
p_{2|1} &= P(s_t = 1 | s_{t-1} = 2).
\end{aligned} \tag{2}$$

A título de exemplo, nesse contexto,  $p_{1|2}$  consiste na probabilidade de, a partir do período  $t - 1$ , o mercado permanecer no regime em crise,  $s_1$ , no período  $t$ ; enquanto  $p_{1|1}$  consiste na probabilidade de passar do regime de mercado em crise,  $s_1$ , no período  $t - 1$ , para o regime de mercado fora de uma crise,  $s_2$ , no período  $t$ .

As probabilidades de mudança de regime, estimadas mediante o modelo, são assumidas como invariantes no tempo. Assim, as probabilidades podem ser representadas como uma matriz de transição, conforme a Equação 3:

$$P = \begin{bmatrix} p_{1|1} & p_{1|2} \\ p_{2|1} & p_{2|2} \end{bmatrix}. \tag{3}$$

O algoritmo do modelo Markov *switching* chega às probabilidades por meio do procedimento de filtragem (*filtering*). Já o procedimento de suavização (*smoothing*) considera toda a amostra de dados disponível para refinar as estimativas de probabilidade. A filtragem empregada no modelo deste estudo segue o procedimento de Hamilton (1989) e a suavização segue a abordagem recursiva de Kim (1994). O modelo é estimado por Máxima Verossimilhança. O modelo foi estimado mediante o software EViews.

#### 4. Resultados

Assumindo que o Ibovespa pudesse intercalar entre estados de mercado com e sem crise, este estudo utilizou um modelo Markov *switching* para identificar tais estados. Esse modelo permite estimar as probabilidades de o Ibovespa assumir componentes determinísticos em níveis menores ou maiores em cada instante do tempo (meses), provendo evidência sobre o índice se encontrar nos estados assumidos como em crise e sem crise. Além disso, o modelo permite estimar coeficientes para a variável  $\Delta\text{IMA-S}$ , de modo que eles possam variar conforme os referidos estados. Assim, pode-se observar como os retornos no mercado de títulos públicos atrelados às taxas de juros influenciam o mercado de ações, especificamente nos estados em crise e sem crise. A Tabela 2 apresenta os resultados do modelo Markov *switching* estimado.

Tabela 2 – Resultados do modelo Markov switching estimado

Variável	Coefficiente	Erro padrão	Estatística z
<b>Variáveis condicionais ao regime</b>			
<i>Regime em crise: s = 1</i>			
$\alpha_1$	17.426,8500***	1370,0690	12,7197
$\Delta\text{IMA}_{S_1}$	-743,7611***	101,8908	-7,2996
$\log(\sigma^2_1)$	8,5930***	0,0733	117,2759
<i>Regime sem crise: s = 2</i>			
$\alpha_2$	25.999,8700***	1705,2240	15,2472
$\Delta\text{IMA}_{S_2}$	-121,8303**	49,6710	-2,4527
$\log(\sigma^2_2)$	8,8930***	0,0544	163,3845
<b>Termo comum aos regimes</b>			
$\xi t$	377,3186***	11,7284	32,1714
<b>Matriz de parâmetros de transição</b>			
$s_1$	3,6356***	0,4016	9,0518
$s_2$	-3,6193***	0,3918	-9,2375
<b>Probabilidades de transição</b>			
$p_{1 1}$			97,43%
$p_{1 2}$			2,61%
$p_{2 2}$			97,39%
$p_{2 1}$			2,57%
<b>Durações esperadas</b>			
$s_1$			38,92
$s_2$			38,31
<b>Estatísticas de testes de diagnóstico</b>			
Log verossimilhança			-2830,7380
Teste Shapiro-Wilk – estatística Z			0,9941
Teste Shapiro-Wilk – valor p			0,3642
Teste Shapiro-Francia – estatística W'			0,9934
Teste Shapiro-Francia – valor p			0,2345

Notas: A variável dependente é Ibovespa. \*\*\*, \*\* e \* denotam que os coeficientes foram significativos aos níveis de 1%, 5% e 10% de significância, respectivamente. Fonte: Elaboração própria.

