

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO**

JOÃO PEDRO RIOS SCHMEIKAL

**EFICIÊNCIA DO MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO ANTES E DURANTE
O COVID-19**

PORTO ALEGRE

2022

JOÃO PEDRO RIOS SCHMEIKAL

**EFICIÊNCIA DO MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO ANTES E DURANTE
O COVID-19**

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado ao Departamento de Ciências Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção de grau de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Ferreira Caixe

PORTO ALEGRE

2022

RESUMO

O objetivo central deste trabalho é verificar se o mercado acionário brasileiro se mostrou eficiente na forma fraca antes e durante o período do Covid-19. Para isso, é verificada a existência de alguma previsibilidade de retornos através de informações passadas dos preços, utilizando como *proxy* de mercado o índice Ibovespa, entre períodos de março de 2018 a fevereiro de 2021. Com tal finalidade, é aplicado o teste *Wild Bootstrap Automatic Variance Ratio* (WBAVR). Os resultados do presente estudo apontam que o mercado acionário brasileiro foi ineficiente somente ao longo do segundo ano da pandemia, sugerindo que o período de previsibilidade não ocorreu imediatamente antes e nem imediatamente depois do *Crash* de março de 2020. Assim, é possível questionar a utilidade da análise técnica para a previsão de retornos durante os dois anos que antecederam a pandemia e o primeiro ano do Covid-19.

Palavras-chave: hipótese do mercado eficiente; forma fraca; previsibilidade de retorno; Ibovespa.

ABSTRACT

This work aims to verify the stock market weak-form efficiency before and during Covid-19. For this, it is verified that any short-term return predictability in the Brazilian stock market by analyzing the past Ibovespa index daily closing price as a proxy for the market, data from March 1, 2018, to February 28, 2021. The Wild Bootstrap Automatic Variance Ratio (WBAVR) is used. The results show that the Brazilian stock market was inefficient just along the second year of Covid-19, suggesting that the predictability period was not immediately before or immediately after the Crash in March 2020. As a result, it is possible to doubt the usefulness of the technical analysis as a form to predict the future for the two years immediately before Covid-19 and during the first year of this pandemic.

Palavras-chave: market efficiency hypothesis; weak form; return predictability; Ibovespa.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	Justificativa	7
1.2	Objetivos.....	8
2	REVISÃO TEÓRICA	9
2.1	A Hipótese de eficiência de mercado	9
2.2	Fatores externos e eficiência de mercado na forma fraca.....	10
2.3	Eficiência de mercado na forma fraca no Brasil	12
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	14
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	16
5	CONCLUSÕES	20
	REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

A Hipótese de Eficiência de Mercado (HEM) é um conteúdo amplamente estudado na comunidade acadêmica, sendo uma das teorias que constroem a Moderna Teoria de Finanças. A HEM defende que o preço atual dos ativos já reflete toda e qualquer informação disponível sobre o valor intrínseco desses ativos (ROSS *et al.*, 2015). Assim, em um mercado eficiente, não é possível um investidor encontrar ativos subavaliados, e nem ter ganhos anormais no mercado, pois todas as novas informações que surgem sobre esses ativos já são incorporadas imediatamente em seus preços. Isso significa, ainda de acordo com Ross *et al.* (2015), que os investidores devem esperar apenas uma taxa de retorno normal, suficiente para remunerar o custo de capital sobre o investimento. Por isso, não será possível encontrar investimentos com VPL (valor presente líquido) positivo.

Para que a HEM seja válida, três condições são suficientes: todas as informações devem estar acessíveis aos investidores; não há custos para a obtenção dessas informações; e os participantes do mercado interpretam os dados da mesma forma (FAMA, 1970). É preciso pontuar que essas condições são apenas suficientes para a aceitação da HEM, mas não são necessárias, dado que em mercados reais e que não possuam tais características, ainda há a possibilidade de o mercado ser eficiente. Segundo Jensen (1978), para que os mercados reais sejam eficientes, é necessário que os benefícios marginais oriundos da atuação sobre essas informações não sejam superiores aos custos marginais para a obtenção das mesmas.

Fama (1970) propôs que a HEM deveria ser classificada em três níveis de eficiência: a forma fraca, que considera somente informações históricas sobre os preços dos ativos; a forma semiforte, que, além das informações passadas, inclui as informações públicas sobre os ativos; e a forma forte, na qual são adicionadas as informações privadas, as quais apenas um seleto grupo de pessoas detêm, como os *insiders* das empresas (gestores e acionistas controladores). Com base nesta classificação, existem trabalhos que aceitam e trabalhos que rejeitam a HEM para os três níveis. Fama (1991), por exemplo, aponta sinais de eficiência do mercado, enquanto Hamid *et al.* (2017) e Shaker (2013) rejeitam essa hipótese em seus estudos.

Quando focamos no Brasil, os estudos sobre a eficiência do mercado nacional apresentam resultados divergentes quanto à aceitação da eficiência nos três níveis. Segundo o estudo de Forti, Peixoto e Santiago (2009), no qual os autores realizaram um levantamento dos resultados encontrados em pesquisas sobre a eficiência do mercado brasileiro, 100% dos trabalhos aceitam a HEM na forma semiforte e 100% rejeitam a HEM na forma forte. Em

contrapartida, os trabalhos para a forma fraca tiveram resultados mais diversos, com a maioria dos estudos (58%) rejeitando a HEM, enquanto apenas 42% dos estudos aceitam a HEM nessa forma.

