



# OPORTUNIDADES DE ARBITRAGEM EM ADRS BRASILEIRAS: TESTE EMPÍRICO COM USO DE ÍNDICE DE HURST

**Palavras-Chave:** ADRs; Hipótese do Mercado Eficiente (HME); Índice de Hurst.

**Autores/as:**

NATALIA ZHANG – *Universidade Estadual de Campinas*

Prof. Dr. JOHAN HENDRIK POKER JUNIOR – *Universidade Estadual de Campinas*

---

## INTRODUÇÃO:

De acordo com a Comissão de Valores Mobiliários (CVM, 2019, p. 35), “o mercado de capitais tem uma grande importância no desenvolvimento do país, pois estimula a poupança e o investimento produtivo, o que é essencial para o crescimento de qualquer sociedade econômica moderna”. Ademais, segundo o relatório elaborado pela Accenture (2018), as quatro principais funções do mercado de capitais são: mobilização da poupança, gestão de riscos, alocação eficiente de recursos e aumento da disciplina corporativa. Vale lembrar que à medida que o mercado de capitais cumpre suas funções, toda a sociedade é beneficiada.

Enquanto que a Agenda ANBIMA e B3 (2018, p.10) aponta que “país nos quais o mercado de capitais tem maior protagonismo na economia, em geral, alcançam melhor desempenho em termos de crescimento econômico e desenvolvimento social”.

## OBJETIVO:

Dada a importância do mercado de capitais nos dias atuais, o presente trabalho tem como foco entender o seu desenvolvimento e funcionamento, cujo principal objetivo é testar a Hipótese dos Mercados Eficientes (HME) em sua forma fraca no mercado de capitais brasileiro. Para isto, foram extraídas as séries históricas das cotações de compra e venda do dólar PTAX (R\$/US\$), dos preços diários de fechamento das ações nacionais (R\$) pertencentes às empresas emissoras de ADRs, presentes na B3, e dos preços diários de fechamento das ADRs correspondentes (US\$), listadas na NYSE. O período de análise foi delimitado entre janeiro de 2015 e setembro de 2020 e os dados foram coletados na Economatica e no Banco Central do Brasil.

## REFERENCIAL TEÓRICO:

De forma resumida, a HME foi popularizada por Fama (1970) e representa um dos pilares de sustentação da moderna teoria de finanças. A HME defende que a formação de preços de um título está intimamente ligada à eficiência do próprio mercado de capitais e, por sua vez, pode assumir um dos três tipos de eficiência – forma fraca, semiforte ou forte.

Um mercado de eficiência fraca se dá quando preços de seus ativos incorporam integralmente as informações contidas em seus preços passados. Um mercado de eficiência semiforte é caracterizado como quando seus preços refletem todas as informações publicamente disponíveis. Já um mercado é eficiente no sentido forte quando seus preços incorporam todas as informações existentes.

Vale lembrar que a HME não exige a precificação exata das ações a todo instante. Segundo Fama (1991), o que impede os agentes de obterem retornos acima da média é o chamado *random walk* – ou passeio aleatório. Isto é, os preços das ações podem ser superestimados ou subestimados, desde que estes desvios sejam aleatórios, portanto, imprevisíveis.

A arbitragem ocorre quando há “diferenças de cotações temporárias em diferentes centros financeiros, é possível atuar em dois mercados de maneira a tirar vantagens dessas diferenças” (SECURATO; SECURATO, 2009, p. 107). Rodrigues (1999) aponta que a oportunidade de arbitragem decorre quando um título é listado em mercados que não são completamente integrados.

As ADRs referem-se aos títulos representativos de ações de empresas estrangeiras negociados no mercado estadunidense. De acordo com Camargo et al. (2003), a carência de fontes de financiamento de longo prazo no mercado de capitais brasileiro tem impulsionado as empresas domésticas a recorrerem esta alternativa. Além disso, a emissão das ADRs também proporciona visibilidade internacional e maior liquidez à negociação dos títulos.

