

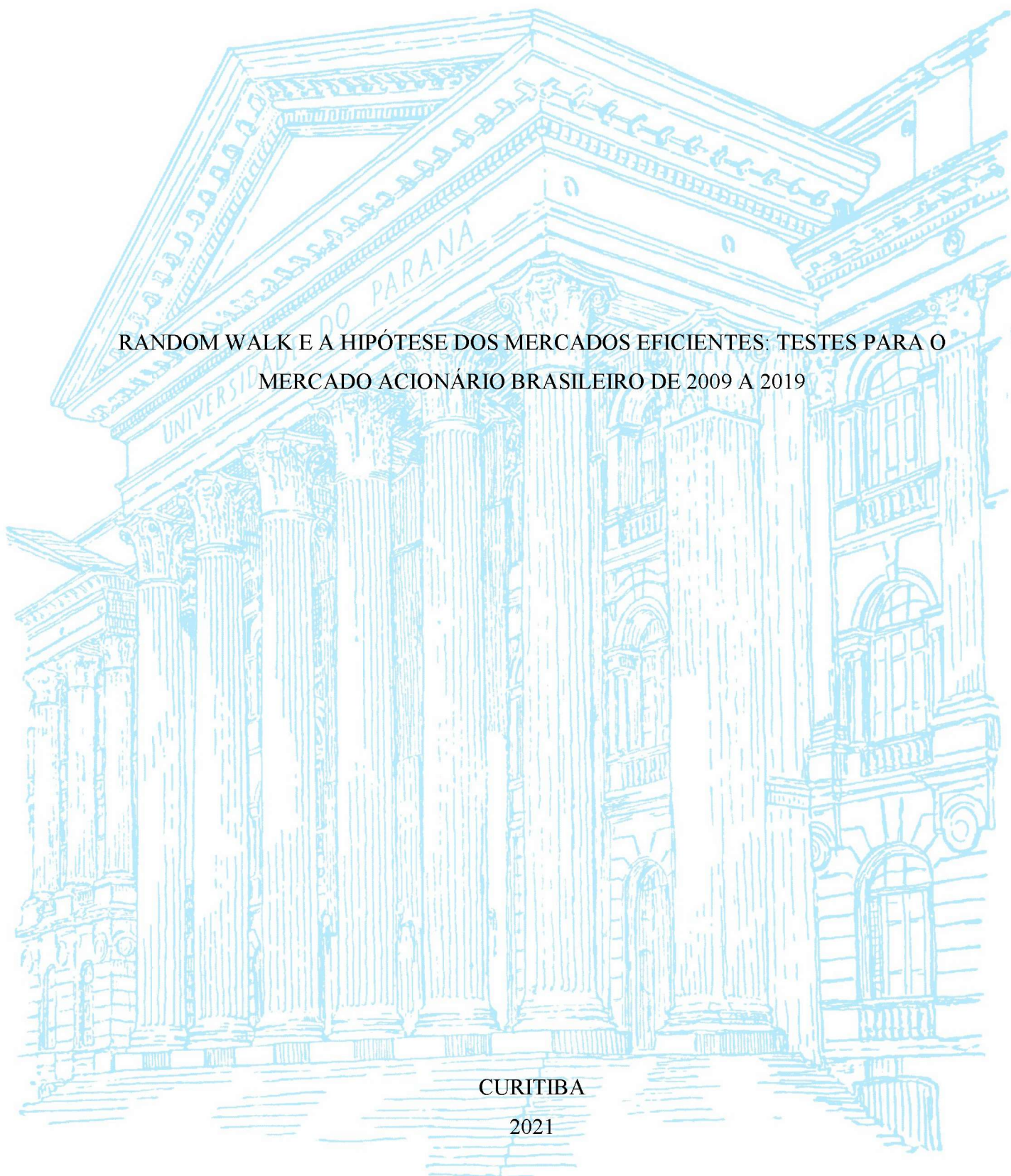
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

NICOLAS FORTES DE SÁ KIESSIG

**RANDOM WALK E A HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES: TESTES PARA O
MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO DE 2009 A 2019**

CURITIBA

2021



NICOLAS FORTES DE SÁ KIESSIG

RANDOM WALK E A HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES: TESTES PARA O
MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO RECENTE

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Graduação em Ciências Econômicas, Setor de Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Economia.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Sbicca Fernandes

CIDADE

2021

RESUMO

Este trabalho buscou testar a hipótese de *random walk* para o mercado acionário brasileiro, de 2009 a 2019, a partir da verificação e análise de resultados de 3 testes estatísticos efetuados: teste de variância única de Lo Mackinlay, teste de variância múltipla de Chow Denning, e teste de Runs. Os resultados encontrados apontam em sua maioria para a aceitação do *random walk* no mercado acionário brasileiro quando analisado tanto o índice Ibovespa quanto as ações individuais selecionadas por critérios de liquidez definidos.

Palavras-Chave: Passeio aleatório; *random walk*; Liquidez; Teste; Brasileiro; Variância.

ABSTRACT

This work focused on testing the *random walk* hypothesis for the Brazilian stock market, from 2009 to 2019, through the verification and analysis of the results from 3 statistical tests: single variance test of Lo Mackinlay, multiple variance test of Chow Denning, and Runs test. The results found point mostly to the acceptance of the *random walk* hypothesis for the Brazilian stock market for both the Ibovespa index as well as for the individual stocks selected through defined liquidity criteria.

Keywords: *random walk*; Liquidity; Brazilian Stock Market; Variance; Test;

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 5 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 6 |
| 2.1 HME E IMPLICAÇÕES: DEFINIÇÃO DA HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES..... | 6 |
| 2.2 PREMISSAS-CHAVE | 7 |
| 2.3 IMPLICAÇÕES DAS PREMISSAS-CHAVE E HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES | 8 |
| 2.4 FINANÇAS COMPORTAMENTAIS E RANDOM WALK..... | 10 |
| 3. PARTE EMPÍRICA..... | 14 |
| 3.1 REVISÃO EMPÍRICA..... | 14 |
| 3.1.1 <i>Random Walk</i> E Liquidez: Resultados E Interpretações De Literaturas Passadas..... | 14 |
| 3.1.2 Implicações Da Aceitação Ou Não Do <i>Random Walk</i> (Hipóteses)..... | 20 |
| 3.2 METODOLOGIA | 20 |
| 3.2.1 Dados Usados E Critérios..... | 21 |
| 3.2.2 Testes estatísticos utilizados..... | 25 |
| 3.3 ESTATÍSTICA DESCRITIVA E RESULTADOS OBTIDOS | 26 |
| 4. ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 35 |
| 5. CONCLUSÃO | 36 |
| REFERÊNCIAS | 38 |

1. INTRODUÇÃO

A hipótese dos mercados eficientes (HME) como definida por Fama (1970), sustenta que os preços das ações refletem todas as informações públicas relevantes. De maneira geral, existem duas perguntas que podem ser feitas para facilitar testes em relação a HME. A primeira é se os preços estão corretos, ou seja, se refletem corretamente o valor intrínseco do ativo. A segunda pergunta se refere a possibilidade de se obter retornos acima do mercado de forma consistente, sem aumentar os riscos. Se o investidor se alavancar a favor da valorização do mercado e este valorizar, seu retorno será maior que o do mercado, porém será um retorno ajustado pelo risco da alavancagem, isto é, retornos maiores que o do mercado, mas riscos proporcionalmente maiores também. Não é esse o tipo de retorno acima de mercado que a questão se refere, é o retorno acima de mercado sem aumento de risco, como que por arbitragem.

Arbitragem trata-se de uma operação que busca lucrar sobre a diferença de preço para um mesmo ativo em mercados diferentes. Um exemplo hipotético seria uma ação, ABCD4, sendo negociada a R\$ 30 no Ibovespa, e a R\$ 31 em outro mercado. Com isso, o investidor compra ABCD4 a R\$ 30 no Ibovespa e inicia uma posição vendida em ABCD4 a R\$ 31 no outro mercado. Tratando-se do mesmo ativo, os preços devem se igualar, e não importa a qual preço eles se igualem, o investidor terá lucro sem aumento de risco. Outra operação que também é considerada como arbitragem é por exemplo na diferença de valor entre ativos semelhantes em um mesmo mercado, o que será tratado mais a frente neste trabalho. Portanto, a arbitragem tratada neste trabalho define-se pela obtenção de retornos com nenhum ou pouco aumento de risco (e define-se por risco mais do que apenas volatilidade, podendo envolver também mudanças fundamentais nas ações, por exemplo).

A existência de muitas possibilidades de arbitragem em um mercado implica em uma ineficiência, pois indica distorções que podem ser exploradas com nenhum ou pouco risco. Neste trabalho, vamos elaborar um pouco sobre as duas perguntas, e possíveis testes para a HME baseados nelas.

Diversos estudos acadêmicos buscam testar e analisar a HME, e uma forma frequentemente abordada é através da hipótese do passeio aleatório, ou *random walk*. Além disso, trabalhos em finanças comportamentais têm sugerido que limites de arbitragem e o uso de heurísticas podem explicar resultados diferentes daqueles supostos pela HME, inclusive quanto ao *random walk*. Esta monografia busca complementar esses estudos e tem como objetivo determinar se o mercado acionário brasileiro, para a década de 2009 a 2019, foi

eficiente na forma fraca como definido por Fama (1970), e se a liquidez dos papéis tem influência na aceitação ou rejeição do passeio aleatório. A partir de testes de razão de variância, o trabalho desenvolve hipóteses para os resultados possíveis, tanto de aceitação quanto rejeição do passeio aleatório, e implicações disso para a HME.

Esta monografia foi estruturada em 5 partes. Na segunda seção, após essa introdução, é abordada a Hipótese dos Mercados Eficientes (HME) e o que deveria se observar empiricamente a partir das implicações da HME. Explica também o campo de Finanças Comportamentais, um ramo novo e de material ainda reduzido no Brasil, e apresenta algumas situações inesperadas pela HME, chamadas anomalias observadas nos dados empíricos tratados nessa monografia. A seção 3 apresenta o estudo empírico desenvolvido e a metodologia, com os testes estatísticos utilizados para verificar a aceitação ou não das hipóteses levantadas a partir das implicações da HME, assim como os resultados obtidos com a aplicação dos testes. A quarta seção apresenta uma breve discussão dos resultados. Na última seção, são apresentadas as conclusões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HME E IMPLICAÇÕES: DEFINIÇÃO DA HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES

De forma simples, um mercado eficiente é um mercado em que os preços dos ativos negociados refletem, a qualquer momento, todas as informações disponíveis, impossibilitando dessa maneira a obtenção de retornos acima dos retornos do mercado de forma consistente, sem ajuste do risco. Ou seja, em um mercado eficiente, não é possível obter retornos maiores que o retorno do mercado por um longo período de tempo sem aumentar os riscos na mesma proporção, e os preços ficam próximos ao valor fundamental da ação. Porém, essa definição é muito ampla e de difícil mensuração empírica. Para verificar a eficiência de um mercado, Fama (1970) enumerou três condições que são suficientes, mas não necessárias: a) Custos de transação inexistentes; b) Simetria de informações; e c) Expectativas homogêneas sobre os efeitos das informações nos ativos.

Para que possamos testar a validade da hipótese dos mercados eficientes, se faz necessário a adoção de premissas e definições sobre o que caracteriza um mercado eficiente empiricamente. A partir disso, podemos construir modelos que oferecem uma forma de testar

as implicações da HME. Essas definições serão mais elaboradas na terceira parte desta monografia.

Portanto, de acordo com a HME, os agentes utilizam as informações disponíveis e atualizam suas expectativas de tal forma que se deve observar como comportamento dos ativos uma baixa volatilidade e impossibilidade de se obter retornos consistentes acima da média de retornos do mercado. Com isso, Fama (1970) distinguiu três níveis de eficiência para um mercado, baseado em premissas diferentes: a eficiência fraca, a semiforte e a forte.

A eficiência fraca estipula que preços passados não podem ser usados para antecipar movimentos futuros dos preços.

A semiforte estabelece que os preços assimilam toda informação pública disponível e se ajustam a novas informações em curto espaço de tempo. Note que para a eficiência semiforte, é preciso que haja homogeneidade de expectativas em relação às informações públicas do ativo, caso contrário não haveria consenso sobre o preço e valor fundamental do ativo (STASSEN, 2009).