Ao longo dos últimos anos, pesquisadores buscaram entender se existem fatores externos que levam os mercados à irracionalidade. Uma forma de encontrar evidências dessa ineficiência do mercado é encontrar momentos em que é possível prever os retornos dos ativos. Se o retorno de um ativo é previsível, temos indícios que os preços do passado desse ativo indicaram a direção futura da cotação, o que nos sugere a ineficiência do mercado na forma fraca. O estudo de Kim, Shamsuddin e Lim (2011), por exemplo, analisou o índice Dow-Jones Industrial por 110 anos e levantou fortes evidências de que a previsibilidade dos retornos varia segundo as condições de mercado, como *crashes*, crises e bolhas.

Fazendo um paralelo com a realidade atual, o surgimento do Covid-19, ao final de dezembro de 2019, com sua rápida disseminação ao redor do mundo, não só impactou a vida das pessoas, como também as economias de praticamente todos os países. Com as economias abaladas com os primeiros isolamentos sociais, já em meados de março de 2020, as bolsas de valores de diversos países colapsaram e tiveram acionados os *circuit breakers*. A volatilidade tomou conta do mercado, levando inclusive aos futuros do petróleo WTI a negociarem a preços negativos.

Explorando as condições extremas de mercado, a investigação sobre os impactos de pandemias sobre a eficiência dos mercados se tornou necessária. Ozkan (2021) foi um dos pioneiros a elaborar um estudo sobre o impacto da pandemia do Covid-19 na eficiência dos mercados acionários. O objetivo do estudo foi averiguar se existiu previsibilidade de retorno nas bolsas de valores de seis países desenvolvidos. Os resultados sugerem que, durante certo período da pandemia, os mercados se mostraram ineficientes, rejeitando assim a HEM na forma fraca.

Embora o trabalho de Ozkan (2021) tenha contribuído para a análise de mercado no período do Covid-19, o estudo foi focado apenas em países desenvolvidos. Em países emergentes, que apresentam economias sujeitas a maiores incertezas, os danos foram ainda maiores. Isso porque, em momentos de pânico, os investidores retiram o próprio capital de países de maior risco, nesse caso dos emergentes, direcionando seus recursos para locais de maior segurança, como os países desenvolvidos. Assim sendo, o presente trabalho, com base nos resultados de Forti, Peixoto e Santiago (2009) e inspirado em Ozkan (2021), responder à seguinte pergunta de pesquisa: a pandemia do Covid-19 alterou o comportamento do mercado acionário brasileiro em termos de eficiência na forma fraca?

1.1 Justificativa

O trabalho busca encontrar evidências que reforcem ou contestem a eficiência do mercado acionário brasileiro na forma fraca. Até o momento, os estudos realizados sobre esse tema durante o período do Covid-19 não contemplam o mercado brasileiro. Além disso, segundo Forti, Peixoto e Santiago (2009), não existe consenso sobre a aceitação da HEM na forma fraca para o mercado brasileiro.

A forma fraca de eficiência de mercado tem como grupo informacional todas as informações passadas sobre os ativos. Isso significa dizer que, em um mercado eficiente, o preço de um ativo já reflete todo esse histórico na cotação desse ativo (FAMA, 1970). Em outras palavras, não é possível um investidor obter ganhos anormais apenas analisando gráficos com o histórico de oscilações de preço de um determinado ativo.

No mercado de ações, a prática da análise de gráficos é também chamada análise técnica. Abe (2009) afirma que analisando os gráficos é possível ler o movimento da massa de investidores e compreender como os preços se movem. A análise técnica consiste em estudar os movimentos dos preços de um ativo no passado de modo a tentar prever as movimentações no futuro. Conforme proposto por Charles Dow, em seu primeiro dos seis princípios, o mercado incorpora todas as informações importantes sobre um ativo (ABE, 2009). Essa categoria de análise, juntamente da análise fundamentalista, onde investidores olham para os fundamentos econômicos das empresas, são as duas formas mais utilizadas por investidores para avaliar ações.

Para a análise técnica ser uma ferramenta relevante para os investidores, os mercados não devem ser eficientes na forma fraca, visto que, neste contexto, seria possível obter vantagens analisando as informações passadas. No entanto, se o mercado brasileiro se mostrar eficiente na forma fraca, como proposta por Fama (1970), a análise técnica perde a sua utilidade para os investidores.

Dessa forma, os resultados do trabalho são relevantes para os investidores brasileiros e estrangeiros, visto que possibilita colher mais informações sobre o comportamento do mercado durante o período do Covid-19 e verificar a possibilidade de obtenção de ganhos anormais utilizando apenas a análise técnica. Assim, as conclusões do presente trabalho poderão servir de evidências sobre a utilidade -ou não- da análise técnica em momentos de crise para o mercado brasileiro.

1.2 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo geral investigar a eficiência do mercado acionário brasileiro na forma fraca, utilizando como *proxy* o índice Ibovespa. Para alcançar o objetivo geral são necessários os seguintes objetivos específicos:

- Calcular os retornos diários do índice Ibovespa entre 01/03/2018 e 25/02/2022;
- Analisar as estatísticas descritivas dos retornos do índice Ibovespa; e
- Verificar, por meio do teste WBAVR (*Wild Bootstrap Automatic Variance Ratio*), se os retornos passados ajudaram a prever os retornos futuros durante seis períodos: pré-Covid total (01/03/2018 até 28/02/2020); primeiro ano do pré-Covid (01/03/2018 até 28/02/2019); segundo ano do pré-Covid (01/03/2019 até 28/02/2020); Covid total (02/03/2020 até 25/02/2022); primeiro ano do Covid (02/03/2020 até 26/02/2021); e segundo ano do Covid (01/03/2021 até 25/02/2022).

