


**ANÁLISE DE QUEBRAS ESTRUTURAIS NA TAXA BÁSICA DE JUROS BRASILEIRA E NO MERCADO DE AÇÕES SOB O ADVENTO DA COVID-19**

**Denis Derkian Martins Pereira<sup>A</sup>, Jorge Luis Sanchez Arevalo<sup>B</sup>**



ARTICLE INFO	RESUMO
<p><b>Article history:</b>  <b>Received:</b> January, 02<sup>nd</sup> 2024  <b>Accepted:</b> February, 26<sup>th</sup> 2024</p>	<p><b>Objetivo:</b> Analisar, por meio de um modelo AR, a presença de quebras estruturais na série taxa de juros e, ante tal, verificar os efeitos e/ou mudanças no nível de preço da cotação das ações de determinadas empresas de capital aberto discriminadas por setores econômicos, no período de janeiro de 2015 a junho de 2022.</p>
<p><b>Palavras-chave:</b>             Taxa de Juros;            Ibovespa;            Mercado Financeiro;            Quebra Estrutural.</p> <div data-bbox="172 936 480 1182" style="text-align: center;">  </div>	<p><b>Referencial Teórico:</b> A política monetária tem um efeito substancial na intenção de investimento e, conseqüentemente, isso se reflete no ambiente de negócios canalizado pelo indicador de mercado brasileiro, o Ibovespa. Já a quebra estrutural denota a ocasião em que as tendências e os padrões de associação entre as observações de uma série temporal mudam. Essa ruptura geralmente reflete tempos difíceis, tais como a pandemia de COVID-19.</p> <p><b>Método:</b> Por meio de um modelo AR e testes estatísticos, foi analisada a presença de quebras estruturais na série da Selic. Procurou-se identificar reflexos no mercado de ações brasileiro, para o qual foi utilizado como objeto proxy o valor de mercado de 12 empresas componentes do Ibovespa.</p> <p><b>Resultados e Discussão:</b> Verificou-se uma divergência entre o preço das ações e a taxa de juros em relação ao momento em que ocorreram as quebras estruturais.</p> <p><b>Implicações da Pesquisa:</b> Por meio do conhecimento dessas mudanças estruturais, pode-se melhorar a capacidade de previsão e reduzir o risco de se estimar resultados equivocados.</p> <p><b>Originalidade/Valor:</b> Este estudo contribui para a literatura ao analisar a acuracidade de previsões, verificando a magnitude de eventual quebra, a qual possa servir para a tomada de decisão no ambiente de negócios.</p> <p>Doi: <a href="https://doi.org/10.26668/businessreview/2024.v9i4.4627">https://doi.org/10.26668/businessreview/2024.v9i4.4627</a></p>

**ANALYSIS OF STRUCTURAL BREAKS IN THE BRAZILIAN BASE INTEREST RATE AND THE STOCK MARKET UNDER THE ADVENT OF COVID-19**

**ABSTRACT**

**Objective:** Analyzing, by means of an AR model, the presence of structural breaks in the interest rate series and, as a result, to verify the effects and/or changes in the share price level of certain publicly traded companies broken down by economic sectors, from January 2015 to June 2022.

**Theoretical Framework:** Monetary policy has a substantial effect on investment intentions and, consequently, this is reflected in the business environment channeled through the Brazilian market indicator, the Ibovespa. A structural break is when the trends and patterns of association between observations in a time series change. This break usually reflects difficult times, such as the COVID-19 pandemic.

**Method:** Using an AR model and statistical tests, the presence of structural breaks in the Selic series was analyzed. The aim was to identify repercussions on the Brazilian stock market, for which the market value of 12 Ibovespa companies was used as a proxy.

<sup>A</sup> Mestrando em Contabilidade. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Brasil.

E-mail: [derkian10@gmail.com](mailto:derkian10@gmail.com) Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-5638-2867>

<sup>B</sup> Doutor em Administração de Empresas. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Brasil.

E-mail: [jorge.sanchez@ufms.br](mailto:jorge.sanchez@ufms.br) Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8426-2096>

**Results and Discussion:** There was a divergence between the share price and the interest rate when the structural breaks occurred.

**Research Implications:** Knowing these structural changes can improve forecasting capacity and reduce the risk of estimating erroneous results.

**Originality/Value:** This study contributes to the literature by analyzing the accuracy of forecasts, verifying the magnitude of any shortfall, which can be used to make decisions in the business environment.

**Keywords:** Interest Rate, Ibovespa, Financial Market, Structural Break.

## ANÁLISIS DE RUPTURAS ESTRUCTURALES EN EL TIPO DE INTERÉS BÁSICO BRASILEÑO Y EN EL MERCADO BURSÁTIL BAJO EL ADVENIMIENTO DE LA COVID-19

### RESUMEN

**Objetivo:** Analizar, mediante un modelo AR, la presencia de rupturas estructurales en la serie de tipos de interés y, como resultado, verificar los efectos y/o cambios en el nivel de cotización de determinadas empresas cotizadas desagregadas por sectores económicos, desde enero de 2015 hasta junio de 2022.