## METODOLOGIA:

A estatística de Durbin-Watson foi empregada para investigar a existência, ou não, de autocorrelação. Caso seja confirmada a hipótese da existência de correlação serial nos resíduos, é assumido um modelo autorregressivo de primeira ordem AR(1), em outras palavras, significa que o dado do período atual se relaciona com o elemento do período imediatamente anterior (MIRANDA, 2004). Já o cálculo da estatística  $DW$  apoia-se nos resíduos de MQO (Mínimos Quadrados Ordinários), dado pela equação (WOOLDRIDGE, 2012):  $DW = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=2}^n e_i^2}$ .

De acordo com *Corporate Finance Institute* (c2021), para testar a autocorrelação positiva: se  $DW < d_L$ , há evidências de autocorrelação positiva; se  $DW > d_U$ , não permite rejeitar  $H_0$ ; e se  $d_L < DW < d_U$ , o teste não é conclusivo. Para testar a correlação serial negativa: se  $4 - DW < d_L$ , há evidências de correlação serial negativa; se  $4 - DW > d_U$ , não permite rejeitar  $H_0$ ; e se  $d_L < 4 - DW$

$< d_U$ , o teste é considerado como inconclusivo. Os valores críticos inferior ( $d_L$ ) e superior ( $d_U$ ) são, respectivamente, 1,909 e 1,912 e foram extraídos da tabela *DW*, ao considerar:  $n$  (número de observações) = 1369,  $k$  (quantidade de variáveis independentes) = 1 e  $\alpha$  (nível de significância) = 5% (ZAIONTZ, c2021).

Já o índice de Hurst, atrelado à análise *R/S* clássica, foi utilizado para estimar a presença da memória de longo prazo e da fractalidade – repetição de padrões em escalas variadas – nas séries temporais. O resultado pode variar de 0 a 1, quando:  $H = 0,5$ , a série segue um comportamento *random walk*;  $H > 0,5$ , tem-se uma correlação positiva de longo alcance; e  $H < 0,5$ , tem-se uma correlação negativa de longo alcance (LIMA et al., 2008).

Basicamente, o expoente de Hurst é obtido da seguinte forma: (i) cálculo dos retornos diários, dados pela diferença de preços das ações e das ADRs; (ii) divisão da amostra de retornos em blocos menores; (iii) calcula-se a média dos retornos de cada bloco; (iv) calcula-se a estatística *R/S*, dada pela divisão entre magnitude e desvio padrão de cada bloco; (v) o coeficiente de Hurst é dada pela relação  $(R/S)_\tau = (\tau/2)^H$ ; e (vi) é determinado por  $\log_{10}(R/S)_\tau = \log_{10} c + H \log_{10} \tau + erro$ , executando-se regressão com intervalo de confiança de 95% (SOUZA et al., 2006). Todos os cálculos deste trabalho foram efetuados no Microsoft Excel.

## RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Na Tabela 1, tem-se o resumo dos resultados alcançados pelo teste *DW*.