2 REVISÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão trazidos estudos e conceitos para desenvolver o tema abordado. Para tanto, é fundamental compreender o conceito de HEM na forma fraca e explorar os efeitos de fatores externos nos mercados, pois são aspectos imprescindíveis para embasar e responder à pergunta central do presente trabalho.

2.1 A Hipótese de eficiência de mercado

A Hipótese dos Mercados Eficientes, inicialmente estruturada em 1965, mas caracterizada por Fama (1970), tem como base fundamentos matemáticos desenvolvidos em 1900 por Louis Bachelier, matemático francês e considerado o pai de matemática financeira. Bachelier (1900) desenvolveu, em sua tese de doutorado à época, a teoria da especulação. Essa teoria tem como base um processo estatístico de distribuição normal gaussiana, afirmando que as variações dos preços das ações são independentes e distribuídas de forma probabilística. Assim, a probabilidade, a qualquer momento, dos preços subirem seria exatamente igual a probabilidade da cotação cair. Essa teoria é hoje conhecida como hipótese do passeio aleatório, como é a tradução de *random walk hypothesis*.

Fama (1970), aproveitando a base estatística proposta por Bachelier (1900), defende que um mercado eficiente é aquele em que os preços dos ativos refletem toda e qualquer informação disponível. Assim, se os preços já representam o valor intrínseco desses ativos, não seria possível de um investidor obter retornos anormais no mercado. Fazendo uma relação entre o *random walk* e a HME na forma fraca, se as cotações dos ativos se movimentam de forma probabilística (BACHELIER, 1900), não é possível prever qual será sua direção para períodos futuros por meio da análise do histórico de cotações. Assim, os mercados que apresentam as características do passeio aleatório são eficientes na forma fraca, a qual leva em consideração somente informações passadas.

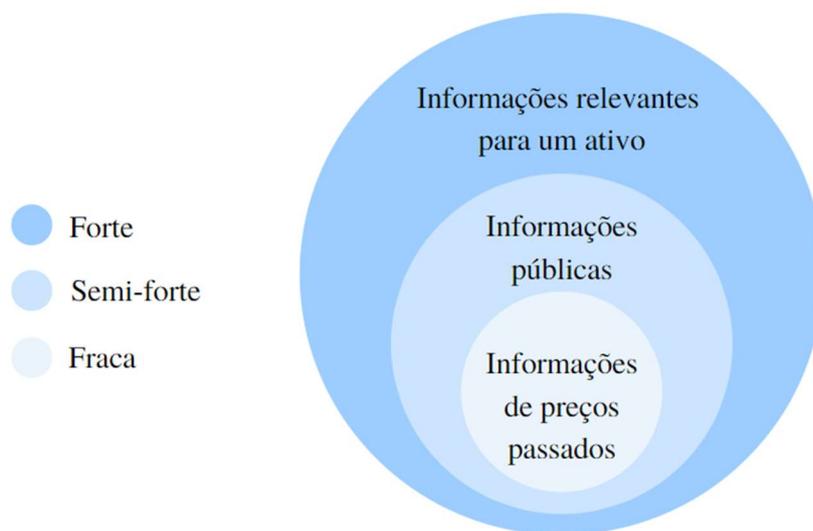
Além da forma fraca, o mercado também pode ser ou não eficiente nas formas semiforte e forte. Com base na classificação de Fama (1970), Bodie, Kane e Marcus (2015) definem os três níveis de eficiência do mercado da seguinte maneira:

- Eficiência fraca: as informações analisadas são exclusivamente sobre os preços dos ativos, sem considerar quaisquer indicadores econômicos micro ou macroeconômicos;

- Eficiência semiforte: nem só as informações históricas são analisadas, mas também são consideradas todas as informações públicas disponíveis; e
- Eficiência forte: são incluídas as informações privilegiadas, as quais os investidores externos não têm acesso.

A Figura 1 descreve os tipos de eficiência e seus respectivos grupos informacionais.

Figura 1 – Tipos de Eficiência



Fonte: Adaptado de Ross *et al.* (2015).

Os grupos informacionais compartilham de algumas mesmas informações, sendo que quanto maior a “força”, mais informações são consideradas. A forma fraca, considera apenas informações dos preços passados, sendo assim o menor número de informações da série. A semi-forte, além das informações presentes na forma fraca, também considera as informações públicas sobre os ativos. Já a maior e mais forte força, considera além das informações da semi-forte e fraca, todas as informações relevantes para um ativo, incluindo até informações privilegiadas sobre o determinado ativo.

2.2 Fatores externos e eficiência de mercado na forma fraca

Com o avanço das pesquisas sobre os mercados em diferentes formas, também se mostrou necessário o estudo durante períodos os quais houve estresses oriundos de fenômenos naturais, crises e “bolhas”. Kim, Shamsuddin e Lim (2011), por meio do estudo

de 110 anos do índice Dow Jones, cita que durante esse período o mercado americano sofreu com um largo número de eventos inesperados. Esses eventos extremos, conforme os autores, afetam fortemente aspectos psicológicos dos participantes do mercado e a maneira com que as novas informações são incorporadas ao preço dos ativos, sugerindo uma variação generalizada na correlação de retornos.