**Marco Teórico:** La política monetaria tiene un efecto sustancial en las intenciones de inversión y, en consecuencia, esto se refleja en el entorno empresarial canalizado a través del indicador del mercado brasileño, el Ibovespa. Una ruptura estructural se produce cuando cambian las tendencias y los patrones de asociación entre las observaciones de una serie temporal. Esta ruptura suele reflejar momentos difíciles, como la pandemia del COVID-19.

**Método:** Utilizando un modelo AR y pruebas estadísticas, se analizó la presencia de rupturas estructurales en la serie Selic. El objetivo era identificar repercusiones en el mercado de valores brasileño, para lo cual se utilizó como proxy el valor de mercado de 12 empresas de Ibovespa.

**Resultados y Discusión:** Hubo una divergencia entre el precio de las acciones y el tipo de interés cuando se produjeron las rupturas estructurales.

**Implicaciones de la investigación:** Conocer estos cambios estructurales puede mejorar la capacidad de previsión y reducir el riesgo de estimar resultados erróneos.

**Originalidad/Valor:** Este estudio contribuye a la literatura analizando la precisión de las previsiones, verificando la magnitud de cualquier déficit, lo que puede ser utilizado para tomar decisiones en el entorno empresarial.

**Palabras clave:** Tasa de Interés, Ibovespa, Mercado Financiero, Ruptura Estructural.

## 1 INTRODUÇÃO

Em março de 2020, a COVID-19, doença causada pelo novo coronavírus Sars-Cov-2, foi elevada à categoria de pandemia pela Organização Mundial da Saúde [OMS] (2020). Além do caos trazido à saúde pública em todo o mundo, essa crise sanitária, que se estende até os dias atuais, tem gerado também severos transtornos de ordem econômica à maioria dos países. A necessidade de contenção do avanço da contaminação pelo vírus, por meio do isolamento social e da adoção de medidas, como o *lockdown*, acarretou um descompasso entre oferta e demanda, pressionando, assim, a economia como um todo.

O Brasil não conseguiu passar de forma indiferente à crise pandêmica e foi/está sendo profundamente impactado, tanto em termos econômicos quanto de saúde pública. Em 2020, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE] (2021), o país apresentou uma retração do Produto Interno Bruto (PIB) de 4,1%, e atingiu a taxa de desemprego de 13,9%, que foi a mais elevada da série histórica desenvolvida pelo instituto desde 1996. Ainda de

acordo com o IBGE (2021), a inflação do exercício financeiro de 2020, medida pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), foi de 4,52%, enquanto a taxa básica de juros da economia (do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia – Selic) encerrou o ano de 2020 em 2%, de acordo com o Banco Central do Brasil [BCB] (2020).

É nesse contexto de grande conturbação social e econômica que, como apontam Pinho (2020), ao abordar as crises internacionais do petróleo de 1973 e 1979, e Makin (2019), ao extrair lições decorrentes das respostas monetárias e fiscais adotadas pelo G-20 à crise financeira global de 2008 e 2009, e o Estado se utiliza dos instrumentos de políticas econômicas com maior eloquência e avidez.

Dessa forma, em geral, o agente governamental procura reduzir as desigualdades sociais, alcançar o pleno emprego, garantir a manutenção do poder de compra e a expansão da economia por meio das políticas econômicas, que são a *longa manus* usada pelo Estado visando alcançar os objetivos sociais e macroeconômicos estipulados para determinado período. Dentre as políticas normalmente utilizadas pelo ente governamental, destaca-se a monetária, que, em síntese, centra-se na gestão da quantidade de moeda, títulos públicos e da taxa de juros da economia.

Este artigo busca, por meio de técnicas estatísticas, avaliar a presença de quebras estruturais na série da Selic e, por conseguinte, identificar eventuais reflexos no mercado de ações brasileiro, para o qual será utilizado como objeto *proxy* o valor de mercado das empresas de capital aberto listadas na Brasil, Bolsa, Balcão (B3), no período de janeiro de 2015 a junho de 2022.

O presente estudo se mostra relevante, tendo em vista que a busca por mudanças estruturais é importante para a identificação de quais eventos podem causar alterações no nível das séries analisadas e, assim, avaliar a necessidade de se estimar novos modelos, seja modificando ou adicionando variáveis que permitam diferenciar os períodos de mudanças. Por meio do conhecimento dessas mudanças é possível melhorar a capacidade de previsão e reduzir o risco de se estimar resultados equivocados, o que servirá para a tomada de decisão no ambiente de negócios.

Justifica-se a adoção de janeiro de 2015 para o início da pesquisa devido ao choque de oferta na curva de investimento privado (relação entre a formação bruta de capital fixo e o PIB), no Brasil até o ano de 2014. Cabe lembrar que o país realizou a Copa das Confederações de 2013, a Copa do Mundo de 2014, e os Jogos Olímpicos e Paralímpicos de 2016, eventos estes

que importaram em um grande fluxo de capital na economia brasileira para a preparação e adequação do país como um todo.