**TABELA 1: Resumo dos resultados obtidos via teste Durbin-Watson**

EMPRESAS	p/ testar autocorrelação positiva		p/ testar autocorrelação negativa		EVIDÊNCIAS DE:				SITUAÇÃO	RESULTADO
	Estatística DW		4 - Estatística DW		Autocorrelação positiva		Autocorrelação negativa			
	Resíduos dos retornos de compra do ADR e venda da ação	Resíduos dos retornos de compra da Ação e venda do ADR	Resíduos dos retornos de compra do ADR e venda da ação	Resíduos dos retornos de compra da Ação e venda do ADR	SIM	NÃO	SIM	NÃO		
AMBEV	1.522966419	1.511353178	2.477033581	2.488646822	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
BRASESCO	1.852515671	1.850203447	2.147484329	2.149796553	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
BRF SA	1.927750066	1.921137509	2.072249934	2.078862491	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	ausência de autocorrelação	H (0) não rejeitada
CEMIG	0.516237204	0.52509077	3.483762796	3.47490923	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
COPEL	1.552719686	1.559461186	2.447280314	2.440538814	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
EMBRAER	1.921617516	1.920790685	2.078382484	2.079209315	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	ausência de autocorrelação	H (0) não rejeitada
GERDAU	1.179211378	1.180985247	2.820788622	2.819014753	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
GOL	1.465510144	1.462192446	2.534489856	2.537807554	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
ITAÚ	0.542127035	0.549096837	3.457872965	3.450903163	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
PETROBRAS	0.912659846	0.906632161	3.087340154	3.093367839	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
SABESP	1.7843085	1.780817041	2.2156915	2.219182959	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
SANTANDER	0.334246751	0.33896511	3.665753249	3.66103489	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
SID NACIONAL	0.489330819	0.49160881	3.510669181	3.50839119	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
TELEFÔNICA	1.735156532	1.735709984	2.264843468	2.264290016	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
TIM	0.310023325	0.309593912	3.689976675	3.690406088	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada
ULTRAPAR	1.954898253	1.960147953	2.045101747	2.039852047	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	ausência de autocorrelação	H (0) não rejeitada
VALE	1.89571474	1.896904075	2.10428526	2.103095925	SIM	SIM	NÃO	NÃO	autocorrelação positiva	H (0) rejeitada

Fonte: Elaboração própria.

Com base nos resultados, pode-se identificar que a maioria – com exceção da BRF SA, da Embraer e da Ultrapar –, rejeita a hipótese nula ( $H_0$ : autocorrelação de primeira ordem não existe) devido à existência de autocorrelação positiva.

A ausência de autocorrelação por parte da BRF SA, da Embraer e da Ultrapar, pode ser explicada pelo fato destas empresas terem uma atuação voltada mais para o mercado internacional,

que acaba reduzindo suas dependências em relação aos aspectos macroeconômico e microeconômico brasileiros, tornando-as informacionamente mais eficientes. Um fator curioso é a ausência da Vale nessa categoria.

A seguir, tem-se a Tabela 2 apresentando os resultados do índice de Hurst.

**TABELA 2: Caracterização das séries de expoentes de Hurst calculados**

Medidas	Ambev		Bradesco		BRF AS		Cemig		Copel		Embraer	
	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR
Média	0.39365667	0.39362482	0.391370599	0.391397238	0.391905816	0.391927293	0.393108797	0.393121334	0.391929666	0.391928269	0.391622189	0.391668503
Mediana	0.39778736	0.39763983	0.394293261	0.394378573	0.393981024	0.393979273	0.394964643	0.394915578	0.396402515	0.396430863	0.395320703	0.395229173
Máximo	0.45057241	0.45057770	0.449863382	0.449808113	0.450637087	0.450626044	0.450010754	0.450015376	0.451266843	0.451270807	0.450592221	0.450591641
Mínimo	0.28194740	0.28191871	0.27848302	0.278643479	0.286699807	0.286825068	0.273687911	0.273652326	0.276046252	0.275852148	0.27528645	0.275357346
Desvio padrão	0.03288080	0.03287317	0.033076546	0.033075278	0.032881827	0.032858978	0.031989073	0.031969135	0.032184684	0.032198262	0.032223534	0.032153048
Assimetria	-0.65694681	-0.65474230	-0.528184004	-0.525956674	-0.471411791	-0.470964742	-0.539027654	-0.538556952	-0.598871132	-0.598749122	-0.61720518	-0.61066117
Curtose	0.05208540	0.04983567	-0.148919755	-0.157110758	-0.227091778	-0.223563979	0.008788429	0.008448818	-0.136173344	-0.137087782	0.112930022	0.086151997
Jarque-Bera	592.87342038	592.97032792	627.8824117	630.2877693	643.3312263	641.9400821	575.4018824	575.4020488	641.4604965	641.7537321	561.1381148	568.1500452
Probabilidade Observações	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366

  