Avançando ainda no estudo de Kim, Shamsuddin e Lim (2011), os autores segmentaram os fatores extremos para entender quais eram os resultados segundo a característica do momento. Entre outros resultados, destacam-se os seguintes pontos: em períodos de *crashes*, foram encontradas evidências de previsibilidade de retorno; em crises políticas e econômicas, um alto grau de previsibilidade foi identificado; enquanto em períodos de estouro de “bolhas”, estatisticamente a previsibilidade de retorno se mostrou baixa.

Mensi, Tiwari e Yoon (2017), analisaram os índices Dow Jones setoriais de mercados islâmicos entre os anos de 1998 e 2013. O índice DJIM é um índice que considera empresas globais que seguem as diretrizes da lei islâmica Shariah. A composição do índice contempla uma diversificação entre diversas empresas de países de todos os continentes. Os resultados do estudo trazem evidências que o grau de eficiência desses índices varia temporalmente e que, em períodos pós colapsos, como foi o caso em 2008, se mostram menos eficientes, corroborando com as evidências trazidas por Kim, Shamsuddin e Lim (2011).

Também buscando verificar a eficiência do mercado em sua forma fraca, Mishra, Das e Preadhan (2009) analisaram o comportamento diário dos dois principais índices do mercado indianos (BSE Sensex e NSE Nifty) durante o período de janeiro de 2007 até julho de 2009. As amostras desse estudo caminham para um resultado que contesta a eficiência desse mercado em sua forma fraca para o período analisado. As características identificadas nas séries analisadas não obedecem ao modelo de *random walk*, trazendo evidências de que houve a possibilidade de identificar os movimentos do mercado e ter lucros superiores à média do período.

Dias *et al.* (2020) estudaram o comportamento de diversos índices europeus, dos EUA e da China no período entre dezembro de 2019 e maio de 2020. Esse trabalho é um dos primeiros artigos científicos que busca entender se os mercados apresentaram evidências de serem eficientes na forma fraca para o período da pandemia de Covid-19. A escolha dos países analisados foi feita com base na solidez das economias europeias e pela importância dos sistemas financeiros americano e chinês para o mundo. Os resultados obtidos por Dias *et al.* (2020) são mistos, apresentando evidências de que alguns dos países não obedeceram ao

modelo de *random walk* em determinados períodos, enquanto em outros períodos a distribuição obedeceu ao modelo. Com base nos resultados, os autores reforçam que os mercados tendem a ter uma reação exagerada com as novas informações que chegam a todo momento. Com isso, existem períodos os quais o mercado se mostra irracional e eficiente, se ajustando à normalidade nos dias subsequentes.

2.3 Eficiência de mercado na forma fraca no Brasil

No estudo publicado por Forti, Peixoto e Santiago (2009), mais evidências sobre a eficiência do mercado brasileiro são levantadas. Conforme anteriormente citado, esse estudo buscou compilar estudos sobre as três formas da eficiência de mercado e avaliar quais são as conclusões que os estudiosos chegaram. Entre as pesquisas que tiveram os resultados levantados, 100% aceitam a HEM na forma semiforte e 100% rejeitam a hipótese na forma forte. No entanto, para a forma fraca, temos forte divergência dos resultados, com 42% dos trabalhos aceitando a HEM, frente a 58% a rejeitando.

O Quadro 1 apresenta os trabalhos que testaram a HEM na forma fraca no mercado brasileiro, descrevendo o período, a frequência dos retornos, a técnica estatística empregada e os principais resultados. Além dos trabalhos citados por Forti, Peixoto e Santiago (2009), são incluídas pesquisas mais recentes publicadas em periódicos científicos até 2015.

Quadro 1 – Estudos empíricos da HEM na forma fraca no Brasil

Trabalho	Período	Frequência dos retornos	Técnica estatística	Aceita a HEM?
Bone e Ribeiro (2002)	04/01/1996 a 29/10/1998	Fechamento de 38 empresas do Ibovespa no Diário	Regressão múltipla com variáveis dummy	Resultados mistos, com metade das empresas apresentando autocorrelação nos retornos
Mirardi (2004)	01/09/1994 a 31/08/2000	Índice Ibovespa Mensal	Previsão de rentabilidade futura com retornos passados. Rebalanceamento manual e mensal da carteira.	Rejeita a HEM dado que foi observada alguma previsibilidade nos retornos futuros.
Gaio, Alves e Pimenta Jr (2009)	01/01/2000 a 11/09/2007	Fechamento de 50 empresas do Ibovespa no Diário	Testes de normalidade, estacionariedade e séries temporais.	Rejeita a HEM para grande parte dos papéis analisados.

Iquiapaza, Bressan e Amaral (2010).	01/12/1996 a 30/11/2006	Índice Ibovespa Diário	Teste por modelo autoregressivo de transição logística suave (LSTAR) como variável de transição o volume negociado e retorno defasado.	Resultados variam conforme o custo de transação, com resultados que indicam possibilidade de retorno adicional se os custos por transação forem abaixo de 0,5%.
Muller, Brutti e Ceretta (2015)	02/01/2008 a 13/06/2012	Log-retornos Índice Ibovespa Diário	Utilização de modelo autoregressivo quantílico (QAR)	HEM rejeitada dado que o Índice apresenta assimetria positiva, indicando maior probabilidade de retorno positivos juntamente com o excesso de curtose confirmam a não normalidade do índice

Fonte: elaborado pelo autor.