O trabalho é composto por esta introdução; no próximo tópico apresenta-se uma revisão da literatura, tratando-se de quebra estrutural e estudos anteriores; a seguir, discute-se a base de dados, os aspectos metodológicos do modelo e os testes utilizados na investigação. Mostra-se, também, os resultados e achados da investigação e, por fim, as considerações finais e as referências que serviram de base encerram esta pesquisa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 QUEBRA ESTRUTURAL

Quebra estrutural ou mudança na estrutura do processo estocástico é um dado momento no tempo no qual ocorrem uma ou mais mudanças no nível da série, seja na dispersão e/ou na inclinação (Shikida *et al.*, 2016). Nesse sentido, a quebra estrutural denota a ocasião em que as tendências e os padrões de associação entre as observações de uma série temporal mudam. Essa ruptura (quebra) geralmente significa ou reflete tempos difíceis, tais como a pandemia de COVID-19, e o ajuste para que a economia volte ao equilíbrio não é fácil e nem rápido. Condições difíceis e voláteis afetam todo o sistema econômico — entretanto, alguns setores são mais sensíveis do que outros. Ressalta-se ainda que, no ambiente de negócios, uma quebra estrutural pode ser vista como um bom momento para ser um estrategista.

O estudo do comportamento de observações de uma variável dispostas ao longo de um período parte do pressuposto da estacionariedade da série temporal. Dessa forma, tanto a média quanto a variância da série são estáveis ao longo do tempo (Hansen, 2001). Contudo, é comum se deparar com séries tipicamente não estacionárias, ou seja, as observações não se desenvolvem ao longo do tempo em torno dos parâmetros estatísticos da série em análise, podendo apresentar, entre outros comportamentos não estacionários, ciclos, tendências e sazonalidades. Conforme Gujarati (2011), essas mudanças na estrutura ou quebras estruturais das séries temporais podem ocorrer por diversos motivos, tais como: forças exógenas, mudanças na política econômica, e até mesmo ações políticas *stricto sensu*.

No intuito de investigar a estabilidade de uma série temporal quanto aos seus parâmetros estatísticos, diversos estudos foram desenvolvidos. Chow (1960) foi o grande precursor, porém, contemporaneamente, Quandt (1960) trabalhou nessa questão das quebras estruturais. Chow

(1960) partiu da premissa do conhecimento da data da quebra estrutural na série, e Quandt (1960) abraçou a hipótese do desconhecimento da data de ocorrência da mudança na estrutura do processo estocástico para o desenvolvimento de seu modelo.

Além desses estudiosos, outros pesquisadores também se debruçaram sobre a temática, como: Brown *et al.* (1975), Dickey e Fuller (1979), Nelson e Plosser (1982), Perron (1988), Zivot e Andrews (1992), Perron e Vogelsang (1992).

## 2.2 ESTUDOS ANTERIORES

São recorrentes os estudos que buscam identificar a ocorrência de quebras estruturais em séries temporais e compreender esses processos estocásticos. Com isso, tanto para se realizar previsões quanto para se investigar os efeitos de choques exógenos e endógenos sobre variáveis macroeconômicas, por exemplo, faz-se necessário o estudo da estacionariedade e a constatação de eventuais pontos de mudança estrutural nas séries.

Nesse compasso, Uribe e López (2015) utilizaram o modelo de Bai e Perron (1998, 2003) para analisar o comportamento da taxa de câmbio na Colômbia durante o período de 2000-2014 e verificar se as quebras estruturais encontradas apresentavam coincidências com as intervenções do banco central colombiano. Os resultados demonstraram que a taxa de câmbio colombiana apresentou, naquele período, um comportamento *random walk*, não sendo identificada uma correlação com as intervenções do banco central.

Silva *et al.* (2015) investigaram o processo estocástico razão consumo-renda para 11 países da América Latina e dos Estados Unidos (EUA), entre 1951 e 2010. Para identificação de quebras estruturais, os autores utilizaram os testes de Perron e Yabu (2009) e Kejriwal e Perron (2010), e o teste de raiz unitária sugerido por Carrion-i-Silvestre *et al.* (2009). Os achados demonstraram a presença de duas quebras no parâmetro tendência da razão consumo-renda para a maior parte das economias estudadas. Colômbia e Paraguai apresentaram apenas uma quebra estrutural. Já em relação aos EUA, os autores apontaram que não se pode rejeitar a hipótese de ausência de quebra estrutural dos parâmetros da função tendência da propensão média a consumir.

Já Gutierrez e Almeida (2013) utilizaram o teste de quebra estrutural proposto por Clemente *et al.* (1998) para realizar o desenvolvimento de um modelo de previsão do preço do café no Brasil. Para isso, os pesquisadores incorporaram no modelo algumas variáveis macroeconômicas (taxa de juros, taxa de câmbio, PIB, etc.) a fim de verificar os reflexos dessas

variáveis sobre o preço no período de 1997 a 2009. Os achados indicaram uma quebra estrutural nos preços reais do café e uma dependência com a taxa de câmbio.

Em seu estudo acerca da validação da paridade descoberta da taxa de juros para os principais países da América Latina no período de 1995 a 2007, Carvalho e Divino (2008) aplicaram os testes de Zivot e Andrews (1992), Perron (1997) e Lee e Strazicich (2001) com o intuito de constatar o comportamento dos processos estocásticos em estudo e, assim, evitar o enviesamento dos testes de raiz unitária.