Medidas	Gerdau		Gol		Itaú Unibanco		Petrobras		Sabesp		Santander	
	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR
Média	0.392754442	0.392737142	0.39330651	0.393291201	0.390587729	0.39054846	0.390347225	0.390370647	0.392354218	0.39238198	0.393476559	0.393537025
Mediana	0.395938686	0.395869963	0.394626906	0.394717526	0.394316196	0.394295649	0.394075007	0.394060946	0.39452313	0.394535482	0.396784761	0.39656558
Máximo	0.451329673	0.451329673	0.450449588	0.450397131	0.450630623	0.450644501	0.450012192	0.450013628	0.450329273	0.450290625	0.451377965	0.451366184
Mínimo	0.28305581	0.28305581	0.276128878	0.276128878	0.271235664	0.271729242	0.280919878	0.280638725	0.282379031	0.282379031	0.285090699	0.285090699
Desvio padrão	0.032416741	0.032400977	0.031607722	0.031608543	0.032633327	0.032669807	0.033555936	0.033538792	0.032530526	0.03252894	0.03231368	0.032222649
Assimetria	-0.5889993	-0.58839572	-0.58767336	-0.59122498	-0.57959783	-0.57645033	-0.571192081	-0.571307009	-0.482400549	-0.483142141	-0.595829769	-0.593745193
Curtose	-0.01190999	-0.01288826	0.270913942	0.287517416	0.120223959	0.106027919	-0.074132358	-0.07205963	-0.181408644	-0.18044435	0.053260274	0.060908218
Jarque-Bera	595.3074955	595.4811615	502.537205	498.3480865	548.4970725	552.3338102	612.1576082	611.4624185	629.054504	628.8683557	575.0477218	571.9210872
Probabilidade Observações	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366

  

Medidas	Sid Nacional		Telefônica Brasil		Tim		Ultrapar		Vale	
	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR	Compra ADR vende Ação	Compra Ação vende ADR
Média	0.392472229	0.392450273	0.392148627	0.392177793	0.392347274	0.392348807	0.391753912	0.391793053	0.393152929	0.393178413
Mediana	0.395394932	0.395341362	0.394957211	0.394938472	0.395499884	0.395375919	0.393590922	0.393543341	0.396163891	0.396119753
Máximo	0.451208277	0.451202086	0.451132897	0.451150158	0.450251472	0.450237393	0.450988569	0.450978653	0.451167942	0.451168465
Mínimo	0.268335993	0.268409597	0.279047452	0.278554941	0.278073524	0.278129276	0.272613056	0.272729479	0.265551418	0.265863113
Desvio padrão	0.033211285	0.033228229	0.032585768	0.032612627	0.03391038	0.03390966	0.032986223	0.032979483	0.033102171	0.033108735
Assimetria	-0.59144611	-0.59474053	-0.52663463	-0.52721638	-0.58187291	-0.58048918	-0.564783928	-0.566359621	-0.578839812	-0.579198084
Curtose	0.014355213	0.022681698	-0.07562573	-0.07877337	-0.11241814	-0.11574748	0.002707454	0.000642235	0.107595299	0.105525969
Jarque-Bera	586.9991579	585.0628917	601.5436991	602.7858585	628.4425898	629.256615	583.9471366	585.0577933	552.4460908	553.2221228
Probabilidade Observações	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366	1366

Fonte: elaboração própria.

Observa-se que em média, o coeficiente de Hurst é aproximadamente 0,39 para todos os casos analisados. Com isso, rejeita-se a hipótese do mercado eficiente – que defende a aleatoriedade na variação do preço das ações –, visto que os resultados obtidos exprimem um comportamento de memória longa antipersistente nos dados. No entanto, baseando-se na metodologia recorrida neste trabalho, não é possível identificar padrões ou ocorrência de reversões, ou seja, não há evidência de fatores que condicionam oportunidades de arbitragem, analisando somente o histórico de preços dos ativos.