A eficiência forte assume que não existe informação que o preço do ativo já não tenha incorporado, dessa maneira até mesmo informação privilegiada já estaria refletida no preço (LIMA 2003).

Logicamente, para que um mercado possua eficiência forte ele precisa possuir as características de eficiência semiforte e fraca também. Sendo assim, se é elaborado um teste que busca rejeitar a forma de eficiência fraca em um mercado, ou seja, um teste que encontre que é possível obter ganhos acima do mercado observando o comportamento passado dos preços, e esse teste rejeita a hipótese nula de que o mercado possui eficiência em sua forma fraca, então esse mercado não possui a forma fraca de eficiência e conseqüentemente nem a forma semiforte e forte de eficiência (STASSEN, 2009).

Para que sejam determinados esses três tipos de eficiência de mercado, primeiro é preciso estabelecer quais são as premissas e pressupostos-chaves adotados necessários para que o modelo da hipótese dos mercados eficientes funcione.

2.2 PREMISSAS-CHAVE

A primeira premissa-chave é a de que os investidores são racionais e maximizadores de lucro, ou seja, os investidores sempre tomam as melhores decisões diante das possibilidades e não possuem viés de nenhum tipo, isto é, suas decisões não sofrem influências que podem

levar a erros. A segunda premissa-chave é que não há assimetria de informações, sendo assim que todos os investidores têm o acesso a informações relevantes (MUSSA et al. 2008).

Agora que definimos o que constitui a hipótese dos mercados eficientes (não é possível obter ganhos acima do mercado de forma consistente em sua forma fraca) e as premissas-chave para que o modelo seja sustentado (investidores racionais maximizadores de lucro e simetria de informações), trataremos das implicações dessas premissas.

2.3 IMPLICAÇÕES DAS PREMISSAS-CHAVE E HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES

O que observamos a partir da formulação da HME é um mercado ideal, onde a obtenção de retornos acima do normal (acima do retorno de mercado) seria ocasional e não passível de previsibilidade. Os investidores são racionais e maximizadores de utilidade, e aqueles preços que apresentassem distorções por conta de investidores irracionais e desinformados (chamados “*noise traders*”) seriam rapidamente arbitrados pelos investidores racionais, cancelando a distorção momentânea e a distorção sendo considerada como “barulho” (STASSEN, 2009).

Os arbitradores (investidores racionais) se pautam em métodos de avaliação de valor de ativos (como por exemplo o método de fluxo de caixa descontado) para encontrar o que se denomina como o valor intrínseco ou fundamental de um ativo. Se um ativo negociado apresentar um valor que difere daquele valor fundamental encontrado pelo investidor racional, este, em conjunto com outros investidores racionais, irá agir buscando lucrar com essa diferença de modo que o preço do ativo retorne ao seu patamar de valor fundamental. Com isso, temos que o preço atual do ativo já reflete todas as informações disponíveis no mercado para esse ativo, e que os preços passados do ativo não possuem nenhum valor preditivo que permita retornos em excesso em relação ao retorno de mercado (STASSEN, 2009; LIMA 2003).

Ainda que assumida a existência de investidores considerados irracionais ou desinformados que são responsáveis por desvios no preço do ativo em relação ao seu preço fundamental, os “*noise traders*”, os arbitradores seriam responsáveis por corrigir as distorções de preço causada por esses investidores desinformados (BYRNE e BROOKS, 2008).

De acordo com Fama (1995), as duas maneiras mais comuns de prever preços de ações usadas por profissionais do mercado são a análise técnica ou gráfica, e a análise fundamentalista ou de valor intrínseco.

A premissa base dos analistas técnicos ou grafistas é a de que padrões passados de preço da ação tendem a se repetir no futuro, e logo uma maneira de aumentar seus ganhos potenciais é desenvolvendo uma familiaridade com padrões passados de preço para que esses possam ser reconhecidos em tempo real. Logo, essencialmente o que os analistas técnicos e gráficos buscam fazer é usar o conhecimento da série passada de preços para prever o provável comportamento futuro da série. Essa técnica assume, estatisticamente, que as mudanças sucessivas de preços são dependentes (FAMA, 1995).

Sobre a técnica fundamentalista, a premissa base é a de que em qualquer ponto no tempo, uma ação possui um valor intrínseco que depende dos ganhos potenciais da empresa, e estes, por sua vez, dependem de fatores fundamentalistas como a qualidade da administração, cenário econômico e do setor, saúde do balanço patrimonial da empresa, crescimento de vendas, entre outros. Em princípio, através da análise desses fatores, o analista seria capaz de determinar se o preço da ação está acima ou abaixo do valor intrínseco estimado, e assim implicitamente fazer uma predição de correção do preço para o valor intrínseco.

É importante notar a relevância que os arbitradores têm na constituição da hipótese de *random walk* e mercados eficientes, uma vez que são esses considerados investidores racionais que vão impedir que sejam exploradas sistematicamente distorções nos preços que permitam ganhos acima do retorno de mercado.

Um exemplo sobre como agiria um arbitrador seria o seguinte: vamos supor que a empresa X esteja precificada no mercado a R\$ 10,00 por ação, e que a Empresa X possui 1.000 ações. Dessa maneira, seu valor de mercado é de $R\$ 10,00 \times 1.000 = R\$ 10.000,00$. Porém, o arbitrador, através de estratégias de análise fundamentalista, chega em um valor para a Empresa diferente do valor de mercado dela no momento. Vamos supor que ele utilizou o método de fluxo de caixa descontado (onde se projetam os fluxos de caixa futuro da empresa e estes são então descontados para o valor presente) e ele tenha chegado em um valor para a Empresa de R\$ 11.000,00. Assim, com essa distorção, ele compraria o ativo até que este estivesse no valor intrínseco calculado. O mesmo vale para se o valor fosse de R\$ 9.000,00, por exemplo, em que o arbitrador então venderia o ativo até que este estivesse de acordo com o valor intrínseco por ele calculado.

Assim, constitui-se a hipótese do *random walk*, ou Caminhos Aleatórios dos preços dos ativos, uma das implicações da HME. Essa hipótese afirma que os movimentos de preços subsequentes a um ponto inicial apresentam trajetórias aleatórias em relação aos preços anteriores. Dessa maneira, torna-se inviável predizer movimentos futuros nos preços a partir dos preços passados do ativo (MALKIEL, 2003).

Temos também, como implicação da HME o “Fair Game”, ou Jogo Justo. Essa hipótese por sua vez estabelece que não é possível utilizar nenhuma informação disponível para obtenção de retornos acima dos retornos de mercado (ELTON et al., 2003).

Esse tipo de comportamento visto por investidores racionais é o que efetivamente cancela as possibilidades de ganhos sistemáticos acima do mercado. A velocidade com que estes arbitradores vão agir irá determinar por quanto tempo o ativo estará com preço distorcido. Pela HME, não existem empecilhos para a arbitragem, e logo os arbitradores sempre conseguem levar o preço do ativo para próximo do seu valor intrínseco estimado.

2.4 FINANÇAS COMPORTAMENTAIS E RANDOM WALK

A hipótese dos mercados eficientes tem como premissa base que os agentes são racionais, e que os mercados financeiros incorporam todas as informações públicas relevantes nos preços dos ativos. Porém, quando analisados os dados, surgem evidências que colocam em pauta a capacidade dos modelos de HME de representar a realidade. Em outras palavras, foram elaborados estudos que encontraram anomalias nos dados, ou seja, evidências de inconsistências no comportamento do mercado e seus participantes com relação ao que preveem os modelos de HME. Alguns desses estudos incluem o *puzzle* da volatilidade proposto por Robert Shiller em 1981, o *puzzle* do prêmio pelo *equity* de Bernartzi e Thaler de 1995, entre outros. Discutiremos mais a fundo sobre essas anomalias mais a frente nesta seção.

Dessa maneira, surgiu um campo recente em finanças, chamado de Finanças Comportamentais, que tem justamente como objetivo principal complementar a HME onde ela apresentar falhas e inconsistências, buscando entender outros elementos que podem estar presentes na tomada de decisão dos participantes dos mercados financeiros. As Finanças Comportamentais incluem psicologia e comportamento humano ao ramo de estudo de finanças. Logo, as Finanças Comportamentais tentam aproximar o indivíduo de racionalidade ilimitada presente nos modelos de finanças tradicionais aos seres humanos e suas limitações.

O ramo de estudo de finanças comportamentais argumenta que alguns fenômenos financeiros podem ser melhor explicados através de modelos em que os agentes não têm uma racionalidade ilimitada. O campo conta com dois blocos fundamentais: o de limites da arbitragem, que defende a existência de dificuldade dos arbitradores de desfazer os deslocamentos de preço causados por agentes menos racionais, e o bloco da psicologia, que categoriza os desvios do ser humano daquilo que seria a racionalidade ilimitada (BARBERIS; THALER, 2003).

Vamos explorar um pouco mais as implicações desses dois blocos fundamentais das finanças comportamentais. Como já mencionamos acima, para calcular o valor intrínseco ou fundamental de uma Empresa, os arbitradores utilizam frequentemente o método de fluxo de caixa descontado: O valor da Empresa é a soma de seus futuros fluxos de caixa, projetados através de premissas que buscam incorporar todas as informações disponíveis, descontados a uma taxa normativamente aceita que corresponde a um nível de risco. Se o preço da ação está diferente do preço fundamental calculado pelos arbitradores, então existe uma distorção que pode ser corrigida.

Em finanças tradicionais, com agentes racionais e sem fricções para a arbitragem, o preço do ativo é igual ao seu valor fundamental. Fricções para a arbitragem, como definidas por Barberis e Thaler (2003), podem ser:

1. Custos de implementação da estratégia como corretagem, taxa de empréstimo de papéis para entrada vendida, spread de preços de compra e venda;
2. Risco fundamental, como por exemplo comprar uma ação e sair uma notícia que altere seu valor fundamental, fazendo com que seu preço caia mais;
3. E risco pelos “noise traders” (traders desinformados), que podem, por exemplo, movimentar o preço ainda mais pra baixo, forçando o arbitrador a liquidar a posição.

Dito isso, a hipótese dos mercados eficientes é justamente que os preços atuais refletem o valor fundamental dos ativos. De acordo com as Finanças Comportamentais, mesmo ativos com grandes distorções de preço podem continuar distorcidos por um longo período de tempo, porque as estratégias usadas pelos arbitradores para corrigir essas distorções podem incumbir em riscos e custos tão altos (fricções para a arbitragem) que tornam a estratégia pouco atraente (BARBERIS; THALER, 2003).

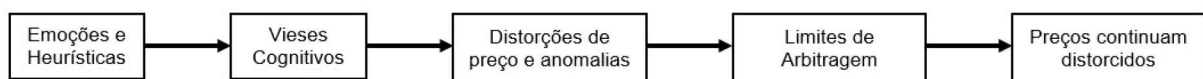
Existem evidências que apontam para a presença de limites para a arbitragem, como é o caso do estudo de Mitchell, Pulvino e Stafford (2002), em que são analisados 82 casos de empresas americanas onde o valor de mercado da empresa era menor do que o de sua subsidiária, implicando em uma oportunidade de arbitragem. A partir disso eles observam o que poderia estar impedindo os arbitradores de imediatamente corrigir os preços dessas empresas para seu valor fundamental. O que foi encontrado é que a incerteza sobre a distribuição dos retornos e sobre as características dos riscos acabavam tornando essa correção mais morosa, e logo a distorção se sustentava por mais tempo.

Barberis e Thaler (2003) delinearão problemas que criam os limites da arbitragem. Por exemplo, quando o preço de um ativo está distorcido, e esse ativo não possui um substituto próximo, os arbitradores precisam enfrentar um risco fundamental do qual são incapazes de se

proteger caso haja uma mudança negativa de fundamentos do ativo. E mesmo que haja um substituto próximo, os arbitradores ainda correm o risco criado pelos “noise traders”, que podem fazer com que a distorção do preço aumente muito antes de ser corrigida, impedindo o arbitrador de manter sua posição no ativo devido a possíveis chamadas de margem. Além dessas questões, existem também os custos de implementação da estratégia de arbitragem e casos extremos em que ocorre uma congestão do mercado de aluguel de ações (onde se inicia uma posição vendida em algum ativo), e essa congestão (falta de ações para alugar, para então vender) impossibilita os arbitradores de abrirem uma posição vendida em um ativo sobreprecificado (BYRNE e BROOKS, 2008).