Quanto aos termos determinísticos do modelo estimado (constante e tendência), observa-se que as constantes ( $\alpha_1$  e  $\alpha_2$ ), que diferem conforme os estados, tiveram coeficientes significativos. Além disso, o termo de tendência ( $\xi t$ ), que é invariante em relação aos estados, também teve coeficiente significativo. Assim, a existência de dois distintos termos determinísticos corrobora que o Ibovespa transite ciclicamente entre os dois níveis supostos. Os parâmetros da matriz de transição ( $s_1$  e  $s_2$ ) também apresentaram coeficientes significativos, indicando que o modelo, de fato, foi capaz de identificar os dois distintos estados para o Ibovespa.

Assim como em Engel e Hamilton (1990) e Resende (1999), foi testada a hipótese de que os coeficientes estimados para  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  eram iguais. Para isso, aplicou-se um teste de Wald, impondo a restrição correspondente à referida igualdade entre as constantes. O teste retornou

uma estatística  $\chi^2(1)$  de 12,63 e um valor  $p$  menor que 0,001, permitindo rejeitar essa hipótese de igualdade ao nível de significância de 1%, em favor de as constantes serem estatisticamente diferentes.

Quanto à variância, que foi permitida diferir conforme os estados, observou-se que ela apresentou coeficientes bem próximos. Isso indica que, no histórico do Ibovespa, a volatilidade não diferiu tanto como seria de se esperar quando comparados estados em crise e sem crise.

Quanto à relação de interesse neste estudo, observa-se que a variação do Índice de Mercado Anbima – Série S ( $\Delta\text{IMA}_S$ ) apresentou coeficientes significativos e negativos em ambos os estados, denotando relações inversas entre as variações nesse índice do mercado de títulos e o desempenho do mercado de ações. Enquanto no estado em crise uma variação de 1 ponto no IMA-S está associada a uma queda média de 743 pontos no Ibovespa, no estado sem crise essa queda passa a ser de 121 pontos.

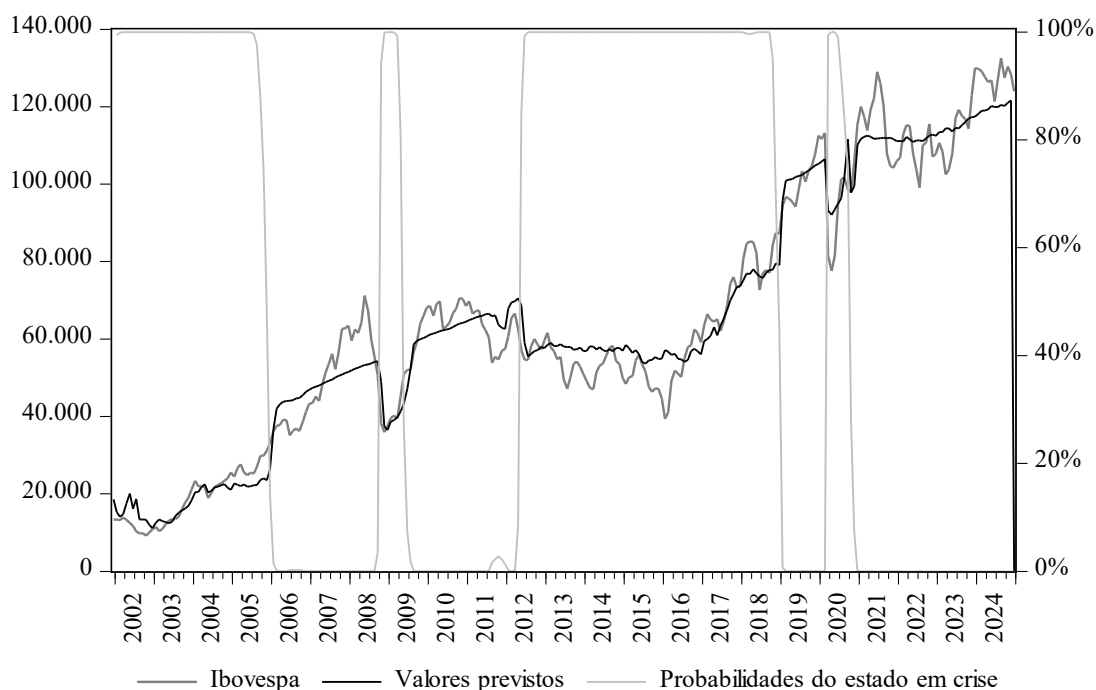
As probabilidades de transição sugerem que a chance de o Ibovespa se encontrar em um dos regimes assumidos é altamente dependente do regime em que esse índice se encontrava no período imediatamente anterior, o que justifica a adoção de um modelo Markov *switching* – um método econométrico que pressupõe um processo de Markov de primeira ordem. Em linha com isso, a probabilidade de o Ibovespa se manter no regime em crise ( $p_{1|1}$ ) é 97,43% e a probabilidade de se manter naquele sem crise ( $p_{2|2}$ ) é de 97,39%. Contrariamente, a probabilidade de sair do estado em crise para aquele sem crise ( $p_{1|2}$ ) é de 2,61% e a probabilidade de sair do regime sem crise e adentrar naquele em crise ( $p_{2|1}$ ) é de 2,57%.