Por fim, destaca-se o recente trabalho de Inperes e Borges (2022), no qual os autores, por meio do teste de quebra de Zivot e Andrews (1992), verificaram pontos de quebras em diversas variáveis macroeconômicas inerentes ao contexto brasileiro, entre 2017 e 2021, diante da conjuntura econômica imposta pela COVID-19. Dentre essas variáveis, encontra-se a taxa básica de juros, Selic.

Isso posto, o presente trabalho almeja, no contexto de força exógena (COVID-19) e suas repercussões na política monetária nacional, investigar a existência de quebras estruturais na série da taxa Selic e, por conseguinte, a sensibilidade do mercado de ações brasileiro a essas eventuais mudanças estruturais no período de janeiro de 2015 a junho de 2022.

### **3 BASE DE DADOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 TAXA BÁSICA DE JUROS**

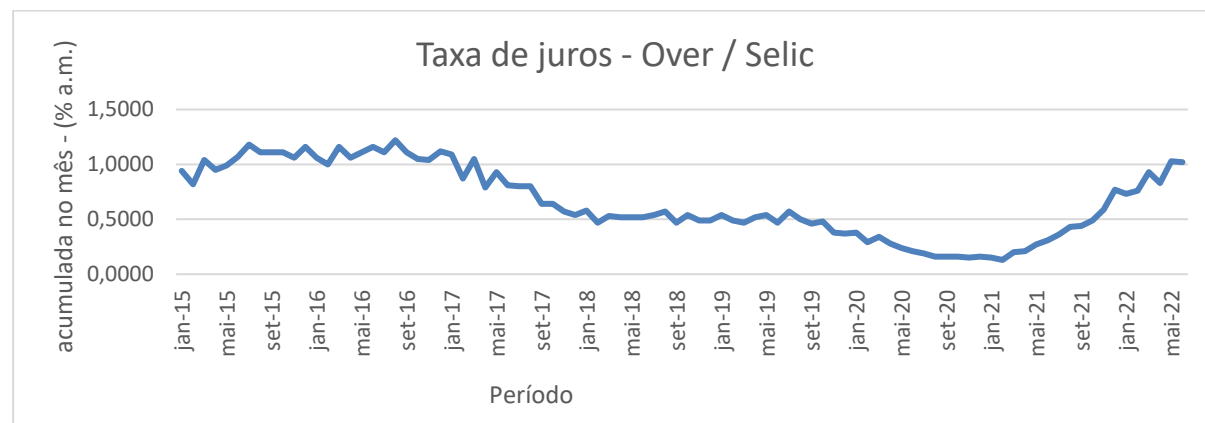
De acordo com o BCB (s.d.), a Selic é a taxa básica de juros da economia, que é apurada nas operações de empréstimo de um dia entre as instituições financeiras e têm por garantia títulos públicos. A Selic é o principal instrumento de política monetária empregada para controle da inflação — sua elevação ou redução afeta as demais taxas de juros presentes na economia nacional. Portanto, torna-se indutivo compreender que a elevação ou redução da Selic afeta toda a relação entre os agentes econômicos, visto que impacta nas decisões de tomar e/ou conceder empréstimos, no consumo das famílias, na estrutura de capital das empresas, etc. Por esse raciocínio, torna-se natural o entendimento que, ao se elevar a taxa de juros, o mercado acionário fica mais desinteressante para o investidor. Desse modo, a Selic pode ser entendida como o custo de oportunidade ou ainda, para Nunes (2003), como a taxa de desconto dos fluxos de caixa futuros esperados. A Selic é fixada a cada 45 dias pelo Comitê de Política Monetária

(Copom). Assim, ao observar o nível de inflação da economia, o Copom determina a taxa de juros para o próximo período.

Nesse compasso, a Figura 1 ilustra o comportamento da taxa de juros (Selic/*Over*) ao longo do período estudado.

### Figura 1

*Comportamento da taxa de juros de janeiro de 2015 a junho de 2022.*



Em janeiro de 2015, a Selic estabelecida foi de 12,25%, e ressalta-se que a taxa de juros já vinha de um ciclo de alta desde março de 2013, quando ela estava em 7,25%. Desse modo, no intuito de achatar a curva da inflação, esse ciclo de alta perdurou até agosto de 2016, quando a Selic atingiu o patamar de 14,25%. Nessa ocasião, a inflação, medida pelo IPCA, acumulada nos 12 últimos meses era de 8,97%.

Em agosto de 2016 teve início um ciclo de baixa na Selic, que atingiu seu percentual mínimo histórico de 2% em agosto de 2020, e com esse percentual permaneceu até março de 2021. Entretanto, a inflação relativa ao ano de 2020 foi de 4,52%, já apresentando um descolamento em relação à taxa de juros. Enfatiza-se que 2020 foi o ano mais impactado pelas medidas sanitárias impostas devido à pandemia de COVID-19, haja vista o conhecimento incipiente da doença e a falta de vacinas.