Outra forma de analisar as distorções observadas no mercado financeiro enfatiza características cognitivas, em que são categorizados vieses que influenciam a tomada de decisão de investidores de maneira a causar distorções nos preços dos ativos. O ser humano usa atalhos cognitivos (ou heurísticas) que podem ou não provocar vieses. Ou seja, esses atalhos podem gerar percepções e expectativas equivocadas e, com isso, decisões e comportamentos diferentes do ótimo do ponto de vista do resultado esperado, e isso é viés. Esses vieses foram bem documentados pelos estudos de Kahneman e Tversky (1979), Gilovich et al. (2002), Camerer (1998) entre outros. Então, pela perspectiva das Finanças Comportamentais, o processo é como segue:

FIGURA 1 – PERSPECTIVA DAS FINANÇAS COMPORTAMENTAIS E AS DISTORÇÕES DE PREÇOS EM MERCADOS DE CAPITALIS



FONTE: Autor

Os investidores, diferente do que prega a HME, possuem racionalidade limitada e, portanto, são suscetíveis a vieses cognitivos. Esses vieses cognitivos influenciam as expectativas e decisões desses investidores de forma a causar distorções nos preços dos ativos. Os arbitradores, porém, não conseguem arbitrar livremente, pois existem limites para a arbitragem, e, portanto, os preços dos ativos continuam distorcidos.

Alguns outros *puzzles* também foram encontrados, como o *puzzle* do CAPM (*Capital Asset Pricing Model*), estudado por Fama e French (1992) que identificou que o retorno médio esperado tinha fraca relação com o prêmio de risco, e o *puzzle* de excesso de volatilidade de Robert Shiller de 1981, que apontava que os dividendos pagos não variam tanto a ponto de

justificar a volatilidade vista nos preços dos ativos. Porém, mais estudos foram aprofundados sobre estes puzzles do qual não discutiremos, sendo nosso foco o passeio aleatório.

Uma das implicações da eficiência de forma fraca de mercado definida por Fama (1970) é a de que os preços dos ativos se movem de forma imprevisível, com probabilidades uniformes de valorizar ou desvalorizar. Essa implicação forma a hipótese do *random walk*, ou passeio aleatório, em que a movimentação dos preços dos ativos no momento atual e futuro não tem nenhuma influência dos preços passados.

Testar a existência ou não do *random walk* no mercado acionário brasileiro significa procurar mais uma vez o quão bem a Hipótese dos Mercados Eficientes consegue representar a realidade dos dados empíricos. A rejeição ou não do *random walk* não necessariamente valida ou invalida a HME, mas de fato pode apontar para a acurácia da hipótese quando comparada com os dados empíricos.

Com base nisso, é interessante pontuar que foram desenvolvidas diversas maneiras de testar o *random walk*, e os resultados foram variados. Observar e entender outros artigos científicos que tratam de testes de *random walk* irá nos permitir construir um alicerce mais robusto em torno das conclusões e possíveis interpretações dos resultados desses testes e dos testes que vamos realizar.

Enfatizando o significado da hipótese de *random walk*, citamos Gaio et al. (2009, p. 232):

A hipótese de aleatoriedade no comportamento das ações pode ser verificada quando não há uma relação sistemática entre retornos atuais e retornos passados. Dessa forma, não haveria como um investidor obter ganhos extraordinários baseando-se na análise de preços passados, na medida em que todas as informações passadas já estariam incorporadas no preço atual. [...] Ou seja, não existe a previsibilidade de preços futuros por meio da análise de preços passados porque o comportamento desses preços é aleatório.

Fama (1995) discute que os grafistas e analistas técnicos argumentam que os testes estatísticos desenvolvidos para verificação do passeio aleatório e dependência serial não são sofisticados o suficiente, e, portanto, não são válidos para detectar a correlação serial dos preços. Discute também que para os analistas fundamentalistas, estes também estão implicitamente tentando prever o preço futuro de um ativo através de informações anteriores, e que em um mundo incerto, existem diferenças nas estimativas para o valor intrínseco dos ativos. Note que o debate em torno dos testes de *random walk* existe a algum tempo, visto que em 1995 Fama já chamava atenção para esse ponto.

3. PARTE EMPÍRICA

Nesta parte da monografia, trataremos das metodologias utilizadas para testar a HME, assim como as implicações dos resultados estatísticos obtidos e como as finanças comportamentais podem estar por trás de comportamentos que não condizem com o que prega a HME.

3.1 REVISÃO EMPÍRICA

3.1.1 *Random Walk* E Liquidez: Resultados E Interpretações De Literaturas Passadas

Uma pergunta que pode ser feita em relação ao comportamento de *random walk* dos ativos é se a liquidez dos mesmos, isto é, o volume negociado do ativo em dado período de tempo, tem alguma influência ou efeito na aceitação ou não da hipótese nula de *random walk*, nos testes.

Teoricamente, ativos com maiores volumes de negociação são mais facilmente arbitrados, ou seja, os arbitradores têm menos dificuldades, menos limites, quando se trata de arbitrar ativos com grandes volumes de negociação quando se comparados a ativos com menores volumes negociados. Como consequência, há maior eficiência de mercado em ativos mais líquidos versus ativos com menor liquidez, uma vez que os arbitradores conseguem atuar mais livremente sobre ativos com maior porte de negociação. A inferência que se faz a partir disso é que, em princípio, ativos mais líquidos respeitam mais o *random walk* do que ativos menos líquidos.

Para corroborar com as explicações acima, algumas literaturas adereçaram a discussão da relação entre a eficiência de um mercado e sua liquidez. Em *Liquidity and Market efficiency: A large Sample Study*, de Chung e Hrazdil (2010), foi concluído para o mercado norte-americano que a liquidez aumentada melhora a eficiência do mercado através de dois canais distintos: maior atividade de arbitradores que ajudam especialistas a absorverem os fluxos de ordens, e uma coleção aumentada de novas informações que são mais eficientemente incorporadas nos preços. Apesar disso, um estudo de Bariviera (2011) aponta para uma fraca conexão entre a capitalização do mercado e sua eficiência, e que a eficiência não é significativamente afetada pela presença de investidores estrangeiros (que geralmente trazem maior liquidez para o mercado em que estão presentes). Seus testes foram aplicados a dados do mercado Tailandês.

Gaio et al. (2009), usando estimações por modelos autorregressivos (AR), médias móveis (MA) e modelos autorregressivos e médias móveis (ARMA), chegaram à conclusão de que “para a maioria das ações analisadas, seus retornos passados servem como proxy para a mensuração de perdas e ganhos futuros (mais de 50% dos casos). Este resultado reforçou a ideia de que o mercado de ações brasileiro não evidencia características de um mercado eficiente na forma fraca.”

É interessante destacar, porém, que eles encontraram esses resultados a partir das 50 ações mais líquidas da época, algo que contraria de certa maneira a hipótese que estamos abordando de que papéis mais líquidos tendem a respeitar melhor o *random walk*. Contudo, existem literaturas que fizeram inspeções curiosas que podem complementar a ideia de que a liquidez tem um papel na aceitação ou não do *random walk*. É o caso do estudo de Al-Khazali, Ding e Pyun (2007), onde foi encontrado que para as séries de dados brutos dos 8 mercados MENA (*Middle East and North Africa*) testados, todos rejeitam o *random walk*, até que sejam ajustados os dados dos papéis com baixa liquidez e negociação infrequente (trata-se de um ajuste para remover o efeito dos dias em que esses papéis não negociaram). Com o ajuste, nenhum dos mercados no estudo rejeita o *random walk*.

Outros estudos, como o de Worthington e Higgs (2004), fizeram três tipos de testes em 20 índices¹ acionários europeus entre 1987 e 2003, sendo 16 desenvolvidos e 4 emergentes, para determinar a presença ou não de *random walk* nesses mercados. Os resultados apontam para a rejeição do *random walk* na maioria dos mercados europeus testados no estudo, com os emergentes inclusos, exceto a Hungria. Apenas 5 dos 16 desenvolvidos respeitaram os critérios mais rígidos da hipótese. A interpretação desenvolvida foi que mercados maiores e institucionalmente mais maduros parecem seguir o passeio aleatório mais do que o contrário, e que os *policy makers* e reguladores têm um papel de influência neste resultado.

Visando compreender e explorar um possível vínculo entre a presença de *random walk* e os mercados emergentes, Worthington e Higgs (2003) fizeram também testes de *random walk* para índices acionários em países Latino Americanos, mais especificamente Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Mexico, Peru e Venezuela. Realizaram 3 tipos de testes: de correlação serial, de não-estacionaridade e de variância múltipla e única. Todos os testes apontaram para a ausência de *random walk* nesses mercados, para o período de 1987 a 2003.

¹ Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Holanda, Noruega, Portugal, Espanha, Suécia, Suíça, Reino Unido, República Tcheca, Hungria, Polónia e Rússia.

A literatura sobre *random walk* e as possíveis maneiras de testá-lo, nos diversos mercados do mundo, tem encontrado resultados diversos. Um exemplo é o de Chitenderu et al. (2014), que encontraram evidências para a presença de *random walk* no *All. Share Index* do mercado acionário de Joanesburgo. Isso demonstra que as mudanças de preços no mercado acionário de Joanesburgo não são correlacionados e, portanto, não é possível prever movimentos futuros de preços a partir de padrões passados. Eles sugerem também que isso pode ser fruto de disseminação e distribuição eficiente de informações e também instituições reguladoras fortes no quesito de proteção ao investidor. O teste foi realizado com uma série de dados mensais, de 2000 a 2011. Eles também fazem menção a diversas outras literaturas que fizeram diferentes testes, em diferentes mercados, revelando que alguns concluíram pela presença do passeio aleatório e outros não.

Outro exemplo é o de Nwidobie (2014), que realizou um teste para *random walk* no mercado acionário da Nigéria. De acordo com sua conclusão, o mercado Nigeriano não segue um padrão aleatório como descrito por Fama (1995), e esse resultado dá suporte ao que foi observado na literatura de Lo e Mackinlay (1988), apesar de que para outro mercado acionário (Estados Unidos). O período de estudo foi de 2000 a 2012. Nwidobie ainda sugere que tais resultados trazem a possibilidade de que a tendência de movimentação das ações no mercado nigeriano possa ser determinada antecipadamente a partir dos valores dos fundamentos dos papéis, como por exemplos dividendos pagos no ano anterior. Outras peculiaridades foram citadas em relação aos resultados, que podem inferir a existência de ineficiências no mercado nigeriano devido possivelmente a falta de informações dos papéis ou dificuldade de acesso do público a essas informações, e manipulação de mercado.

Seguindo nessa linha de eficiência informacional, Mullainathan e Shleifer (2005) encontraram evidências que suportam a existência de persuasão dos investidores através de propagandas por parte das empresas. No estudo, eles levantam que isso pode colocar em foco o efeito da persuasão para a eficiência do mercado, indicando que talvez mercados competitivos por informação entreguem aos consumidores o que eles querem, e não necessariamente a verdade completa ou os dados mais relevantes para o bem estar dos consumidores.