As durações esperadas denotam que, no mercado de ações brasileiro, os regimes em crise ( $s_1$ ) e sem crise ( $s_2$ ) tendem a ter durações muito próximas – ambas as médias de duração são por volta de 38 meses. Porém, a duração esperada do regime em crise parece ter sido influenciada pelas probabilidades de crise referentes ao período de 2012 e 2018. Apesar de esse período não coincidir exatamente com a Crise Econômica Brasileira (2014-2016), antes e depois dessa crise, o mercado precificava o risco e a incerteza decorrentes de outros fatores macroeconômicos.

Finalmente, no que diz respeito aos testes de pressupostos do modelo, destaca-se que foram aplicados os testes de normalidade Shapiro-Wilk e Shapiro-Francia – adequados para uma amostra de 273 observações. Ambos os testes não rejeitaram a hipótese nula de que os resíduos do modelo têm distribuição normal. Portanto, cumpre-se com o pressuposto de erros normalmente distribuídos do modelo Markov *switching*. Isso corrobora que os resultados encontrados sejam válidos.

Os períodos com e sem crise são identificados conforme as probabilidades do modelo Markov *switching*, que foram filtradas conforme o procedimento de Hamilton (1989) e suavizadas conforme a abordagem de Kim (1994). A Figura 1 exibe o Ibovespa (linha preta), os valores previstos pelo Markov *switching* estimado (linha em cinza escuro) e as probabilidades de o mercado se encontrar em crise (linha em cinza claro).

**Figura 1 – Ibovespa, valores previstos e probabilidades do estado em crise**



Fonte: Elaboração própria.

Por esse gráfico, visualmente, nota-se que os valores previstos pelo modelo Markov *switching* se ajustam bem sobre o Ibovespa. Além disso, observa-se que as probabilidades do estado em crise coincidem com as principais crises do período analisado e com outros períodos de cenário macroeconômico turbulento. O primeiro período em crise (2002-2005) é decorrente da transição de governo que gerou incerteza sobre a condução da política macroeconômica e pelo ambiente internacional adverso, fatores que provocaram alta volatilidade e retornos relativamente baixos no mercado de ações brasileiro. O segundo período em crise (2008-2009) é decorrente do impacto da Crise do *Subprime* (crise financeira mundial) sobre esse mercado. O terceiro período em crise (2012-2018) é marcado pela Crise Econômica Brasileira (ocorrida entre 2014 e 2016), incorporando, ainda, períodos de incerteza alguns anos antes e depois da maior crise econômica da história do Brasil. Já o último período em crise (2020) decorre da pandemia de Covid-19, que derrubou o mercado de ações brasileiro. Essa última crise gerou um comportamento do mercado que se assemelha àquele da Crise do *Subprime*, marcado por

queda forte e recuperação rápida. Por outro lado, na Crise Econômica Brasileira, tanto a queda quanto a recuperação foram bem mais lentas.