O ano de 2021 foi encerrado com uma taxa de juros fixada em 9,25%, enquanto a inflação para o mesmo ano foi de 10,06%. O ciclo de alta da Selic permaneceu até o mês de junho de 2022 (último mês de estudo desta pesquisa), em que atingiu o patamar de 13,25%, e com indicativos pelo Copom de nova alta por ocasião da reunião seguinte. Por fim, destaca-se que em junho de 2022 a inflação acumulada nos 12 meses anteriores foi de 11,89%; contudo, a acumulada de janeiro a junho de 2022 foi de 5,49%.

Para o desenvolvimento do presente artigo, utilizou-se a série histórica de dados mensais da taxa básica de juros, Selic/*Over* (média das operações diárias), obtida junto ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), relativa ao período de janeiro de 2015 a junho de 2022.

A Tabela 1 apresenta a estatística descritiva dos dados coletados referentes à série histórica da Selic/*Over*.

**Tabela 1**

*Estatística descritiva da série histórica Selic/Over de janeiro de 2015 a junho de 2022.*

Variável macro	Obs.	Média	Desv. Padrão	Mín.	Máx.
Selic	90	0,663	0,3294	0,13	1,22

### 3.2 VALOR DE MERCADO DAS EMPRESAS NO CONTEXTO PRÉ E PANDÊMICO

Assim como em Oliveira (2006), o valor de mercado de uma companhia, para fins do presente estudo, é o preço atual da ação no mercado financeiro multiplicado pela quantidade de ações que a empresa possui (1).

$$\text{Valor da Empresa} = P_i Q_i \quad (1)$$

Onde:

$P_i$  é a cotação do valor atual da ação no mercado financeiro, e  
 $Q_i$  é a quantidade total de ações em que o capital social da companhia se encontra dividido.

Nesse sentido, entende-se que, *a priori*, o valor/preço de mercado das empresas selecionadas funcione como *proxy* para explicar a sensibilidade de cada setor econômico do mercado brasileiro diante da política monetária empregada pelo governo federal no período em estudo.

Para tanto, selecionou-se, por conveniência, empresas dos seguintes setores econômicos, de acordo com a classificação setorial da B3: alimentação, comércio e varejo, comunicação, construção civil, elétrico, financeiro, mineração, petróleo, siderurgia, tecnologia e transportes. Em vista disso, para o setor de alimentação, a empresa Marfrig Global Foods foi escolhida; no comércio e varejo, as Lojas Renner; no setor de comunicação, TIM Participações; no de construção civil, Cyrela Brazil Realty e JHSF Participações; no setor elétrico, Cia Paranaense de Energia (COPEL); no financeiro, Banco Bradesco; no de mineração, Vale S.A.;



no setor de petróleo, Petro Rio; no de siderurgia, Gerdau; no de tecnologia, TOTVS; e, por fim, no setor de transportes, a empresa RUMO. Todas as empresas selecionadas fazem parte da carteira teórica do Ibovespa.

O índice Ibovespa B3 é o principal indicador de desempenho do mercado financeiro brasileiro (Malacrida & Yamamoto, 2006). O índice, que foi criado em 1968, reúne as empresas mais relevantes do mercado de capitais nacional, correspondendo a cerca de 80% do número de negócios e do volume financeiro.

Destaca-se ainda que, para a realização desta pesquisa, as séries históricas dos preços (cotações) de mercado de fechamento mensal, no período de janeiro de 2015 a junho de 2022 referentes às empresas selecionadas, foram extraídas da plataforma Economática.

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva dos dados coletados referente às empresas em estudo.

**Tabela 2**

*Estatística descritiva das séries históricas das cotações das empresas de janeiro de 2015 a junho de 2022.*

Setor	Empresas	Obs.	Média	Desv. Padrão	Mín.	Máx.
Alimentação	MRF3	90	10,1471	5,7487	4,04	26,50
Comércio	LREN3	90	27,6903	10,5289	11,36	51,38
Comunicação	TIMS3	90	10,9796	2,5818	5,66	16,48
Construção	CYRE3	90	14,3757	6,6060	5,61	29,94
Construção	JHSF3	90	3,5137	2,4109	0,99	9,05
Elétrico	CPLE6	90	3,7501	1,9594	1,53	7,62
Financeiro	BBDC4	90	16,4626	4,9873	6,65	25,23
Mineração	VALE3	90	41,3121	26,6162	7,07	102,59
Petróleo	PRI3	90	6,4838	8,3693	0,15	27,99
Siderurgia	GGBR3	90	14,0218	7,5696	2,94	30,81
Tecnologia	TOTS3	90	17,1283	9,5178	6,86	39,60
Transporte	RAIL3	90	14,7163	6,0072	1,88	26,02

### 3.3 MODELOS AUTORREGRESSIVOS (AR) E TESTES ESTATÍSTICOS

Por meio do *software Stata 14.0*, a base de dados foi rodada para estimar um modelo autorregressivo do tipo AR (p). No modelo autorregressivo, a variável explicativa é o valor em defasagem da variável dependente, ou seja, o valor da variável dependente no período  $t$  depende

do seu próprio valor em dados momentos no passado, sendo o erro estocástico um ruído branco estacionário. Assim, o modelo volta contra si mesmo (Gujarati, 2011; Greene, 2002).