Abaixo, o Quadro 1 compila algumas literaturas que testaram o passeio aleatório e o resultado encontrado:

QUADRO 1 – ARTIGOS QUE TESTARAM RANDOM WALK: TESTES ESTATÍSTICOS E RESULTADOS
OBTIDOS PARA DIVERSOS PERÍODOS E PAÍSES

| Referência | Testes | Período Analisado | Dados | Conclusão |
|--|---|--|---|---|
| Liquidity and market efficiency: A large sample study - Chung e Hrazdil (2010) | Modelos de decomposição, referenciados em Lin et al. (1995) e Huang e Stoll (1997) | Janeiro 1993 - Junho 2004 | Retornos, liquidez e fluxo de ordens de ações listadas na NYSE, assim como portfólios combinados por critérios de liquidez. | Maior liquidez parece melhorar a eficiência do mercado através de maior atividade de arbitadores e melhor incorporação de informações nos preços. |
| The influence of liquidity on informational efficiency: The case of the Thai Stock Market - Bariviera (2011) | Expoente de Hurst; Método R/S (Rescaled range analysis); Método DFA (Detrended fluctuation analysis). | Mai 1975 - Dezembro 2010 | Retornos diários do índice de preço Bangkok S.E.T. | Pelo método R/S, encontrou relação negativa fraca com o expoente de Hurst e a capitalização do mercado. Pelo DFA, correlação positiva com o expoente de Hurst e a capitalização do mercado. |
| O mercado acionário brasileiro do novo milênio: um teste de eficiência - Gaio, Alves e Júnior (2009) | Augmented Dickey-Fuller (ADF); Função autocorrelação (FAC) e Ljung-Box; Autogressivos (AR), Médias Móveis (MA) e ARMA, conforme Morettin e Toloi (2004). | Janeiro 2000 - Setembro 2007 | Retornos diários das 50 ações mais líquidas negociadas no período analisado. | Mercado acionário brasileiro, representado pelas 50 ações mais líquidas, não é eficiente na forma fraca conforme a HME proposta por Fama (1970). |
| Random Walks and market efficiency in European equity markets - Worthington and Higgs (2004) | Augmented Dickey-Fuller (ADF); Phillips-Perron (PP); Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin (KPSS); Variância Múltipla (MVR) de Chow e Denning (1993); Variância única de Lo e Mackinlay (VR); Teste de coeficiente de correlação serial; Teste de runs; | Diferentes datas de início dependendo do índice (1986 a 1995) e terminam em Maio de 2003 | Log natural dos retornos diários de 20 índices acionários de países europeus. Dados especificados em dólares. | Rejeição da presença de <i>random walk</i> na maioria dos índices pelos testes de correlação serial, de raiz unitária e razão de variância. |

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| <p>A new variance ratio test of <i>random walk</i> in emerging markets: A revisit - Al-Khazali, Ding e Pyun (2007)</p> | <p>Miller, Muthuswamy e Whaley (1994); Teste de razão de variância Wright (2000); Teste de runs;</p> | <p>Outubro 1994 - Dezembro 2003</p> | <p>Retornos semanais de Índices de mercado de 8 países do OMAN (Oriente Médio e África do Norte)</p> | <p>Em formato bruto, os dados não respeitam o <i>random walk</i>. Porém quando ajustados pela infrequência de negociação, todos os 8 índices respeitam o RW.</p> |
| <p>A Aleatoriedade do Passeio na Bovespa: Testando a Eficiência do Mercado Acionário Brasileiro - Torres, Bonomo e Fernandes (2002)</p> | <p>Teste de Lo e Mackinlay (VR) (1989); White (1980); Brock, Dechert & Scheinkman (BDS) (1987); McLeod-Li (1983), Hsieh (1989).</p> | <p>Março 1986 - Abril 1998</p> | <p>Séries de preços diários de ações e do índice Ibovespa, e carteiras agregadas de ações, corrigidas para proventos. Valores ajustados pelo IGP-DI Mensal da FGV.</p> | <p>Encontradas evidências de previsibilidade, com 3 possíveis interpretações: compatibilidade com o modelo de Lucas (1978), fatos estilizados não robustos, e que lucros extraordinários derivados de padrões de previsibilidade seriam eliminados quando considerados custos de transação (impostos, corretagem).</p> |
| <p>The <i>random walk</i> Theory: An Empirical Test in the Nigerian Capital Market - Nwidobie (2014)</p> <p>Tests of <i>random walks</i> and market efficiency in Latin American stock markets: An empirical note. - Worthington e Higgs (2003)</p> | <p>Augmented Dickey-Fuller (ADF);</p> <p>Augmented Dickey-Fuller (ADF); Phillips-Perron (PP); Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin (KPSS); Variância Múltipla (MVR) de Chow e Denning (1993); Variância única de Lo e Mackinlay (VR); Teste de coeficiente de correlação serial; Teste de runs;</p> | <p>Janeiro 2000 - Dezembro 2012</p> <p>Dezembro 1987, 1992 - Maio de 2003</p> | <p>Índice de preços do Mercado Acionário Nigeriano, observações mensais.</p> <p>Log natural dos retornos diários de 7 índices acionários de países Latino-Americanos. Dados especificados em dólares.</p> | <p>O Índice não segue o <i>random walk</i> descrito por Fama (1995), de acordo com o teste ADF.</p> <p>Rajeição da presença de <i>random walk</i> em todos os índices pelos testes de correlação serial, de raiz unitária e razão de variância, com a rejeição no caso do índice Argentino sendo por critérios menos restritos que o dos outros países.</p> |
| <p>The <i>random walk</i> Theory And Stock Prices: Evidence From Johannesburg Stock Exchange - Chitenderu, Maredza, Sibanda (2014)</p> | <p>Augmented Dickey-Fuller (ADF); Auto-Regressive Integrated Moving Average (ARIMA); Variance Ratio Test por Yilmaz (2001).</p> | <p>Janeiro 2000 - Dezembro 2012</p> | <p>Fechamentos mensais do índice acionário de Joanesburgo (JSE)(ALSI), série convertida em logaritmo natural.</p> | <p>Aceitação da presença de Randow Walk no índice durante o período analisado, e logo, pode-se dizer que o JSE é eficiente na forma fraca.</p> |

| | | | | |
|---|--|--|---|--|
| <p>Weak-form market efficiency in Asian emerging and developed equity markets: Comparative tests of <i>random walk</i> behavior - Worthington e Higgs (2005)</p> | <p>Augmented Dickey-Fuller (ADF); Phillips-Perron (PP); Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin (KPSS); Variância Múltipla (MVR) de Chow e Denning (1993); Variância única de Lo e Mackinlay (VR); Teste de coeficiente de correlação serial; Teste de runs;</p> | <p>Dezembro 1986, 1987, 1992, 1995 - Maio 2003</p> | <p>Log natural dos retornos diários de 15 índices acionários de países Asiáticos. Dados especificados em dólares.</p> | <p>Resultados mesclados entre testes e mercados em relação a aceitação e rejeição de <i>random walk</i>.</p> |
| <p>Market Efficiency in Emerging Stock Market: Evidence from Bangladesh - Mobarek et. Al. (2008)</p> <p>The <i>random walk</i> Hypothesis for the Zimbabwe Stock Exchange: January 1998 - November 2006 - Tafirenyika e Zivanomoyo (2008)</p> | <p>Kolmogrov-Smirnov (K-S); Teste de runs; Testes de autocorrelação e autorregressivos (ARIMA).</p> <p>Augmented Dickey-Fuller (ADF)</p> | <p>1988 - 2000</p> <p>Janeiro 1998 - Novembro 2006</p> | <p>Retornos diários em log natural do Dhaka Stock Exchange (DSE) e seus papéis.</p> <p>Dados mensais do índice acionário de Zimbabwe (ZSE) obtidos do IFC (International Finance Corporations).</p> | <p>Rejeição do <i>random walk</i> para as ações presentes no índice DSE no período. Interpretações: mercado pode não responder instantaneamente a novas informações, podem ter <i>biases</i> por parte dos investidores, e efeitos de momentum.</p> <p>Rejeição do <i>random walk</i> no período analisado, indicando possibilidade de que preços passados tem influência no preço atual e preços futuros. Mercado Ineficiente na forma fraca.</p> |
| <p>The Behavior of Stock Prices in GCC Markets - Dahel e Laabas (1998)</p> | <p>Dickey-Fuller (DF); Augmented Dickey-Fuller (ADF); Variance Ratio Test (VR).</p> | <p>Setembro 1994 - Abril 1998</p> | <p>Retornos em log semanais de quatro índices de preços dos países Bahrein, Kuwait, Oman e Arábia Saudita.</p> | <p>Aceitação da hipótese de <i>random walk</i> para esses mercados no período e mercados eficiente na forma fraca.</p> |
| <p>The <i>random walk</i> Hypothesis and the behaviour of foreign capital portfolio flows: the Brazilian stock market case - Tabak (2003)</p> | <p>Lo e Mackinlay (VR); Chow e Denning (MVR); Augmented Dickey-Fuller (ADF); Phillips-Perron (PP); Box e Jenkins (1976).</p> | <p>1986 - 1998</p> | <p>Retornos diários em log do índice IBOV</p> | <p>Rejeição da hipótese de <i>random walk</i> para o período completo pelos testes de variância e variância múltipla. Testes feitos com amostras separadas indicam rejeição para períodos anteriores a 1994, e aceitação para dados mais recentes.</p> |

FONTE: Autor

3.1.2 Implicações Da Aceitação Ou Não Do *Random Walk* (Hipóteses)

A rejeição da hipótese nula de existência de *random walk* nos testes pode trazer implicações interessantes para o funcionamento dos mercados. A implicação que aparenta maior peso e conseqüentemente maior relevância é a de que com a rejeição da hipótese de *random walk*, abre-se a possibilidade da existência de algum poder de antecipação, predição ou previsão de preços futuros a partir de preços passados do ativo.

Isso implicaria também na possibilidade de ganhos (ajustados pelo risco) acima do retorno de mercado de forma consistente, uma vez que seria possível ter algum tipo de previsão sobre os preços do ativo, ao menos em um curto espaço de tempo, sugerindo também a existência de fenômenos como *momentum*² e inércia no preço de um ativo.

Vamos supor, a título de exemplo, que a hipótese de *random walk* seja aceita para ativos com mais liquidez, geralmente denominados *Large Caps*, mas rejeitada para ativos com menor liquidez (geralmente *Small Caps*). Nesse caso, uma possível razão para isso é que com papéis de alta liquidez (*Large Caps*), os investidores racionais conseguem montar *hedges*³ para suas posições entrando vendido⁴ em outros papéis correlacionados por exemplo. De outra forma, também poderiam entrar vendido em algum papel se este estiver com uma distorção para cima em relação ao valor fundamental que o investidor estimou através de alguma técnica de *valuation*. Para entrar vendido em algum papel, é necessário alugá-lo primeiro, para então realizar a venda. Porém, em papéis com menor liquidez, por vezes não há ações para alugar daquele ativo, ou o mercado de aluguel de ações daquele ativo está congestionado e não há disponível para aluguel o montante que buscam vender os investidores racionais, como é geralmente o caso das *Small Caps*, e logo os investidores não conseguem corrigir distorções de preço no ativo, e seu preço fica distorcido por longos períodos de tempo.

3.2 METODOLOGIA

O primeiro teste a ser feito (focaremos principalmente neste teste) é o teste de razão da variância, para aceitar ou rejeitar a hipótese de passeio aleatório. O teste será realizado como proposto em Lo-Mackinlay (1988), Chow-Denning (1993).

² Ímpeto ganho por objeto em movimento.

³ Se proteger de perdas (em investimentos ou apostas) através de transações compensatórias.

⁴ Quando sua posição líquida (compras menos vendas) em um ativo é negativa. No caso de ações, é feito o aluguel delas e então efetuada a venda no mercado a vista; nesse caso, não está vendendo algo que comprou, mas algo alugado, com posição líquida no ativo negativa. Posição lê-se quantidade.

3.2.1 Dados Usados E Critérios

A princípio, os ativos e seus dados serão organizados a partir de critérios que serão usados para separar e agrupar ativos de acordo com suas características em comum de negociação. Para isso, usaremos critérios de liquidez dos ativos para agrupá-los em ativos de alta liquidez, média liquidez, e baixa liquidez. A definição de liquidez de um ativo será o volume médio financeiro diário, no período de 10 anos negociados daquele ativo. De maneira geral, a B3 organiza os ativos entre categorias como *Large Caps*, *Mid Caps* e *Small Caps*, denotando a capitalização daquela empresa, o seu valor de mercado. Assim, *Large Caps* são as empresas de grande porte, e as *Small Caps* as empresas de pequeno porte. É importante ressaltar esse detalhe pois geralmente as ações com mais liquidez são também as de maior porte, mas isso não é regra. Os ativos usados na análise serão ações negociadas na B3 (Brasil, Bolsa, Balcão), sob o código BDI 2.

Outro critério relevante é que as ações escolhidas devem existir durante o período de 2009 a 2019. Isso significa que empresas que fizeram IPOs depois de 2009 não serão levadas em consideração, assim como ações que deixaram de existir ou fecharam capital durante esse período. Esse critério é relevante pois permite uma base de dados contínua para o período. Com isso, foram encontradas 146 ações que existiam em 2009 e ainda estavam negociando em 2019.