Portanto, pode-se concluir que tem indícios de que o mercado de capitais brasileiro, na esfera de arbitragem entre ações nacionais e ADRs, é minimamente eficiente na forma fraca, pois o caráter antipersistente do retorno dessas séries implica que as oportunidades de arbitragem sejam momentâneas. Isto é, são passíveis de identificação e execução somente por agentes com acesso

a informações privilegiadas e posse de técnicas mais sofisticadas, limitando assim, a possibilidade da grande maioria dos participantes do mercado – investidores normais, que não detém acesso livre às informações privadas e nem métodos sofisticados suficientes para compensar altos custos de transação e ainda auferir ganhos ao final da operação.

## **BIBLIOGRAFIA:**

ACCENTURE. Impactos Socioeconômicos do Fortalecimento do Mercado de Capitais no Brasil. 2018. Disponível em: [https://www.anbima.com.br/data/files/1A/D4/9B/D8/1845661086B1AE5678A80AC2/ImpactoSocioANBIMA\\_AccentureVF.pdf](https://www.anbima.com.br/data/files/1A/D4/9B/D8/1845661086B1AE5678A80AC2/ImpactoSocioANBIMA_AccentureVF.pdf). Acesso em: 8 de maio de 2021.

AGENDA ANBIMA E B3. Mercado de Capitais: Caminho para o Desenvolvimento. 2018. Disponível em: [https://www.anbima.com.br/data/files/96/25/43/1A/5845661086B1AE5678A80AC2/Relatorio-Agenda-Mercado-de-Capitais-ANBIMA-B3-Digital\\_1\\_.pdf](https://www.anbima.com.br/data/files/96/25/43/1A/5845661086B1AE5678A80AC2/Relatorio-Agenda-Mercado-de-Capitais-ANBIMA-B3-Digital_1_.pdf). Acesso em: 8 de maio de 2021.

CAMARGOS, M. A.; GOMES, G. D.; BARBOSA, F. V. Integração de Mercados e Arbitragem com Títulos Transfronteiriços: ADRs – American Depositary Receipts. **Caderno de Pesquisas em Administração**. São Paulo, v. 10, n. 2, p. 51-67, 2003.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS (CVM). **Mercado de Valores Mobiliários Brasileiro**. 4. ed. Rio de Janeiro: CVM, 2019.

CORPORATE FINANCE INSTITUTE (CFI). Durbin Watson Statistic. c2021. Disponível em: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/other/durbin-watson-statistic/>. Acesso em: 28 de jun. de 2021.

FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. **The Journal of Finance**, v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970.

\_\_\_\_\_. Efficient Capital Markets: II. **The Journal of Finance**, v. 46, n. 5, p. 1575-1618, 1991.

LIMA, F. G.; ANTONINI, V. A.; SILVA FILHO, A. C. **Análise do Expoente de Hurst em Séries Temporais Financeiras**. 2008.

MIRANDA, V. F. L. **Avaliação Monte Carlo de testes assintóticos e de Bootstrap para autocorrelação residual**. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais, 77f., 2004.

RODRIGUES, E. L. Maior Visibilidade ou Integração do Mercado de Capitais Brasileiro? Os Efeitos da Listagem de Ações de Empresas Brasileiras no Mercado Norte-Americano Através do Mecanismo de Recibos de Depósito de Ações. **Revista da CVM**, n. 30, p. 29-51, 1999b.

SECURATO, J. R.; SECURATO, J. C. **Mercado Financeiro: Conceitos, Cálculo e Análise de Investimento**. 3. ed. São Paulo: Saint Paul, 2009.

SOUZA, S. R. S.; TABAK, B. M.; CAJUEIRO, D. O. Investigação da Memória de Longo Prazo na Taxa de Câmbio no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 60, n. 2, p. 193-209, 2006.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à Econometria: uma abordagem moderna**. Tradução da 4. ed. norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

ZAIONTZ, C. Durbin-Watson Table. **real-statistics.com**. 2021c. Disponível em: <https://www.real-statistics.com/statistics-tables/durbin-watson-table/>. Acesso em: 25 de jun. de 2021.