Portanto, o modelo estabelece que a variável dependente estará em um momento  $t$ , enquanto a variável explanatória, que é a variável dependente defasada, em um momento  $t-1$ ,  $t-2$ ...  $t-p$ , de modo que o valor atual de uma variável dependa exclusivamente de seus próprios valores passados e o erro aleatório. Nesse sentido, Das (2019) aponta que o processo autoregressivo é uma das formas mais adequadas para investigar o comportamento estocástico de uma série temporal. De acordo com Morettin (2011), o modelo pode ser notado da seguinte forma (2):

$$x_t = \varphi_0 + \varphi_1 x_{t-1} + \dots + \varphi_p x_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Onde:

$\varepsilon_t$  é o erro estocástico aleatório.

Ainda de acordo com Das (2019), em um processo autorregressivo, torna-se oportuno utilizar o operador matemático *lag* de séries temporais. Neste estudo, o modelo adotado foi de três *lags*, AR (3). O *lag* é uma função em que o argumento é um elemento do processo estocástico. Dessa forma, aplicando-se esse operador para  $X_t$ , obtém-se a seguinte equação (3):

$$x_t = \varphi_0 + \varphi_1 L x_t + \varphi_2 L^2 x_t + \dots + \varphi_p L^p x_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

Isso posto, a soma dos quadrados dos resíduos da regressão foi submetida a alguns testes estatísticos para verificação de presença de quebras estruturais, conforme Das (2019). Desse modo, inicialmente foi realizado o teste Supremum Wald (*swald*) para observar a presença de quebras estruturais com datas desconhecidas (Quandt, 1960; Andrews, 1993). Na sequência, utilizando-se a data de quebra encontrada no teste *swald*, realizou-se o teste Wald e, por fim, no intuito de certificar a robustez do estudo, foi realizado um teste conjunto dos testes: *swald*, a média de Wald (*awald*) e a média das razões de verossimilhança (*alr*) (Chow, 1960; Andrews & Ploberger, 1994).

As diversas metodologias, visando analisar quebras estruturais, concentram-se em detectar a presença de quebras por data, assim como os valores dos parâmetros do modelo AR.

Neste estudo, busca-se analisar as datas das quebras e, ante tal, incorporar na discussão as fontes geradoras dessas mudanças de estrutura.

#### 4 RESULTADOS DA PESQUISA

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos para todas as séries da pesquisa, variável macroeconômica e séries históricas de cotações das empresas. Essas séries foram analisadas por meio do modelo AR com três *lags*. Nesse sentido, a soma dos quadrados dos resíduos da regressão foi submetida aos testes estáticos para verificação de eventuais mudanças das estruturas dos processos estocásticos, onde  $H_0$  = não existe quebra estrutural, e P-valor < 0,10, existe evidência de quebra estrutural.

As Tabelas 3 e 4 mostram os resultados do teste Swald realizado para as séries investigadas. Após o conhecimento das datas das eventuais quebras de estrutura, esses resultados também foram corroborados pelo teste Wald.

##### Tabela 3

*Teste Swald para série Selic/Over.*

Variável Macro	Chi2	Prob Chi2	Data
Selic	46,8792	0,000	2019M08

##### Tabela 4

*Teste Swald para as séries de cotações das empresas.*

Sector	Empresas	Chi2	Prob Chi2	Data
Alimentação	MRF3	19,6934	0,0006	2021M02
Comércio	LREN3	20,2543	0,0004	2020M01
Comunicação	TIMS3	20,3473	0,0004	2019M10
Construção	CYRE3	13,8141	0,0079	2020M01
Construção	JHSF3	50,8071	0,0000	2020M03
Elétrico	CPLE6	14,4883	0,0059	2019M10
Financeiro	BBDC4	19,2041	0,0007	2019M12
Mineração	VALE3	33,7949	0,0000	2020M10
Petróleo	PRI03	47,4288	0,0000	2020M10
Siderurgia	GGBR3	38,6793	0,0000	2021M02
Tecnologia	TOTS3	18,5632	0,0010	2020M03
Transporte	RAIL3	14,6152	0,0056	2019M12

Já as Tabelas 5 e 6 demonstram a robustez do modelo (Das, 2019). São evidenciados os resultados do teste em conjunto, realizado para todas as variáveis analisadas na pesquisa, que ratificam os resultados presentes nas Tabelas 3 e 4.

**Tabela 5***Teste conjunto para série Selic/Over.*

Variável Macro	Swald		Awald		Arl		Data
	Stat.	P-valor	Stat.	P-valor	Stat.	P-valor	
Selic	46,8792	0,0000	14,8169	0,0003	14,7877	0,0003	2019M08