Depois, foi calculado o volume financeiro médio diário para essas 146 ações. A partir disso, chegamos nos papéis que podem ser filtrados a partir dos critérios de liquidez definidos. Então escolhemos os 3 mais líquidos no período, os 3 de liquidez média (próximos a média de volume financeiro diário) e os 3 com baixa liquidez, dado que negociassem ao menos 750 mil em volume financeiro médio ao dia. O valor para os papéis de baixa liquidez foi arbitrariamente escolhido, tendo em mente que com uma média de negociação de 750 mil ao dia, reduz-se a probabilidade de que o papel tenha algum dia de pregão sem nenhuma negociação no histórico, o que poderia afetar os cálculos estatísticos que serão realizados, e ainda mantém a característica de baixa liquidez comparado aos papéis das outras categorias de liquidez definidas.

Além disso, para os papéis de baixa liquidez, mais um critério foi utilizado: não poderia ser uma ação ordinária com contraparte preferencial que tenha maior liquidez e vice-versa. Como os papéis ordinários e preferenciais⁵ têm movimentos de preços extremamente

⁵Ações ordinárias dão direito a voto em assembleias da empresa, enquanto que as preferenciais tem o direito de receber primeiro os lucros distribuídos aos acionistas. A diferença de liquidez entre as duas se dá pela preferência do investidores por uma ou outra.

similares (pois trata-se da mesma empresa), uma ação ordinária com pouca liquidez, mas com uma preferencial de alta liquidez pode interferir com o que queremos captar, que são papéis com liquidez baixa no total. Por exemplo, se temos uma ação ordinária WXYZ3 com 400 mil reais de liquidez média diária, mas WXYZ4 com 1,5 milhões de liquidez diária média, isso atrapalha no objetivo de captar os papéis com pouco volume financeiro total diário negociado. Com esses critérios, os seguintes papéis foram selecionados:

TABELA 1 – AMOSTRA DAS AÇÕES UTILIZADAS NA ANÁLISE EMPÍRICA

| Ativo | Empresa | Setor/Subsetor | VFMD |
|--------------|------------------------------------|--|-----------------|
| PETR4 | Petróleo Brasileiro S.A. Petrobras | Petróleo, Gás e Biocombustíveis | R\$ 745.170.019 |
| VALE3 | Vale S.A. | Materiais Básicos/Mineração | R\$ 317.106.490 |
| BBDC4 | BCO Bradesco S.A. | Financeiro e Outros/Intermediários Financeiros | R\$ 289.923.992 |
| BTOW3 | B2W - Companhia Digital | Consumo Cíclico/Comércio | R\$ 30.888.692 |
| GFS3 | Gafisa S.A. | Consumo Cíclico/Construção Civil | R\$ 30.468.043 |
| WEGE3 | WEG S.A. | Bens Industriais/Máquinas e Equipamentos | R\$ 26.249.207 |
| COCE5 | CIA Energética do Ceará - Coelce | Utilidade Pública/Energia Elétrica | R\$ 1.723.618 |
| FHER3 | Fertilizantes Heringer S.A. | Materiais Básicos/Químicos | R\$ 915.002 |
| CARD3 | CSU CardSystem S.A. | Bens Industriais/Serviços | R\$ 783.473 |

FONTE: Autor

Onde VFMD: Volume Financeiro Médio Diário no período de 2009 a 2019.

Formulamos também 4 portfólios para testar a presença de *random walk* quando se tratando de uma possível carteira de ativos, separados por liquidez:

QUADRO 1 – COMPOSIÇÃO DOS PORTFÓLIOS PARA TESTES

| | PORT1 | PORT2 | PORT3 | PORT4 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PETR4 | 33,33% | 0% | 0% | 11,11% |
| VALE3 | 33,33% | 0% | 0% | 11,11% |
| BBDC4 | 33,33% | 0% | 0% | 11,11% |
| BTOW3 | 0% | 33,33% | 0% | 11,11% |
| GFSA3 | 0% | 33,33% | 0% | 11,11% |
| WEGE3 | 0% | 33,33% | 0% | 11,11% |
| COCE5 | 0% | 0% | 33,33% | 11,11% |
| FHER3 | 0% | 0% | 33,33% | 11,11% |
| CARD3 | 0% | 0% | 33,33% | 11,11% |

FONTE: Autor

O Portfólio 1 é composto pelas ações mais líquidas do estudo, PETR4, VALE3 e BBDC4, 33,33% de representação de cada papel no portfólio. O Portfólio 2 é composto por BTOW3, GFSA3 e WEGE3, papéis de liquidez intermediária, e o Portfólio 3 por COCE5, FHER3 e CARD3, de baixa liquidez. Por último, o portfólio 4 é composto por todos os papéis, divididos igualmente (11,11% cada papel). Esse tipo de diversificação foi estudado mais a fundo em um artigo de Bernatzi e Thaler, 2001. Trata-se de uma heurística, chamada de diversificação ingênua, ou 1/n em que cada ação tem a mesma participação na carteira.

Além disso, pegamos dados também do próprio índice Ibovespa, através da B3, para ter mais uma referência de comparação.

Com as ações selecionadas, o próximo passo é coletar os dados em relação as cotações desses ativos durante todo o período. Os critérios nessa fase são os seguintes: O preço utilizado será o preço de fechamento pelo papel no dia de negociação, logo, a periodicidade dos dados é diária, em consonância com os dados de volume que também tem periodicidade diária.

As cotações históricas não ajustadas apresentam quebras na continuidade dos preços dos ativos, por exemplo, se uma ação é negociada a R\$10 e possui 100 papéis na bolsa, e resolvem fazer um desdobramento de 1 para 2 (cada 1 papel vira 2), teremos 200 papéis a R\$5, e nas cotações históricas desajustadas será como se o papel tivesse perdido 50% de valor em um dia, o que não corresponde à realidade dos eventos. Para grupamentos, seria o oposto do desdobramento. Dividendos, juros sobre capital próprio e bonificações também afetam os preços dos papéis de forma similar (exemplo: empresa paga R\$ 0,50 de dividendos por ação, sem ajuste é como se o papel tivesse perdido esse valor, o que não é a realidade). Dessa maneira,

serão utilizadas cotações ajustadas por proventos (ou seja, os preços serão devidamente corrigidos por dividendos, juros sobre capital próprio, grupamento, desdobramento e bonificação), para que dessa maneira não haja quebra na continuidade dos dados, e evite distorções de volatilidade que não são reais. Em seu artigo “*The random walk hypothesis and the behaviour of foreign capital portfolio flows: the Brazilian stock market case*” Benjamin Miranda Tabak (2003) também faz uso dos preços corrigidos por proventos, como os citados anteriormente.

A B3 não fornece as cotações ajustadas em sua base de dados, apenas as cotações históricas sem ajustes de proventos. Logo, é necessário obter esses dados de outra fonte. Alternativas como fonte para esses dados seriam obter os dados do histórico de uma plataforma de negociação (como por exemplo TrydPro, ProfitPro) ou obter os dados de sites que fornecem essas informações, como o FinanceYahoo.com.

O site Yahoo Finance oferece duas cotações históricas com ajustes diferentes: uma delas com cotações ajustadas apenas por splits (desdobramentos) e outra ajustada por splits e dividendos. As cotações desse site, ajustadas apenas por splits, se igualam as cotações do site ADVFN, assim como com as cotações nominais do Oceans14, que por sua vez são iguais as cotações da Bloomberg. Isso indica que essas fontes fazem ajustes apenas de splits nesses casos. Já as cotações ajustadas por splits e dividendo no FinanceYahoo.com são iguais às cotações ajustadas da plataforma TrydPro e o site Fundamentus, o que indica que as cotações dessas fontes também são ajustadas por splits e dividendos. Porém, estamos buscando dados com mais ajustes além de apenas dividendos e splits.

Com isso, as cotações ajustadas serão retiradas da fonte Oceans14, uma vez que lá o histórico de preços ajustados dos papéis é dado desde sua concepção (IPO), assim como é explicitado no site quais os ajustes que eles fazem nas cotações. Os ajustes feitos são: dividendos, juros sobre capital próprio, grupamento, desdobramento e bonificação, e esses correspondem aos ajustes realizados por Tabak (2003).

Porém com isso, fica reconhecido que a depender da base de dados usada para obter as cotações, é possível que sejam obtidos resultados diferentes para os testes estatísticos realizados. É algo que pode ser investigado, principalmente a divergência entre os preços ajustados nas diversas fontes. Algumas hipóteses para essas divergências são que as plataformas estão trabalhando com ajustes diferentes (uma delas ajusta apenas dividendos, a outra só bônus, por exemplo), ou talvez que por conta do tamanho do histórico disponível ser diferente, talvez isso afete o ajuste. De qualquer maneira, é válido investigar isso futuramente.

Basicamente, o preço ajustado será igual ao preço nominal no tempo presente, mas se comparados os preços de antes de algum provento, haverá divergência, pois um está com histórico ajustado (preços ajustados por proventos) e outro não (preço nominal).

Em suma, o raciocínio por trás dos critérios utilizados para a escolha dos papéis é o de que, hipoteticamente, papéis com maior liquidez devem respeitar melhor a hipótese de *random walk* do que papéis com menos liquidez, uma vez que os limites para arbitragem são, em teoria, menores em papéis com maior liquidez, como por exemplo, menor congestão no mercado de aluguéis desses papéis mais líquidos. Com isso, o critério primário para a seleção dos papéis foi o volume financeiro médio diário durante o período em questão. Segue um fluxograma com os filtros utilizados para a escolha dos papéis:

FIGURA 2 – SELEÇÃO DOS DADOS DAS AÇÕES ANALISADAS



FONTE: Autor

3.2.2 Testes estatísticos utilizados

Com a metodologia de seleção dos papéis definida, temos agora que definir o teste de *random walk*. Para isso, vamos usar de referência a metodologia utilizada por Tabak (2003), que faz uso dos testes de Lo Mackinlay (1988) e Chow Denning (1993). Vamos também utilizar o teste de Runs (1940).

Todos os testes foram aplicados sobre o logaritmo natural (LN) dos retornos dos papéis em frequência diária. As formula para cada teste podem ser encontradas nas obras originais dos autores. A seguir, uma breve explicação sobre a funcionalidade dos testes.

Basicamente, o teste de variância única de Lo Mackinlay (1988) busca checar estatisticamente se a razão de variância de um retorno consecutivo é a mesma de um retorno q dias mais tarde. Usamos, para a variável q , os seguintes valores: 2,4,8,16,32,64.

O teste de Chow Denning tem o mesmo objetivo do de Lo Mackinlay, porém busca checar se múltiplas razões de variância dos q períodos são simultaneamente iguais. Ou seja, se a variância em $q = 2$ é igual a de 4, que é igual a de 8 e assim por diante.

A hipótese nula dos testes de Lo Mackinlay e Chow Denning é a de que a razão da variância dos retornos em log dos papéis é igual nos períodos testados. Como dito por Torres, Bonomo e Fernandes (2002, p. 210):

O teste de razão de variância explora o fato de que a variância dos incrementos do passeio aleatório é linear no intervalo de tempo analisado. Conseqüentemente, a variância do retorno anual deve ser 12 vezes a variância do retorno mensal, por exemplo. Assim, a razão de variância dos incrementos de um passeio aleatório deve ser igual a unidade.

A rejeição do *random walk* significaria que a variância de um dia consecutivo não é estatisticamente igual a variância de q dias depois, como deveria ser pelo postulado da hipótese de *random walk*.

O teste de Runs objetiva identificar características de aleatoriedade na base de dados através da análise de sequências de valores positivos e negativos consecutivos. Se rejeitada a hipótese nula do teste, então não se pode dizer que a base é totalmente aleatória, que no nosso caso, indicaria que o movimento dos preços dos papéis não é totalmente aleatório.

Todos os testes foram aplicados através do software R Studio, assim como os gráficos apresentados mais adiante.

Já discutimos algumas implicações da rejeição ou não do *random walk*, e lembrando que a hipótese que estamos trabalhando é a de que papéis com maior liquidez respeitam o *random walk* mais do que papéis com liquidez menor, uma vez que papéis com maior liquidez são teoricamente mais facilmente arbitrados.