Analisando as pesquisas citadas no Quadro 1, percebemos que as formas de testar a HEM em sua forma fraca são diversas. Não apenas considerando os testes estatísticos, direta ou indiretamente, como no caso citado por Mirardi (2004), mas também pelos horizontes temporais analisados. Embora a maioria dos estudos analisa o mercado por um tempo mínimo de 4 anos, é possível adotar períodos mais curtos para análises mais específicas, assim como também é possível adotar os fechamentos dos índices de formas diferentes. Tudo depende do objetivo da pesquisa. O mais comum para as análises da eficiência de mercado, conforme o histórico dos estudos citados, é a utilização das cotações do fechamento diário do índice Ibovespa.

Em alguns estudos, a análise é feita com base nas ações das empresas negociadas na bolsa brasileira. Entretanto, como o objetivo do presente trabalho é verificar a eficiência do mercado acionário na totalidade, utilizaremos o índice Ibovespa como proxy do mercado. Os resultados encontrados pelos autores citados caminham para uma falta de consenso na aceitação da HEM na forma fraca, bem como já constatado por Forti, Peixoto e Santiago (2009).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa empírica. Visando verificar a eficiência do mercado brasileiro na forma fraca, são utilizados dados diários de preço de fechamento do índice Ibovespa. O índice em questão é usado como *proxy* para o mercado acionário brasileiro, pois é uma forma de medir a oscilação dos retornos de uma carteira composta pelas ações com maior representatividade da Brasil, Bolsa, Balcão (B3).

Os preços de fechamento do Ibovespa foram coletados do site: www.investing.com. Eles foram usados para calcular os retornos logaritmos desse índice de ações. O período analisado foi de 01/03/2018 até 25/02/2022, compreendendo os 24 meses exatamente anteriores ao mês do *crash* dos mercados globais e os 24 meses durante a pandemia do Covid-19, totalizando 48 meses (989 dias).

O critério para a divisão dos períodos tem como marco o dia 02/03/2020, início do mês marcado pela decisão da OMS de elevar o estado de contaminação do vírus para uma pandemia. A partir dessa data, foi definido um ano como período padrão para a análise. Dessa forma, foi dividido o período (d) Covid total entre o (e) primeiro ano Covid e (f) segundo ano Covid com o objetivo de identificar distorções entre o primeiro e o segundo ano de pandemia.

Com a necessidade de ter um parâmetro da eficiência do mercado brasileiro antes do vírus, o trabalho analisa o período que precede a pandemia, subdividido da mesma forma que durante a pandemia. Assim, é possível entender se o mercado foi eficiente no (c) ano que precedeu o Covid-19, ou se o mercado já dava indícios de ineficiência. Além disso, estudar também o período ainda anterior, para avaliar a eficiência do mercado em um período ainda mais recente. A análise foi dividida nos seguintes seis períodos:

- (a) pré-Covid total (01/03/2018 até 28/2/2020);
- (b) primeiro ano do pré-Covid (01/03/2018 até 28/2/2019);
- (c) segundo ano do pré-Covid (01/03/2019 até 28/02/2020);
- (d) Covid total (02/03/2020 até 25/02/2022);
- (e) primeiro ano do Covid (02/03/2020 até 26/02/2021); e
- (f) segundo ano do Covid (01/03/2021 até 25/02/2022);

Para investigar a eficiência na forma fraca do mercado brasileiro durante cada um desses períodos, empregou-se o teste de *Wild Bootstrap Automatic Variance Ratio* (WBAVR), cuja hipótese nula é a ausência de autocorrelação entre os retornos. Tal teste foi proposto por Kim

(2009), como forma de evolução ao teste de razão de variância (*variance ratio* ou *VR*) de Lo e Mackinlay (1988). Charles, Darné e Kim (2011), inclusive, afirmam que o teste WBAVR produz resultados mais eficientes para fenômenos de forte dispersão, como é o caso do efeito Covid-19 no mercado financeiro brasileiro.

O teste WBAVR é realizado a partir das seguintes etapas:

1. Monta-se uma amostra *bootstrap* de tamanho T , de forma que:

$$Y_t^* = \eta_t Y_t \quad (t = 1, \dots, T)$$

Em que η_t é uma variável aleatória de média zero e com variância unitária;

2. Calcula-se o $AVR^*(k^*)$, o qual a $AVR(k^*)$ estatística é calculada por $\{Y_t^*\}_{t=1}^T$; e

3. Repete-se as etapas 1 e 2 B vezes (no estudo, 500 vezes) para produzir a distribuição *bootstrap* da estatística $AVR \{AVR^*(k^*; j)\}_{j=1}^B$.

Com base nos resultados dos testes, é possível verificar que a amostra *bootstrap* $\{Y_t^*\}_{t=1}^T$ é serialmente descorrelacionada e replica efetivamente a estrutura heterocedasticidade (variância não constante) dos retornos Y_t . Os resultados obtidos pela distribuição *bootstrap* $\{AVR^*(k^*; j)\}_{j=1}^B$ proporcionam uma aproximação para uma amostragem menor do que a distribuição normal testada com $AVR(k^*)$ sobre a hipótese nula.