**Tabela 6***Teste conjunto para as séries de cotações das empresas.*

Setor	Empresas	Swald		Awald		Arl		Data
		Stat.	P-valor	Stat.	P-valor	Stat.	P-valor	
Alimentação	MRFG3	19,6934	0,0131	7,2848	0,0591	7,5235	0,0506	2021M02
Comércio	LREN3	20,2543	0,0104	4,7281	0,2813	0,978	0,2445	2020M01
Comunicação	TIMS3	20,3473	0,0100	9,5443	0,0128	9,8554	0,0103	2019M10
Construção	CYRE3	13,8141	0,1178	4,0004	0,4141	4,2461	0,3649	2020M01
				11,465		11,054		
Construção	JHSF3	50,8071	0,0000	7	0,0330	5	0,0044	2020M03
Elétrico	CPLE6	14,4883	0,0934	7,5940	0,0483	7,8848	0,0398	2019M10
Financeiro	BBDC4	19,2041	0,0159	8,8609	0,0206	9,2014	0,0163	2019M12
Mineração	VALE3	33,7949	0,0000	9,2820	0,0154	9,3111	0,0151	2020M10
Petróleo	PRI03	47,4288	0,0000	9,0747	0,0178	8,7034	0,0229	2020M10
Siderurgia	GGBR3	38,6793	0,0000	9,8722	0,0102	9,7630	0,0110	2021M02
Tecnologia	TOTS3	18,5632	0,0205	7,0412	0,0692	7,2974	0,0586	2020M03
Transportes	RAIL3	14,6152	0,0893	7,5299	0,0503	7,8869	0,0397	2019M12

Por meio dos resultados contidos nas Tabelas de 3 a 6, foi evidenciada uma quebra estrutural em todas as séries estudadas. Desse modo, salienta-se que uma quebra estrutural pode acontecer por diversos motivos, como, por exemplo: pontos no tempo em que a tendência sofre mudança; pontos no tempo em que um ou mais parâmetros do AR mudam; e, ainda, pontos no tempo em que a variância do erro estocástico muda de forma determinista (Gujarati, 2011).

Os achados da pesquisa apontaram para um descasamento temporal entre a ocorrência de quebra estrutural na taxa básica de juros e no preço de mercado das empresas em questão. Entretanto, ressalta-se os setores de comunicação e elétrico, que apresentaram uma maior proximidade com o ponto de quebra da Selic, mostrando um descasamento de apenas dois meses. Por outro lado, os setores que tiveram o ponto de quebra mais distante da variável macroeconômica foram alimentação e siderurgia, os quais indicaram um lapso temporal de 18 meses.

Chama-se a atenção, ainda, para a similaridade do momento de ocorrência da quebra estrutural entre os seguintes setores econômicos: elétrico e comunicação; transportes e financeiro; construção e comércio; mineração e petróleo; construção e tecnologia; e, alimentação e siderurgia.

Por fim, enfatiza-se que a conjuntura política, social e econômica, dada em certo momento, impõe determinado risco ao ambiente de negócios como todo, e esse é o risco sistêmico (Gujarati, 2011; Assaf, 2018). Entretanto, cada setor econômico pode reagir de forma distinta a esse risco, seja em relação ao momento e/ou à intensidade, conforme evidenciado nos diferentes setores da economia (tomando como referência as cotações das empresas analisadas no estudo). Dessa forma, ainda que não se tenha encontrado, nas séries de preços das empresas, uma quebra estrutural exatamente no mesmo período da Selic, entende-se que, em alguns casos, isso possa ser compreendido como um efeito tardio.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, foi analisada a data da quebra em cada uma das séries de preços de algumas empresas, integrantes da carteira teórica do Ibovespa, levando-se em consideração a mudança na estrutura da série de taxa básica de juros durante o período pré-pandêmico e pandêmico (janeiro de 2015 a junho de 2022).

As mudanças na estrutura ou quebras estruturais das séries temporais podem ocorrer por diversos motivos, sejam forças exógenas, mudanças na política econômica ou, até mesmo, ações políticas *stricto sensu*. Tais mudanças podem servir de base para dar continuidade ao tema, de forma a analisar a acuracidade das previsões e verificar a magnitude de eventual quebra, o que pode servir para a tomada de decisão no ambiente de negócios.

Por isso, a busca por mudanças estruturais é extremamente importante na identificação de quais eventos podem causar alterações no nível das séries analisadas e, assim, avaliar a necessidade de se estimar novos modelos, seja modificando ou adicionando variáveis que permitam diferenciar os períodos de mudanças. Além disso, por meio do conhecimento dessas mudanças, pode-se melhorar a capacidade de previsão e reduzir o risco de se estimar resultados equivocados.

Isso posto, como sugestão para estudos futuros, propõe-se a inclusão na investigação de mais variáveis macroeconômicas provenientes das políticas fiscal, cambial e monetária, bem como a inserção de um maior número de empresas por setor econômico.

## REFERÊNCIAS

Andrews, D. W. (1993). Tests for parameter instability and structural change with unknown change point. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 61(4), 821-856.