3.3 ESTATÍSTICA DESCRITIVA E RESULTADOS OBTIDOS

Primeiro, vamos observar estatísticas descritivas das cotações ajustadas para ter uma visão geral dos dados (quadro 3), depois veremos os resultados dos testes de Lo Mackinlay (quadro 4), Chow Denning (quadro 5) e Runs (quadro 6). Por último, a progressão da cotação ajustada cada um dos papéis (figura 8) para o período.

QUADRO 3 – ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DOS RETORNOS EM LOG DAS AÇÕES SELECIONADAS

| n = 2715 | Mean | Sd | Median | Trimmed | Mad | Min | Max | Range | Skew | Kurtosis | Se |
|--------------|--------|--------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|-------|----------|--------|
| PETR4 | 18,09 | 6,11 | 17,8 | 18,13 | 6,46 | 3,94 | 31,73 | 27,79 | -0,01 | -0,67 | 0,12 |
| VALE3 | 27,35 | 9,87 | 25,92 | 26,75 | 7,58 | 7,04 | 55,66 | 48,62 | 0,53 | -0,21 | 0,19 |
| BBDC4 | 14,43 | 6,46 | 12,27 | 13,45 | 4,03 | 4,93 | 33,12 | 28,19 | 1,22 | 0,63 | 0,12 |
| BTOW3 | 23,76 | 12,32 | 21,66 | 22,52 | 12,81 | 5,05 | 66,54 | 61,49 | 0,77 | -0,09 | 0,24 |
| GFS3 | 51,46 | 43,46 | 34,69 | 44,96 | 28,15 | 4,77 | 172,86 | 168,09 | 1,2 | 0,25 | 0,83 |
| WEGE3 | 9,97 | 5,9 | 9,29 | 9,31 | 6,6 | 2,36 | 35,04 | 32,68 | 1,03 | 0,95 | 0,11 |
| COCE5 | 33,33 | 12,34 | 32,92 | 33,11 | 14,69 | 10,11 | 61,54 | 51,43 | 0,1 | -0,76 | 0,24 |
| FHER3 | 6,36 | 3,76 | 6,15 | 6,14 | 5,1 | 1,09 | 16,1 | 15,01 | 0,36 | -1,02 | 0,07 |
| CARD3 | 4,3 | 2,34 | 3,3 | 3,98 | 1,66 | 1,06 | 12,11 | 11,05 | 1,03 | 0,22 | 0,04 |
| PORT1 | 167,75 | 69,36 | 144,84 | 156,38 | 28,12 | 57,15 | 378,68 | 321,53 | 1,44 | 1,12 | 1,33 |
| PORT2 | 157,72 | 40,81 | 159,79 | 158,01 | 41,22 | 59,87 | 308,34 | 248,47 | 0,04 | 0,04 | 0,78 |
| PORT3 | 290,56 | 105,54 | 255,4 | 282,39 | 62,11 | 100,81 | 753,23 | 652,42 | 0,89 | 0,49 | 2,03 |
| PORT4 | 218,57 | 82,7 | 187,74 | 206,39 | 38,3 | 94,61 | 556,91 | 462,3 | 1,33 | 1,01 | 1,59 |
| IBOV | 63691 | 15717 | 59821 | 61672 | 11803 | 36235 | 117203 | 80968 | 1,12 | 0,85 | 301,53 |

FONTE: Autor

Interessante notar no quadro acima que o papel GFS3 possui estatísticas descritivas significativamente diferentes dos outros papéis, isto é, um desvio padrão muito superior aos outros papéis, assim como uma mediana relativamente distante da média.

Os resultados do teste de variância única são apresentados como M1 e M2, e o teste de variância múltipla como CD1 e CD2, sendo M1 e CD1 assumindo amostra com homoscedasticidade, e M2 e CD2 para heterocedasticidade. Os valores que rejeitam a hipótese nula dos testes, isto é, rejeitam o passeio aleatório com até 5% de significância, foram demarcados com um asterisco (*) no final.

QUADRO 4 – RESULTADOS TESTE DE VARIÂNCIA ÚNICA DE LO MACKINLAY

| | q = | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 |
|-------|-----|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| PETR4 | M1 | -1,177 | -0,302 | 0,088 | 0,755 | 0,934 | 0,576 |
| | M2 | -0,801 | -0,203 | 0,060 | 0,531 | 0,687 | 0,442 |
| VALE3 | M1 | 2,260* | -0,329 | -1,675 | -1,332 | -1,866 | -1,739 |
| | M2 | 1,698 | -0,237 | -1,214 | -0,983 | -1,411 | -1,349 |
| BBDC4 | M1 | -1,026 | -1,765 | -2,056* | -1,923 | -1,121 | -1,558 |
| | M2 | -0,867 | -1,485 | -1,747 | -1,646 | -0,968 | -1,372 |
| BTOW3 | M1 | 4,23* | 2,188* | 1,293 | 1,313 | 1,423 | 1,310 |
| | M2 | 3,023* | 1,706 | 1,082 | 1,148 | 1,271 | 1,198 |
| GFS3 | M1 | 1,396 | 2,080* | 2,340* | 2,260* | 2,212* | 1,093 |
| | M2 | 1,287 | 1,885 | 2,056* | 1,994* | 1,992* | 1,005 |

| | | | | | | | |
|-------|----|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| WEGE3 | M1 | -1,735 | -2,630* | -2,654* | -1,520 | -1,388 | -2,131* |
| | M2 | -1,512 | -2,304* | -2,362* | -1,366 | -1,258 | -1,959 |
| COCE5 | M1 | -2,616* | -3,419* | -3,208* | -2,389* | -1,922 | -2,124* |
| | M2 | -2,084* | -2,597* | -2,552* | -2,059* | -1,762 | -2,001* |
| FHER3 | M1 | -2,668* | 2,432* | -1,829 | -1,426 | -0,924 | -0,252 |
| | M2 | -0,764 | -0,796 | -0,734 | -0,699 | -0,556 | -0,180 |
| CARD3 | M1 | 2,327* | 1,233 | 1,039 | 1,092 | 1,346 | 1,113 |
| | M2 | 1,286 | 0,714 | 0,657 | 0,755 | 1,013 | 0,903 |
| PORT1 | M1 | 0,169 | -0,645 | -1,134 | -0,612 | -0,339 | -0,636 |
| | M2 | 0,130 | -0,494 | -0,883 | -0,483 | -0,270 | -0,515 |
| PORT2 | M1 | 3,001* | 2,351* | 2,124* | 2,549* | 3,003* | 2,263* |
| | M2 | 2,609* | 2,071* | 1,908 | 2,335* | 2,773* | 2,122* |
| PORT3 | M1 | 0,722 | 0,786 | 1,336 | 1,074 | 1,018 | 0,951 |
| | M2 | 0,365 | 0,434 | 0,848 | 0,765 | 0,817 | 0,838 |
| PORT4 | M1 | 1,857 | 2,038* | 2,053* | 2,404* | 2,437* | 1,411 |
| | M2 | 1,562 | 1,744 | 1,816 | 2,179* | 2,252* | 1,328 |
| IBOV | M1 | -1,187 | -1,662 | -1,922 | -1,640 | -1,005 | -0,959 |
| | M2 | -1,047 | -1,416 | -1,633 | -1,412 | -0,881 | -0,861 |

FONTE: Autor

No quadro 4 é possível constatar que os papéis GFSA3 e COCE5 rejeitam a hipótese do passeio aleatório para quase todos os k períodos. Porém, o portfólio 2, composto pelos papéis de liquidez intermediária (BTOW3, GFSA3 e WEGE3) rejeitam a hipótese nula para todos os k períodos, tanto para M1 quanto M2, com exceção do M2 para $k=8$. Isso indica que não foi detectada aleatoriedade suficiente no PORT2 pelo teste de variância única.

Em outras palavras, o PORT2 rejeita a hipótese de *random walk*. Para os outros dados, o que prevalece é a aceitação da hipótese de passeio aleatório, inclusive para o IBOV. Era esperado que quanto maior o período, mais aceitação ao *random walk*, mas não é possível observar isso de forma consistente nos resultados.

QUADRO 5 – RESULTADOS TESTE DE VARIÂNCIA MÚLTIPLA DE CHOW DENNING

| | | |
|-------|-----|---------------|
| | | q = 2 a 64 |
| PETR4 | CD1 | 1,177 |
| | CD2 | 0,801 |

| | | |
|-------|-----|--------|
| VALE3 | CD1 | 2,260 |
| | CD2 | 1,698 |
| BBDC4 | CD1 | 2,056 |
| | CD2 | 1,747 |
| BTOW3 | CD1 | 4,230* |
| | CD2 | 3,023* |
| GFSA3 | CD1 | 2,340 |
| | CD2 | 2,056 |
| WEGE3 | CD1 | 2,654* |
| | CD2 | 2,362 |
| COCE5 | CD1 | 3,419* |
| | CD2 | 2,597 |
| FHER3 | CD1 | 2,668* |
| | CD2 | 0,796 |
| CARD3 | CD1 | 2,327 |
| | CD2 | 1,286 |
| PORT1 | CD1 | 1,134 |
| | CD2 | 0,883 |
| PORT2 | CD1 | 3,003* |
| | CD2 | 2,773* |
| PORT3 | CD1 | 1,336 |
| | CD2 | 0,848 |
| PORT4 | CD1 | 2,437 |
| | CD2 | 2,252 |
| IBOV | CD1 | 1,922 |
| | CD2 | 1,633 |

FONTE: Autor

Para os testes de variância múltipla, novamente pontua-se o PORT2 rejeitando a hipótese do passeio aleatório tanto em CD1 quanto CD2, e o mesmo para BTOW3. Em relação ao restante dos dados, a maioria prevalece com a aceitação da hipótese de *random walk*.

QUADRO 6 – RESULTADOS TESTE DE RUNS

| | p-valor |
|-------|---------|
| PETR4 | 0,454 |
| VALE3 | 0,636 |
| BBDC4 | 0,954 |
| BTOW3 | 0,048* |
| GFSA3 | 0,063 |
| WEGE3 | 0,179 |
| COCE5 | 0,044* |
| FHER3 | 0,000* |
| CARD3 | 0,000* |
| PORT1 | 0,924 |
| PORT2 | 0,074 |
| PORT3 | 0,985 |
| PORT4 | 0,024* |
| IBOV | 0,316 |

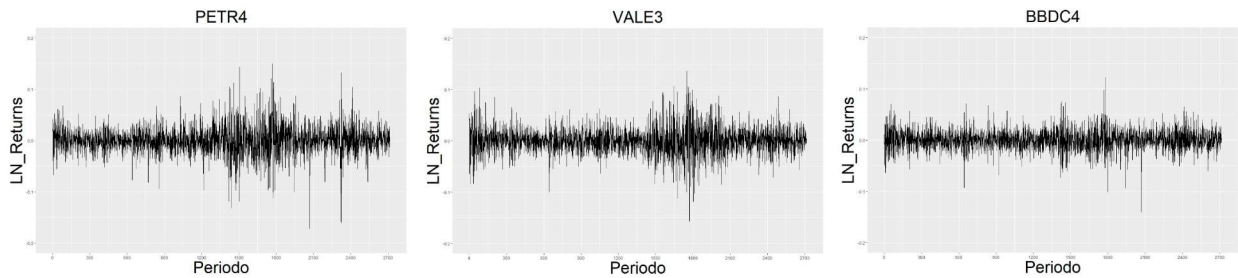
FONTE: Autor

Já no teste de Runs é observado algo peculiar. Todos os papéis de baixa liquidez rejeitam o *random walk*, assim como BTOW3 e o PORT4, composto por todos os papéis, mas o PORT2 não, algo curioso, uma vez que este rejeitou o passeio aleatório em ambos os testes de variância única e múltipla.

Outra coisa interessante de se observar é o comportamento geral, em conjunto, das classes de liquidez que selecionamos, para procurar similaridades ou diferenças entre elas.