Caso o p-valor obtido pelo teste WBAVR (bicaudal) seja inferior ou igual ao nível de significância 5% (intervalo de confiança de 95%), a hipótese nula de ausência de autocorrelação dos retornos do índice Ibovespa é rejeitada. O software computacional utilizado para a aplicação do teste WBAVR foi o R.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir da Figura 1, que mostra os preços de fechamento diários do Ibovespa para o período total da análise, é possível perceber certa “tendência” de crescimento do valor de mercado da carteira desse índice entre o período de 2018 e início de 2020. Entretanto, em meados de março de 2020, temos uma quebra dessa “tendência”, o que coincide com o período em que tivemos o *crash* dos mercados internacionais.

Figura 1 – Ibovespa durante os períodos pré-Covid e Covid



Fonte: elaborado pelo autor.

No Gráfico 1, fica claro o momento onde é dividido o período (a) pré-Covid Total do (d) Covid-19. Durante o (a) pré-covid, o índice esteve muito impulsionado por um otimismo global em ativos relacionados a *equities*, apresentando retorno de 22% no período, superando os 12,32% acumulados no mesmo período para o CDI, o Certificado de Depósito Interbancário e referência para as aplicações de renda fixa. (BANCO CENTRAL DO BRASIL, c2022).

Já no período durante o Covid-19, logo nos primeiros dias, o índice Ibovespa tem forte queda explícita no Gráfico 1, reflexo de um pânico global fugindo de ativos arriscados, como são os mercados de *equities* e direcionando para mercados e ativos mais seguros, como *bonds* de países desenvolvidos. O Ibovespa, assim como os mercados emergentes, em geral, sofreu mais que os países desenvolvidos pelo temor de que a pandemia pudesse afetar de forma ainda mais intensa as empresas listadas nas bolsa de valores e a economia.

As incertezas sobre o real impacto dos *lockdowns* sobre as economias trouxe grande volatilidade para os mercados. Na Tabela 1, é possível perceber a elevação da volatilidade do Ibovespa durante o período Covid-19, onde o índice chegou a variar 105,72% [(130.776 –

63.570)/63.570] do menor ao maior fechamento, e seu desvio-padrão aumentou 14% [(14.158 – 12.399)/12.399] em relação ao período pré-Covid-19.

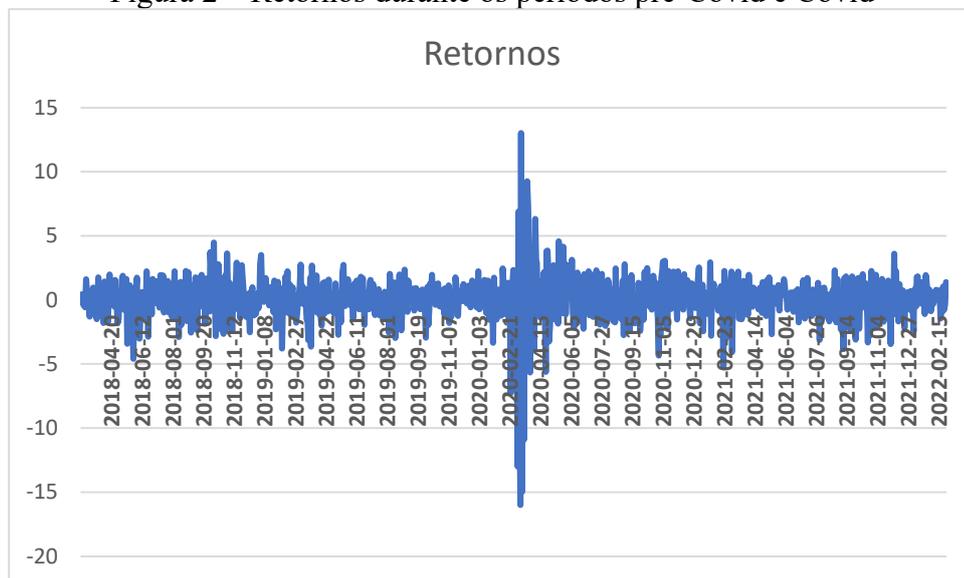
Tabela 1 – Estatísticas descritivas do índice Ibovespa

Ibovespa	Pré-Covid			Covid		
	Total	1 ^o ano	2 ^o ano	Total	1 ^o ano	2 ^o ano
Média	93.850	83.797	103.863	107.311	99.014	115.441
Desvio padrão	12.399	7.124	7.429	14.158	14.270	8.000
Mínimo	69.815	69.815	89.993	63.570	63.570	100.775
Máximo	119.528	98.589	119.528	130.776	125.077	130.776
Observações	493	246	247	495	245	250

Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 2, fica evidente a distorção dos retornos no período do *crash* (e), onde é possível verificar os impactos das fortes quedas no incremento da volatilidade dado o gráfico nos mostra que as maiores oscilações ocorreram nesse período. Para os demais períodos, é possível ver que os retornos diários apresentam certa constância, com as verificações ficando, em sua maioria, concentradas próximo ao centro horizontal da Figura 2.

Figura 2 – Retornos durante os períodos pré-Covid e Covid



Fonte: elaborado pelo autor.

O desvio padrão de uma amostragem possibilita mensurar a dispersão das verificações em relação a uma média dessas verificações. Analisando este indicador, é possível observar o quanto as amostragens se afastaram das médias durante um determinado período. Na estatística, quanto maior o desvio padrão, maior também é a dispersão da amostragem.