Com base nas probabilidades de regimes recuperadas do modelo Markov *switching*, é possível realizar a datação precisa dos estados em crise e sem crise. Neste estudo, foi assumido que, quando as probabilidades de regime de mercado em crise fossem superiores a 50%, o mercado se encontraria em crise; do contrário, ele estaria sem crise. Utilizando as probabilidades de modelos Markov switching, regimes também foram datados com base no referido limiar em Hamilton (1989), Resende (1999) e Chauvet (2002). A Tabela 3 apresenta a datação dos regimes com seus períodos delineados mensalmente.

**Tabela 3 - Datação dos períodos de mercado com e sem crise**

Períodos	Duração	Regime	Estado do Mercado
Janeiro de 2002 a outubro de 2005	46	$s_1$	Em crise
Novembro de 2005 a setembro de 2008	35	$s_2$	Sem crise
Outubro de 2008 a abril de 2009	7	$s_1$	Em crise
Mai de 2009 a abril de 2012	36	$s_2$	Sem crise
Mai de 2012 a novembro de 2018	79	$s_1$	Em crise
Dezembro de 2018 a fevereiro de 2020	15	$s_2$	Sem crise
Março de 2020 a setembro de 2020	7	$s_1$	Em crise
Outubro de 2020 a dezembro de 2024	51	$s_2$	Sem crise

Nota: A duração é dada em meses. Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 3 sugere que o mercado de ações brasileiro esteve no estado em crise quatro vezes no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2024, intercalando com outros quatro estados sem crise. Com isso, entende-se que o mercado de ações passa por períodos de crise ciclicamente. Nesses períodos de crise, é importante estabelecer estratégias para proteger os recursos financeiros investidos.

## 5. Discussão dos resultados

Quanto às hipóteses elencadas no presente estudo, não se rejeitou  $H_1$ , que dispõe que o mercado de ações apresenta crises recorrentes, que se intercalam com períodos em que predominam manutenção dos preços ou expansão dos retornos. Na avaliação dessa primeira hipótese, foram considerados os coeficientes significativos para os estados em crise,  $s_1$ , e sem crise,  $s_2$ , juntamente das probabilidades do regime  $s_1$ , que coincidem bem com períodos de crise. Adicionalmente, também não se rejeitou  $H_2$ , que dispõe que os efeitos dos retornos dos títulos públicos sobre o desempenho do mercado de ações diferem conforme os estados de

mercado sem crise e em crise. Na avaliação dessa segunda hipótese, foram considerados os coeficientes distintos que a variável  $\Delta\text{IMA-S}$  assume nos regimes  $s_1$  e  $s_2$ .

A partir dos coeficientes estimados para a variável  $\Delta\text{IMA-S}$ , observou-se que a relação negativa entre os retornos dos títulos públicos atrelados à taxa Selic e o desempenho do mercado de ações se intensifica em momentos de crise. De fato, a literatura prévia já possibilitava esperar que a referida relação seria negativa (Mukherjee & Naka, 1995; Maysami & Koh, 2002; Panda, 2008; Humpe & Macmillan, 2009), mas a questão da intensificação da relação parece uma inovação.

Os resultados deste estudo podem fundamentar estratégias de alocação de capitais que buscam proteger os valores investidos. Investidores podem deslocar seus capitais do mercado de ações para o mercado de títulos públicos na iminência de crises. Isso deve não somente evitar perdas durante as crises, como também promover ganhos para o investidor, já que os títulos públicos atrelados à taxa Selic têm um rendimento quase que garantido – retornos negativos são raríssimos no mercado brasileiro de títulos. Como esses títulos têm liquidez diária, quando transpassados os momentos de crise, os investidores podem voltar a alocar seus capitais no mercado de ações, na busca por retornos maiores do que aqueles dos títulos públicos.

Essas ideias estão em linha com a literatura que buscou investigar o uso de certos ativos como um refúgio seguro – *safe haven assets*. Vários estudos apontaram os títulos públicos como ativos seguros que podem proteger os capitais durante crises (Liu, 2018; Choudhury et al., 2022; Gubareva et al. 2023).