Na Figura 3, temos a disposição de 3 gráficos que mostram o log dos retornos dos papéis mais líquidos testados, PETR4, VALE3 e BBDC4, com periodicidade diária de 2009 a 2019. Note que mesmo com log de retornos um pouco diferentes (especialmente PETR4 comparado a BBDC4), todos aceitam a hipótese de *random walk* nos testes de quociente de variância e teste de runs. Interessante também que há um aumento de volatilidade por volta do mesmo período nos 3 papéis, indicando que pode ter ocorrido algum fator ou evento exógeno as empresas que acabou afetando as 3 ações, por exemplo, o processo de impeachment da ex-presidente Dilma Rousseff.

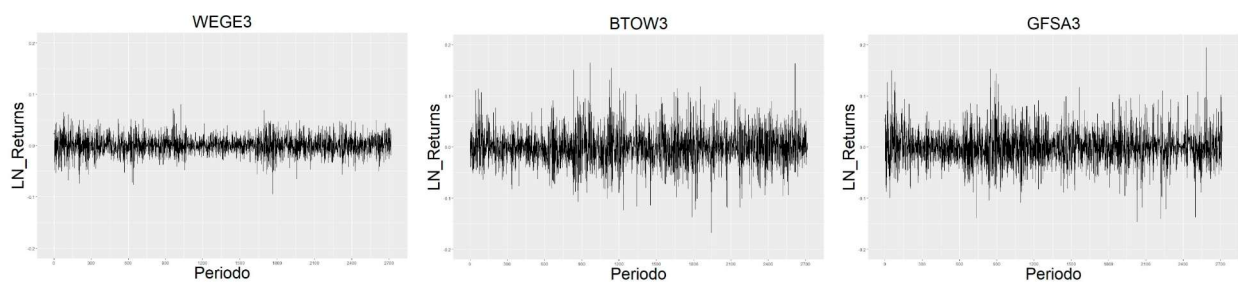
FIGURA 3 – LOG RETORNOS DIÁRIOS PARA SELEÇÃO DE ALTA LIQUIDEZ DE 2009 a 2019



FONTE: Autor

A Figura 4 apresenta um comportamento interessante para os papéis BTOW3 e GFSA3, com retornos mais voláteis no período como um todo em relação a WEGE3, e também em relação aos papéis da Figura 1. É curioso que BTOW3 rejeita o passeio aleatório no teste de variância múltipla, no teste de runs, e para 2 períodos no teste de variância única. O mesmo não ocorre com GFSA3, apesar da semelhança na volatilidade dos retornos destes papéis. GFSA3 e WEGE3 aceitam o passeio aleatório nos testes de runs e variância múltipla, com alguns períodos do teste de variância única apresentando rejeição a hipótese nula.

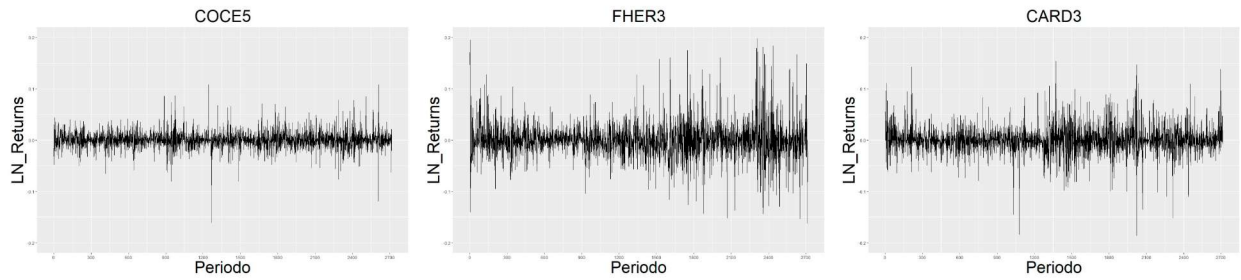
FIGURA 4 – LOG RETORNOS DIÁRIOS PARA SELEÇÃO DE MÉDIA LIQUIDEZ DE 2009 a 2019



FONTE: Autor

Com a Figura 5, todos os papéis rejeitam a hipótese nula para o teste de runs. COCE5 aparenta a menor volatilidade de retornos, mas é o papel que apresenta mais períodos de rejeição do passeio aleatório para o teste de variância única entre a seleção de baixa liquidez. Para o teste de variância múltipla, nenhum rejeita CD1 e CD2 simultaneamente.

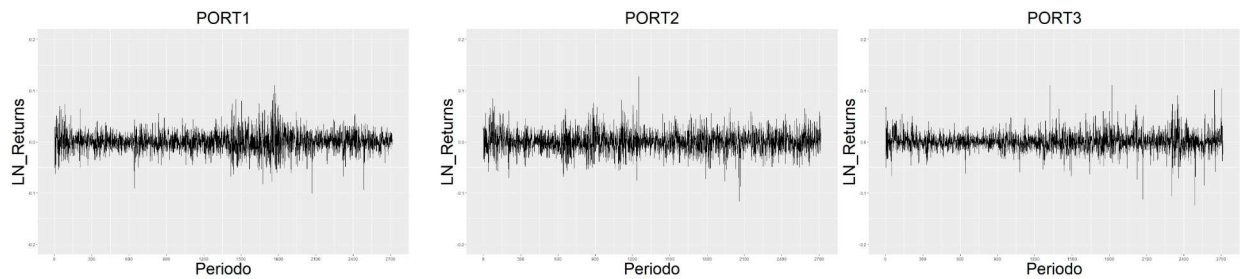
FIGURA 5 – LOG RETORNOS DIÁRIOS PARA SELEÇÃO DE BAIXA LIQUIDEZ DE 2009 a 2019



FONTE: Autor

A Figura 6 apresenta os portfólios construídos com os papéis separados por liquidez alta (PORT1), liquidez média (PORT2) e liquidez baixa (PORT3). Os portfólios 1 e 3 apresentam na maioria aceitação a hipótese do passeio aleatório. O portfólio 2, porém apresenta rejeição ao *random walk* nos testes de variância múltipla e na maioria dos períodos do teste de variância única. Nenhum dos portfólios rejeita a hipótese nula no teste de Runs.

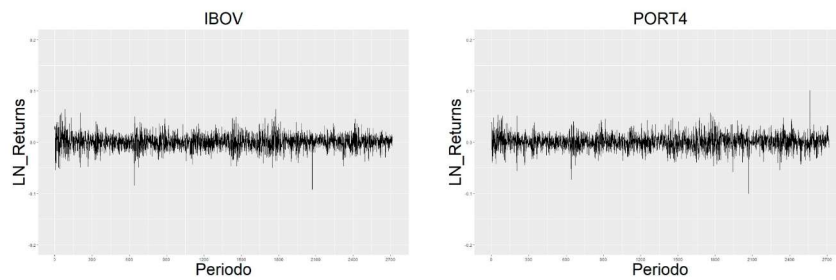
FIGURA 6 – LOG RETORNOS DIÁRIOS PARA OS PORTFÓLIOS 2009 a 2019



FONTE: Autor

Agora, com a Figura 7, temos o PORT4, composto pelas 9 ações selecionadas, e o IBOV. Note que os gráficos são semelhantes, mas mesmo assim o IBOV aceita o passeio aleatório em todos os testes, enquanto o PORT4 rejeita a hipótese nula no teste de Runs e para $k = 16$ e 32 no teste de variância única.

FIGURA 7 – LOG RETORNOS DIÁRIOS PARA O PORT4 E IBOV 2009 a 2019

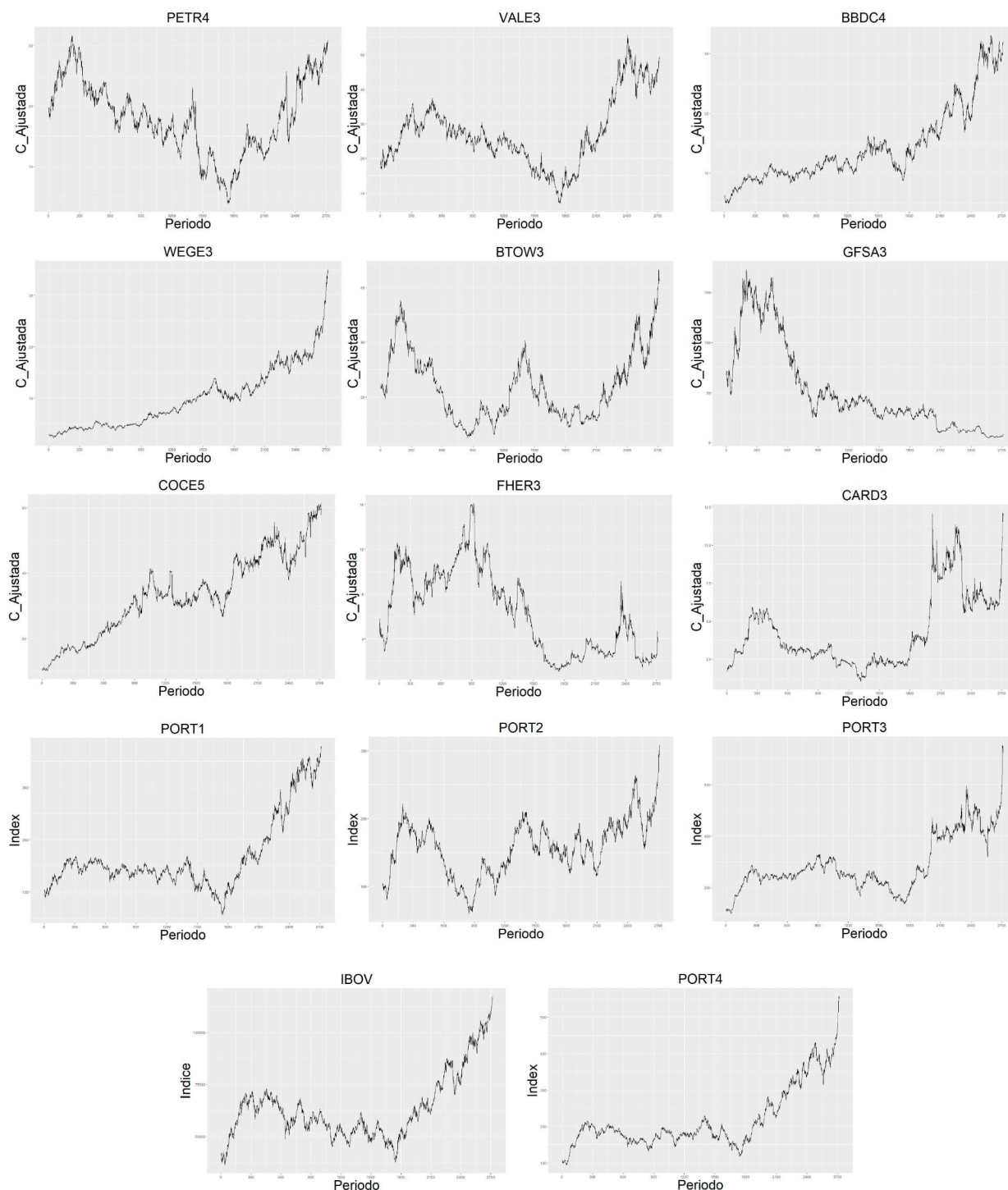


FONTE: Autor

Algo que pode ser inferido a partir da análise dos retornos, pelo menos de forma superficial, é de que não parece haver uma relação muito forte entre a dispersão do log dos retornos dos papéis e sua aceitação ou rejeição geral do passeio aleatório. A seguir, uma análise breve da evolução dos preços dos papéis, também em busca de possíveis similaridades ou diferenças.

Na Figura 8, temos o compilado de gráficos da evolução dos preços das ações durante o período do estudo, de 2009 a 2019. Observa-se uma variada gama de comportamentos para os preços, mas é interessante observar especificamente o comportamento do PORT1, PORT3 e PORT4 em comparação com o PORT2, uma vez que o último rejeitou o passeio aleatório e os outros não. É possível perceber semelhanças entre o comportamento do preço no gráfico de GFSA3 e o PORT2 para o período inicial da amostra. BTOW3 também apresentou desvalorização nesse período, ambos esses papéis compondo o PORT2. Talvez essa direcionalidade possa ter influenciado na rejeição do passeio aleatório pelo PORT2.