Analisando os dados de desvio padrão presentes na Tabela 2, é possível quantificar o

incremento de volatilidade no mercado comparando os desvios (a) pré-covid total e (d) durante o covid total. O resultado encontrado é um aumento de 67,76% $[(2,196 - 1,309)/1,309]$ do desvio-padrão do período (a) pré-covid total para o (d) durante o covid total. Desta forma, podemos afirmar que a volatilidade do mercado aumentou substancialmente após o *Crash*.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas dos retornos

Retornos	Pré-Covid			Covid		
	Total	1 ^o ano	2 ^o ano	Total	1 ^o ano	2 ^o ano
Média	0,040	0,046	0,035	0,017	0,022	0,011
Desvio padrão	1,309	1,387	1,229	2,196	2,868	1,226
Mínimo	-7,262	-4,593	-7,262	-15,993	-15,993	-4,066
Máximo	4,469	4,469	2,753	13,022	13,022	3,597
Observações	493	246	247	495	245	250

Fonte: elaborado pelo autor.

O resultado do teste de imprevisibilidade dos retornos é apresentado na Tabela 3. Para os valores encontrados com a aplicação do teste WBAVR nos períodos analisados separadamente, apenas o período (f), 2^o ano do Covid, reporta resultado que rejeita a hipótese nula de não previsibilidade dos retornos. Isto é, dentre todos os períodos analisados, apenas entre 01/03/2021 e 25/02/2022 a HEM é rejeitada na forma fraca, pois o p-valor foi de 2,4%.

Tabela 3 – Resultados do teste WBAVR

	Pré-Covid			Covid		
	Total	1 ^o ano	2 ^o ano	Total	1 ^o ano	2 ^o ano
p-valor	0,820	0,982	0,620	0,192	0,216	0,024
Estatística teste	0,083	0,003	0,345	-2,515	-2,146	-1,708
Estatística teste (2,5%)	-1,426	-1,150	-1,524	-3,923	-3,127	-1,278
Estatística teste (97,5%)	1,480	1,518	1,909	5,610	4,470	1,319
Observações	493	246	247	495	245	250

Fonte: elaborado pelo autor.

Desta forma, é possível afirmar que, nos períodos (a), (b), (c), (d) e (e) não foi possível prever os fechamentos futuros analisando apenas os preços passados. Sendo assim, o mercado se mostrou eficiente na forma fraca na maior parte da análise do trabalho, apontando ineficiência apenas para o período (f) em razão do p-valor do teste ser inferior ao nível de significância adotado no estudo.

Fazendo um paralelo com o que se propõe a análise técnica, quando investidores utilizam a representação gráfica das cotações passadas de ativos para verificar oportunidades de retornos futuros, amparado pela teoria de Dow onde Abe (2009) descreve que o preço dos ativos incorpora todas as informações disponíveis, é possível identificar uma grande

contradição entre a aplicação da análise técnica e os resultados do presente estudo. Mesmo analisando separadamente os anos, é interessante ressaltar que o mercado, no 1º ano do Covid-19, quando a volatilidade aumentou significativamente, o mercado se mostrou eficiente, considerando o intervalo de confiança em 95% para o teste.

Em outras palavras, é possível afirmar que o trabalho em questão levanta evidências de que a análise técnica (ou gráfica) não se mostrou útil para prever a direção do mercado na maior parcela da análise do presente trabalho e que não pode ser utilizada como uma forma de análise eficaz para ter retornos superiores ao mercado.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou avançar na análise de eficiência de mercado brasileiro na forma fraca antes e durante o período entre 01/03/2019 e 28/02/2022 e responder se pandemia do Covid-19 alterou o comportamento do mercado acionário brasileiro em termos de eficiência na forma fraca em algum dos 6 subperíodos utilizados. Além disso, também explorar as implicações da previsibilidade dos retornos para investidores que utilizam a análise técnica para tentar prever os resultados futuros do Ibovespa apenas analisando representações gráficas.

Para os períodos (a), (b), (c), (d) e (e) os resultados apresentados validam um mercado que obedeceu ao passeio aleatório e que não apresentou autocorrelação serial entre os fechamentos. Assim, podemos afirmar que o mercado acionário brasileiro, na maior parte do tempo do estudo, se mostrou eficiente. Mas que, ao responder a pergunta central do estudo, foram levantadas evidências de que o Covid-19 alterou o comportamento do mercado em uma parcela do horizonte temporal estudado.

Os resultados apontam para um mercado irracional apenas no período (f) segundo ano do Covid-19 dado que o p-valor do teste WBAVR ficou abaixo do intervalo de confiança de 5% utilizado pelo presente estudo. Isto significa que nesse período o índice Ibovespa rejeitou a hipótese nula de previsibilidade do teste WBAVR e apresentou, sim, autocorrelação serial. Desta forma, os resultados evidenciam que, havendo autocorrelação serial entre as amostras, foi possível prever retornos futuros analisando os fechamentos diários anteriores.

Embora o trabalho utilize como *proxy* de mercado o índice Ibovespa, é necessário pontuar que, embora este seja o modelo mais completo de representar o mercado acionário, o índice possui limitações ao expressar a integralidade das empresas listadas. O Ibovespa é uma carteira teórica de ações negociadas na B3 (Bolsa, Brasil e Balcão) e de composição reavaliada a quatro meses. Os critérios de avaliação são diversos, destacando a liquidez de um ativo como forma de quantificar o peso desse papel para a composição do índice. Sendo assim, o Ibovespa hoje é concentrado de empresas relacionadas a commodities e bancos, não conseguindo representar a totalidade das mais de 400 empresas listadas na B3.