## 6. Considerações finais

Este estudo objetivou identificar momentos de crise no mercado de ações e avaliar como os retornos no mercado de títulos públicos afetam o Ibovespa, dentro e fora de tais momentos. Os resultados do modelo Markov *switching* permitiram cumprir com esse objetivo. A partir das probabilidades de estados em crise e sem crise, estimadas no modelo econométrico, foram identificados quatro períodos de crise no mercado de ações brasileiro, intercalando com outros quatro períodos sem crise. Os coeficientes estimados para a variação do IMA-S indicam relações inversas entre os retornos no mercado de títulos atrelados à taxa Selic e o desempenho no mercado de ações, sendo a magnitude da relação ampliada em cenários de crise.

O presente estudo não está isento de limitações metodológicas. A não inclusão de termos autorregressivos no modelo Markov *switching* foi relevante para a identificação adequada dos períodos de crise no mercado de ações. Porém, em virtude disso, resquícios de autocorrelação

podem estar presentes nos resíduos do modelo, o que tem implicações para a confiabilidade dos erros padrão e, por conseguinte, dos testes de significância dos coeficientes. Entretanto, deve-se levar em conta que é bem conhecida na literatura a relação negativa entre o desempenho do mercado de ações e as taxas de juros, as quais determinam os retornos dos títulos públicos considerados neste estudo – algo que traz plausibilidade para os resultados.

Quanto a estudos futuros, é possível utilizar métodos econométricos mais avançados para modelar a relação entre o Ibovespa e as variações do IMA-S. São incentivados estudos que empreguem um Markov-Switching Vector Error Correction Model (MS-VECM), à semelhança daquele empregado em Krolzig, Marcellino e Mizon (2002) e Francis e Owyang (2005), mas para o contexto analisado neste estudo. Essa sugestão tem embasamento nas características das séries temporais das variáveis empregadas neste estudo, que são não estacionárias e geram resíduos estacionários quando associadas em uma regressão, o que indica que elas são cointegradas (Engle; Granger, 1987).

## Referências

- Anas, M., Bouri, E., & Shahzad, S. J. (2024). A bibliometric analysis of literature on hedge and safe haven assets. *Journal of Economic Surveys*. <https://doi.org/10.1111/joes.12677>
- Anbima (2025). Afinal, o que é o IMA? [https://www.anbima.com.br/pt\\_br/informar/precos-e-indices/indices/ima.htm](https://www.anbima.com.br/pt_br/informar/precos-e-indices/indices/ima.htm)
- BM&FBovespa (2014). Manual de definições e procedimentos dos índices da BM&FBovespa. <http://bvmf.bmfbovespa.com.br/indices/download/Manual-de-procedimentos-pt-br.pdf>
- Chauvet, M. (2002). The Brazilian business and growth cycles. *Revista Brasileira de Economia*, 56(1), 75–106. <https://doi.org/10.1590/s0034-71402002000100003>
- Chen, S. (2007). Does monetary policy have asymmetric effects on stock returns? *Journal of Money, Credit and Banking*, 39(2–3), 667–688. <https://doi.org/10.1111/j.0022-2879.2007.00040.x>
- Choudhury, T., Kinatader, H., & Neupane, B. (2022). Gold, bonds, and epidemics: A safe haven study. *Finance Research Letters*, 48, 102978. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.102978>
- Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset*. Wiley.