FIGURA 8 – EVOLUÇÃO DIÁRIA DE PREÇOS DAS AÇÕES, PORTFÓLIOS E IBOVESPA, PARA O PERÍODO DE 2009 a 2019



FONTE: Autor

4. ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no teste de variância única de Lo Mackinlay foram mistos. Os papéis de liquidez média apresentaram mais rejeições para os k períodos testados, assim como o Portfólio 2 e o Portfólio 4 para alguns k períodos. Em relação ao teste de variância múltipla de Chow Denning, os resultados foram mais homogêneos para aceitar o passeio aleatório.

Já no teste de Runs, temos resultados interessantes. É rejeitada a hipótese nula para todos os papéis de baixa liquidez testados, e para o Portfólio 4 (com todas as ações juntas), além de um papel de liquidez média, BTOW3, que também rejeitou o *random walk* no teste de Chow Denning.

O Ibovespa aceita o *random walk* em todos os testes feitos. No apanhado geral de resultados, parecem existir pontos focais onde existe a possibilidade de rejeição do *random walk*, e, portanto, não seria algo comum, mas sim possíveis exceções ou anomalias.

Em uma entrevista realizada pelo canal do youtube Chicago Booth Review, Eugene Fama e Richard Thaler conversam sobre o tema “Os mercados são eficientes?”. Nela, Fama discute que de forma simples, a HME prega que os preços refletem toda informação disponível, mas que testar essa hipótese tem se provado difícil. O entrevistador trás o tema de bolhas para a discussão e Fama diz que os gráficos não são longos o suficiente para entender o que é a bolha ou anomalia. Isso implica que apesar de possíveis anomalias, ao longo do tempo os mercados são eficientes. Isso ajuda a tornar a HME de certa forma invulnerável e difícil de testar.

Os resultados obtidos através dos testes parecem sugerir que o mercado acionário brasileiro é eficiente na forma fraca, mas possui certas anomalias. Ademais, também indicam que para obter resultados acima dos benchmarks de mercado, é preciso correr riscos maiores que os riscos de mercado, ou seja, os retornos acima do mercado seriam ajustados pelo risco, o que implica em mercados eficientes, onde não existem oportunidades suficientes para arbitragens, que trariam retornos acima de mercado sem correr riscos acima dos riscos de mercado.

Inicialmente, tratamos de duas hipóteses em relação a rejeição ou não do *random walk* para os testes. A primeira delas era que quanto maior a liquidez do papel, mais fácil se torna sua arbitragem, o que reduz ineficiências, e, portanto, imaginava-se que papéis com maior liquidez respeitariam o *random walk* mais do que papéis com mais baixa liquidez. Os testes revelaram que esse não é o caso, pelo menos não na amostra tratada neste estudo. Tanto os papéis que classificamos como baixa liquidez quanto os de alta liquidez apresentam de forma geral (mais de 50%) aceitação do *random walk*.

Pode ser o caso de que a liquidez tem um papel importante na arbitragem apenas para casos extremos de sua escassez, como observado no estudo de Al-Khazali, Ding e Pyun (2007). É algo que pode ser investigado mais a fundo em próximos estudos.

A segunda hipótese era a de que para prazos mais curtos de tempo, observaríamos rejeição do *random walk*, encontrando assim vestígios do que poderia ser um efeito de *momentum* ou não aleatoriedade dos preços para prazos curtos, indicando correlação serial para períodos curtos de tempo. Isso também não foi observado pelos testes em sua maioria.

Sendo o *random walk* uma forma de testar a forma fraca de eficiência de um mercado como definida pela HME, os resultados no geral apontam para a existência da forma fraca de eficiência no mercado brasileiro, julgado pelo apanhado de papéis analisados assim como do índice Ibovespa.

Um estudo interessante realizado por Ana Ester Farias, intitulado “Teste da hipótese do caminho aleatório no Brasil e nos Estados Unidos”, divulgado em 2009, aponta para resultados semelhantes. Sua dissertação tratou de dados de base diária dos anos 2000 a 2008 para o Ibovespa e para o S&P 500, e também utilizou testes de quociente de variância simples e múltipla para testar a presença ou não do passeio aleatório nos dados. Em suas palavras “Os resultados demonstraram uma aceitação da hipótese do caminho aleatório na maioria dos testes efetuados apontando para uma forma fraca de eficiência de mercado”.

Resultados parecidos foram encontrados também por Armando Vaz Sampaio (2012), que utilizou os mesmos testes (de Lo-Mackinlay e Chow-Denning) para o período de 2000 a 2010, mas apontou que o índice americano Dow Jones rejeitou o passeio aleatório.

5. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho é contribuir com os debates acerca da hipótese dos mercados eficientes (HME) através de testes de quociente de variância para o mercado acionário brasileiro para períodos mais recentes.

Em geral, todos os testes, considerando tanto heterocedasticidade quanto homoscedasticidade, apontam na maioria para a aceitação do *random walk*. Apesar disso, no teste de Runs, foi rejeitada a hipótese nula para os três papéis com menor liquidez e para o Portfolio 4.

Esses resultados implicam que o mercado acionário brasileiro, pelo menos na amostra testada, possui eficiência em sua forma fraca, o que por sua vez indica que não há correlação

serial nas séries e logo não há previsibilidade de preços futuros através da observação de preços passados.

Algumas ressalvas sobre este trabalho são que existem várias maneiras de testar o *random walk*, vários períodos e bases de dados que podem ser testados e em diversos mercados que não foram abordados, com resultados que apresentam divergências e convergências. Em linhas gerais, o que foi observado por Tabak (2003), Farias (2009) e Sampaio (2012) foi também observado nesse estudo no quesito de aceitação da hipótese de *random walk* para o mercado acionário brasileiro.

Estudos futuros podem tratar de comparações entre aceitação ou rejeição de índices diversos contra ações individuais, ou fazer testes em bases de dados diferentes e em periodicidades diferentes.

REFERÊNCIAS

- AL-KHAZALI, O. M.; DING, D. K.; PYUN, C. S. A New Variance Ratio Test of Random Walk in Emerging Markets: A Revisit. **The Financial Review**, v. 42, n. 2, p. 303–317, 2007.
- BARBERIS, N.; THALER, R. Chapter 18 A survey of behavioral finance. **Handbook of the Economics of Finance**, v. 1, n. Part B, p. 1053–1128, 2003. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1574010203010276>>.
- BARIVIERA, A. F. The influence of liquidity on informational efficiency: The case of the Thai Stock Market. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 390, n. 23-24, p. 4426–4432, 2011.
- BENARTZI, S.; THALER, R. H. Myopic Loss Aversion and the Equity Premium Puzzle. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 110, n. 1, p. 73–92, 1995. Oxford University Press. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2118511>>. Acesso em: 6/11/2021.
- BYRNE, A.; BROOKS, M. **Behavioral Finance: Theories and Evidence**, 2008. The Research Foundation of CFA Institute.
- CAMERER, C. Bounded Rationality in Individual Decision Making. **Experimental Economics**, v. 1, n. 2, p. 163–183, 1998.
- CHICAGO BOOTH REVIEW. Are markets efficient? **YouTube**, 30. Jun. 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=bM9bYOBuKF4>>.
- CHITENDERU, T.; MAREDZA, A.; SIBANDA, K. The Random Walk Theory and Stock Prices: Evidence from Johannesburg Stock Exchange. **International Business & Economics Research Journal (IBER)**, v. 13, n. 6, p. 1241, 2014.
- DAHEL, R.; LAABAS, B. **The behavior of stock prices in the GCC markets**. 1999.
- DENNIS, C.; HRAZDIL, K. Liquidity and market efficiency: A large sample study. **Journal of Banking & Finance**, v. 34, n. 10, p. 2346–2357, 2010. Elsevier.
- ELTON, E. J.; GRUBER, M. J.; BLAKE, C. R. Incentive Fees and Mutual Funds. **The Journal of Finance**, v. 58, n. 2, p. 779–804, 2003.

FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. **The Journal of Finance**, v. 25, n. 2, p. 383, 1970.

FAMA, E. F. Random Walks in Stock Market Prices. **Financial Analysts Journal**, v. 51, n. 1, p. 75–80, 1995.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. **SSRN Electronic Journal**, v. 18, n. 3, 2003.

FARIAS, A. E. **Teste da Hipótese do Caminho Aleatório no Brasil e nos Estados Unidos**, 31. Mar. 2009. MSc, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS).

GAIO, L.; ALVES, K.; JÚNIOR, T. O mercado acionário brasileiro do novo milênio: um teste de eficiência. **Brazilian Business Review**, v. 6, n. 3, p. 231–246, 2009.

GILOVICH, T.; GRIFFIN, D. W.; KAHNEMAN, D. **Heuristics and biases : the psychology of intuitive judgment**. Cambridge, U.K. ; New York: Cambridge University Press, 2002.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. **Econometrica**, v. 47, n. 2, p. 263–292, 1979.

LIMA, L. Auge e Declínio da Hipótese dos Mercados Eficientes. **Revista de Economia Política**, v. 23, n. 4, 2003.

LO, A. W.; MACKINLAY, A. C. Stock Market Prices Do Not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test. **Review of Financial Studies**, v. 1, n. 1, p. 41–66, 1988.

MALKIEL, B. G. The Efficient Market Hypothesis and Its Critics. **Journal of Economic Perspectives**, v. 17, n. 1, p. 59–82, 2003.

MITCHELL, M.; PULVINO, T.; STAFFORD, E. Limited Arbitrage in Equity Markets. **The Journal of Finance**, v. 57, n. 2, p. 551–584, 2002.

MOBAREK, A.; MOLLAH, S.; BHUYAN, R. Market efficiency in emerging stock Market Evidence from bangladesh. **Journal of Emerging Market Finance - J Emerg Market Finance**, v. 7, n. 1, p. 17–41, 2008.

MULLAINATHAN, S.; SHLEIFER, A. Persuasion in Finance. **NBER Working Paper Series**, n. 11838, 2005.

MUSSA, A.; YANG, E.; TROVÃO, R.; FAMÁ, R. **Hipótese de Mercados Eficientes e Finanças Comportamentais - As Discussões Persistem**. Pontifícia Universidade de São Paulo - PUC-SP, 2008.

NWIDOBIE, B. M. The Random Walk Theory: An Empirical Test In The Nigerian Capital Market. **Asian Economic and Financial Review**, v. 4, n. 12, p. 1840–1848, 2014.

SAMPAIO, A. Teste de Passeio Aleatório no Mercado Financeiro Brasileiro entre 2000 - 2010. **Revista Brasileira de Economia de Empresas**, v. 12, n. 1, p. 21–43, 2012.

SHILLER, R. Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends? **The American Economic Review**, v. 71, n. 3, p. 421–436, 1981.

STASSEN, C. **Kandidatspeciale Testing the Efficient Market Hypothesis A General Equilibrium Approach to Asset Pricing**. 2009.

TABAK, B. M. The random walk hypothesis and the behaviour of foreign capital portfolio flows: the Brazilian stock market case. **Applied Financial Economics**, v. 13, n. 5, p. 369–378, 2003.

TAFIRENYIKA, S.; ZIVANOMOYO, J. The random walk hypothesis for the zimbabwe stock exchange: January 1998-November 2006. **Journal of Social Sciences**, v. 4, n. 3, 2008.

THALER, R.; BENARTZI, S. Naive Diversification Strategies in Retirement Saving Plans. **American Economic Review**, v. 91, n. 1, p. 79–98, 2001.

TORRES, R.; BONOMO, M.; FERNANDES, C. A Aleatoriedade do Passeio na Bovespa: Testando a Eficiência do Mercado Acionário Brasileiro. **Revista Brasileira de Economia**, v. 56, n. 2, 2002.

WIKIPEDIA CONTRIBUTORS. Wald–Wolfowitz runs test. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wald%E2%80%93Wolfowitz_runs_test>. Acesso em: 6/11/2021.

WORTHINGTON, A.; HIGGS, H. **Tests of random walks and market efficiency in Latin American stock markets: An empirical note. Discussion Paper No. 157.** 2003.

WORTHINGTON, A.; HIGGS, H. Random walks and market efficiency in European equity markets. **Global Journal of Finance and Economics**, v. 1, n. 1, p. 59–78, 2004.

WORTHINGTON, A.; HIGGS, H. Weak-form market efficiency in Asian emerging and developed equity markets: Comparative tests of random walk behavior. **Accounting Research Journal**, v. 19, n. 1, 2006.