- Andrews, D. W., & Ploberger, W. (1994). Optimal tests when a nuisance parameter is present only under the alternative. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 62(6), 1383-1414.
- Assaf, A. A. Neto (2018). *Mercado Financeiro*. Atlas.
- Bai, J., & Perron, P. (1998). Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 66(1), 47-78.
- Bai, J., & Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models. *Journal of Applied Econometrics*, 18(1), 1-22.
- Banco Central do Brasil. (2020). *Atas do Comitê de Política Monetária – Copom*. <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/atascopom/09122020>
- Banco Central do Brasil. (n.d.). *Taxa Selic*. <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaselic>
- Brown, R. L., Durbin, J., & Evans, J. M. (1975). Techniques for testing the constancy of regression relationships over time. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 37(2), 149-163.
- Carrion-i-Silvestre, J. L.; Kim, D., & Perron, P. (2009). GLS-based unit root tests with multiple structural breaks both under the null and the alternative hypotheses. *Econometric Theory*, 25(6), 1754-1792.
- Carvalho, J., & Divino, J. A. C. (2008). Paridade descoberta da taxa de juros em países latino-americanos. In *Anais do XXXVI Encontro Nacional de Economia*. Salvador, BA.
- Chow, G. C. (1960). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 28(3), 591-605.
- Clemente, J., Montañés, A., & Reyes, M. (1998). Testing for a unit root in variables with a double change in the mean. *Economics letters*, 59(2), 175-182.
- Das, P. (2019). *Econometrics in Theory and Practice: Analysis of Cross Section, Time Series and Panel Data with Stata 15.1*. Springer Nature.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431.
- Greene, W. H. (2002). *Econometric Analysis*. Pearson Prentice Hall.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2011). *Econometria básica*. Amgh Editora.
- Gutierrez, C. E. C., & Almeida, F. M. de M. (2013). Modelagem e previsão do preço do café brasileiro. *Revista de Economia*, 39(2).
- Hansen, B. E. (2001). The new econometrics of structural change: dating breaks in U.S. labor productivity. *The Journal of Economic Perspectives*, 15(4), 117-128.
- IBGE. (2021). Todas as pesquisas e estudos. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/todos-os-produtos-estatisticas.html>

- Inperes, L. H., & Borges, M. J. (2022). A COVID-19 e a conjuntura econômica brasileira: uma análise de quebra estrutural: a COVID-19 e a conjuntura econômica brasileira: uma análise de quebra estrutural. *DIVERSITÀ: Revista Multidisciplinar do Centro Universitário Cidade Verde*, 8(1).
- Kejriwal, M., & Perron, P. (2010). A sequential procedure to determine the number of breaks in trend with an integrated or stationary noise component. *Journal of Time Series Analysis*, 31(5), 305-328.
- Lee, J., & Strazicich, M. C. (2001). Break point estimation and spurious rejections with endogenous unit root tests. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 63(5), 535-558.
- Makin, A. J. (2019). Lessons for macroeconomic policy from the Global Financial Crisis. *Economic Analysis and Policy*, 64, 13-25.
- Malacrida, M. J. C., & Yamamoto, M. M. (2006). Governança corporativa: nível de evidencição das informações e sua relação com a volatilidade das ações do Ibovespa. *Revista Contabilidade & Finanças*, 17, 65-79.
- Morettin, P. A. (2011). *Econometria financeira: um curso em séries temporais financeiras*. São Paulo: Edgard Blücher.
- Nelson, C. R., & Plosser, C. R. (1982). Trends and random walks in macroeconomic time series: some evidence and implications. *Journal of monetary economics*, 10(2), 139-162.
- Nunes, M. S. (2003). *A relação entre o mercado de ações brasileiro e as variáveis macroeconômicas no período pós-plano real* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina.  
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85284/190307.pdf?sequence=1>
- Oliveira, L. O. G. D. (2006). *Análise empírica da relação entre mercado acionário e variáveis macroeconômicas: de 1972 a 2003*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina.  
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/103158/224510.pdf?sequence=1>
- Organização Mundial da Saúde. (2020). *Timeline: WHO's COVID – 19 response*.  
<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactive-timeline#!>
- Perron, P. (1988). Trends and random walks in macroeconomic time series: further evidence from a new approach. *Journal of economic dynamics and control*, 12(2-3), 297-332.
- Perron, P. (1997). Further evidence on breaking trend functions in macroeconomic variables. *Journal of Econometrics*, 80(2), 355-385.
- Perron, P., & Vogelsang, T. J. (1992). Nonstationarity and level shifts with an application to purchasing power parity. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 301-320.
- Perron, P., & Yabu, T. (2009). Testing for shifts in trend with an integrated or stationary noise component. *Journal of Business & Economic Statistics*, 27(3), 369-396.

- Pinho, C. E. S. (2020). The responses of the authoritarian national developmentalism to the structural economic crisis (1973-1985). *Brazilian Journal of Political Economy*, 40, 411-431.
- Quandt, R. E. (1960). Tests of the hypothesis that a linear regression system obeys two separate regimes. *Journal of the American Statistical Association*, 55(290), 324-330.
- Shikida, C., Paiva, G. L., & Araújo, A. F., Jr. (2016). Análise de quebras estruturais na série do preço do boi gordo no Estado de São Paulo. *Economia Aplicada*, 20(2), 265.
- Silva, A. C. A. da, Carvalho, P. S. de A., & Aragón, E. K. D. S. B. (2015). Quebras estruturais e estacionariedade da razão consumo-renda: novas evidências para América Latina e Estados Unidos. *Análise Econômica*, 33(64).
- Uribe, J. M., & Restrepo López, N. (2015). Dinámica del tipo de cambio, quiebre estructural e intervenciones de política en Colombia. *Ecos de Economía*, 19(41), 24-44.
- Zivot, E., & Andrews, D. W. K. (1992). Further evidence on the great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Journal of Business and Economic Statistics*, 10(3), 251-270.