Outro ponto limitador deste estudo e possível forma de evolução do trabalho é a forma de verificação dos períodos analisados. Neste trabalho, foram definidos 6 períodos para análise binária se o período se mostrou ou não eficiente. Para maior profundidade na análise, é possível verificar a eficiência de mercado na forma fraca utilizando uma análise *rolling window*, a qual permite uma ampliação da quantidade de análises, possibilitando identificar de forma mais sensível momentos os quais o mercado foi mais ou menos eficiente.

No entanto, este trabalho disserta sobre uma literatura atualmente pouco explorada para países emergentes, especialmente o mercado acionário brasileiro. Além disso, são raros os estudos que buscam estudar o comportamento dos mercados em períodos de crise. O impacto do Covid-19, dado que o *crash* foi em março de 2020 e os *lockdowns* são recentes, é ainda pouco explorado na literatura nacional e internacional. Portanto, este trabalho contribui com a literatura explorando um momento recente e de crise no mercado brasileiro.

REFERÊNCIAS

- ABE, Marcos. **Manual de Análise Técnica: Essência e estratégias avançadas**. São Paulo: Novatec, 2009.
- BACHELIER, L. Théorie de la speculation.(Thèse en Mathématique). **Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure**, [s. l.], v. 3, n. 17, p. 21-86, 1900.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Calculadora do Cidadão**. [S. l.], c2022. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAOPUBLICO/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores&aba=5>. Acesso em: 19 abr. 2022.
- BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. **Investimentos**. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.
- BONE, R. B.; RIBEIRO, E. P. Eficiência Fraca, Efeito Dia-da-Semana e Efeito Feriado no Mercado Acionário Brasileiro: Uma Análise Empírica Sistemática e Robusta. **Revista de Administração Contemporânea**, Maringá, v. 6, n. 1, p. 19-37, 2002.
- CHARLES, A.; DARNÉ, O.; KIM, J.H. Small sample properties of alternative tests for martingale difference hypothesis. **Economics Letters**, [s. l.], v. 110, n. 2, p. 151–154, 2011.
- DIAS, R.; TEIXEIRA, N.; MACHOVA, V.; PARDAL, P.; HORAK, J.; VOCHOZKA, M. Random walks and market efficiency tests: evidence on US, Chinese and European capital markets within the context of the global Covid-19 pandemic. **Oeconomia Copernicana**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 585–608, 2020.
- FAMA, E. The behavior of stock-market prices. **The Journal of Business**, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 34-105, 1965.
- FAMA, E. Efficient Capital Markets: A review of theory and empirical work. **The Journal of Finance**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970.
- FORTI, C. A. B; PEIXOTO, F. M; SANTIAGO, W. Hipótese da eficiência de mercado: um estudo exploratório no mercado de capitais brasileiro. **Gestão & Regionalidade**, [s. l.], v. 25, n. 75, p. 45-56, 2009.
- GAIO, L. E.; ALVES, K. L. F.; PIMENTA JR, T. O mercado acionário brasileiro do novo milênio: um teste de eficiência. **Brazilian Business Review**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 231-246, 2009.
- HAMID, K.; SULEMAN, M. T; ALI SHAH, S. Z.; AKASH, R. S. I. Testing the weak form of efficient market hypothesis: Empirical evidence from Asia-Pacific markets. **International Research Journal of Finance and Economics**, [s. l.], v. 58, p. 121-133, 2010.
- IQUIAPAZA, R. A; BRESSAN, A. A; AMARAL, H.F. Previsão não-linear de retornos na BOVESPA: volume negociado em um modelo auto-regressivo de transição suave. **Revista de Administração Contemporânea**, Maringá, v. 14, n. 1, p. 149-171, 2010.
- KIM, J. H. Automatic Variance Ratio Test Under Conditional Heteroskedasticity. **Finance Research Letters**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 179-185, 2009.

- KIM, J. H.; SHAMSUDDIN, A.; LIM, K. Stock return predictability and the adaptive markets hypothesis: Evidence from century-long US data. **Journal of Empirical Finance**, [s. l.], v. 18, n. 5, p. 868-879, 2011.
- LO, A. W.; MACKINLAY, A. C. Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. **The Review of Financial Studies**, [s. l.], v. 1, p. 41-66, 1988.
- MENSI, W.; TIWARI, A. K.; YOON, S. Global financial crisis and weak-form efficiency of Islamic sectoral stock markets: An MF-DFA analysis. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, [s. l.], v. 471, p. 135-146, 2017.
- MISHRA, P. K.; DAS, K. B.; PRADHAN, B. B. Empirical Evidence on Indian Stock Market Efficiency in Context of the Global Financial Crisis. **Global Journal of Finance and Management**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 149-157, 2009.
- MÜLLER, F. M.; BRUTTI M. R.; CERETTA, P. S. Análise de eficiência de mercado do Ibovespa: uma abordagem com o modelo autoregressivo quantílico. **Revista de Administração e Contabilidade da UNISINOS**, São Leopoldo, v. 12, n. 2, p. 122-134, 2015.
- OZKAN, O. Impact of COVID-19 on Stock Market Efficiency: Evidence from Developed Countries. **Research in International Business and Finance**, [s. l.], v. 58, p. 101445, 2021.
- ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN. B. D.; LAMB, R. **Administração financeira**. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.
- SHAKER, A. T. M. Testing the weak-form efficiency of the Finnish and Swedish stock markets. **European Journal of Business and Social Sciences**, [s. l.], v. 2, n. 9, p. 176-185, 2013.