- Engel, C., & Hamilton, J. D. (1990). Long swings in the Dollar: Are they in the data and do markets know it? *The American Economic Review*, 80(4), 689–713. <http://www.jstor.org/stable/2006703>
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251. <https://doi.org/10.2307/1913236>
- Francis, N., & Owyang, M. T. (2005). Monetary policy in a Markov-switching vector error-correction model. *Journal of Business & Economic Statistics*, 23(3), 305–313. <https://doi.org/10.1198/073500104000000325>
- Frisch, R., & Waugh, F. V. (1993). Partial time regressions as compared with individual trends. *Econometrica*, 1(4), 387-401. <https://doi.org/10.2307/1907330>
- Granger, C. W. J., & Newbold, P. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(74\)90034-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(74)90034-7)
- Gubareva, M., Umar, Z., Teplova, T., & Vo, X. V. (2023). Flights-to-quality from EM bonds to safe-haven US treasury securities: A Time-frequency analysis. *Emerging Markets Finance and Trade*, 59(2), 338–362. <https://doi.org/10.1080/1540496x.2022.2103399>
- Hamilton, J. D. (1989). A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. *Econometrica*, 57(2), 357. <https://doi.org/10.2307/1912559>
- Hamilton, J. D., & Susmel, R. (1994). Autoregressive conditional heteroskedasticity and changes in regime. *Journal of Econometrics*, 64(1–2), 307–333. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)90067-1)
- Hasan, Md. B., Hassan, M. K., Rashid, Md. M., & Alhenawi, Y. (2021). Are safe haven assets really safe during the 2008 global financial crisis and covid-19 pandemic? *Global Finance Journal*, 50, 100668. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2021.100668>
- Humpe, A., & Macmillan, P. (2009). Can macroeconomic variables explain long-term stock market movements? A comparison of the US and Japan. *Applied Financial Economics*, 19(2), 111–119. <https://doi.org/10.1080/09603100701748956>
- Kim, C.-J. (1994). Dynamic linear models with Markov-switching. *Journal of Econometrics*, 60(1–2), 1–22. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)90036-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)90036-1)

- Kim, C.-J., & Nelson, C. R. (1999). *State-space models with regime switching: Classical and Gibbs-sampling approaches with applications*. MIT Press.
- Kopyl, K. A., & Lee, J. B.-T. (2016). How safe are the safe haven assets? *Financial Markets and Portfolio Management*, 30(4), 453–482. <https://doi.org/10.1007/s11408-016-0277-5>
- Krolzig, H.-M., Marcellino, M., & Mizon, G. E. (2002). A Markov-switching vector equilibrium correction model of the UK labour market. *Empirical Economics*, 27(2), 233–254. <https://doi.org/10.1007/s001810100117>
- Lovell, M. C. (1963). Seasonal adjustment of economic time series and multiple regression analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 58(304), 993-1010. <http://doi.org/10.1080/01621459.1963.10480682>
- Liu, W. (2018). Are gold and government bond safe-haven assets? An extremal quantile regression analysis. *International Review of Finance*, 20(2), 451–483. <https://doi.org/10.1111/irfi.12232>
- Lv, X., Dong, W., & Fang, F. (2015). The asymmetric effects of official interest rate changes on China's stock market during different market regimes. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(4), 826–841. <https://doi.org/10.1080/1540496x.2015.1047305>
- Maysami, R. C., & Koh, T. S. (2000). A vector error correction model of the Singapore Stock Market. *International Review of Economics & Finance*, 9(1), 79–96. [https://doi.org/10.1016/s1059-0560\(99\)00042-8](https://doi.org/10.1016/s1059-0560(99)00042-8)
- Montes, G. C., & Tiberto, B. P. (2012). Macroeconomic environment, country risk and stock market performance: Evidence for Brazil. *Economic Modelling*, 29(5), 1666–1678. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.05.027>
- Mukherjee, T. K., & Naka, A. (1995). Dynamic relations between macroeconomic variables and the Japanese stock market: An application of a vector error correction model. *Journal of Financial Research*, 18(2), 223–237. <https://doi.org/10.1111/j.1475-6803.1995.tb00563.x>
- Panda, C. (2008). Do interest rates matter for stock markets? *Economic and Political Weekly*, 43(17), 107–115. <http://www.jstor.org/stable/40277397>

- Pimentel, R. C., & Choudhry, T. (2014). Stock returns under high inflation and interest rates: Evidence from the Brazilian market. *Emerging Markets Finance and Trade*, 50(1), 71–92. <https://doi.org/10.2753/ree1540-496x500104>
- Resende, M. (1999). Wave behaviour of mergers and acquisitions in the UK: A sectoral study. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(1), 85–94. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.00117>
- Schwert, G. W. (1989). Why does stock market volatility change over time? *The Journal of Finance*, 44(5), 1115–1153. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1989.tb02647.x>
- Sensoy, A., & Sobaci, C. (2014). Effects of volatility shocks on the dynamic linkages between exchange rate, interest rate and the stock market: The case of Turkey. *Economic Modelling*, 43, 448–457. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.09.005>