

Uma Aplicação das Metodologias de Forbes & Rigobon e Fry, Marting e Tang para Avaliação de Contágio Financeiro

AUTORES

Jorge Luis Sánchez Arévalo¹
Escola de Administração e Negócios (ESAN)
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS, Brasil)
jorge.sanchez@ufms.br

Isabel Lima da Costa Silva
Escola de Administração e Negócios (ESAN)
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS, Brasil)
isabel_lima@ufms.br

1. Autor de contato:
Escola de Administração e Negócios (ESAN);
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS, Brasil); Cidade Universitária, Caixa Postal 549. CEP 79070-900. Campo Grande – MS. Brasil

An Application of the Forbes & Rigobon and Fry, Martin & Tang Methodologies for Assessing Financial Contagion

Una Aplicación de las Metodologías de Forbes & Rigobon y Fry, Martin & Tang para la Evaluación del Contágio Financiero

O objetivo foi analisar como a crise sanitária provocada pela Covid-19 afetou o contágio financeiro entre o Brasil e seus principais parceiros comerciais. Para a análise, foram utilizadas duas metodologias complementares: o teste de covolatilidade e o teste de coassimetria, desenvolvidos por Forbes & Rigobon (2002) e Fry, Martin & Tang (2010). O estudo reforça a importância de considerar não apenas as correlações, mas também a coassimetria para uma compreensão mais aprofundada da dinâmica entre os mercados. A aplicação da metodologia complementar de Fry, Martin & Tang, revelou-se fundamental para capturar de forma mais abrangente os efeitos de contágio financeiro.

The objective was to analyze how the health crisis caused by Covid-19 affected financial contagion between Brazil and its main trading partners. For the analysis, two complementary methodologies were employed: the covolatility test and the co-skewness test, developed by Forbes & Rigobon (2002) and Fry, Martin & Tang (2010). The study reinforces the importance of considering not only correlations but also co-skewness for a deeper understanding of market dynamics. The application of the complementary methodology proposed by Fry, Martin & Tang proved to be essential for more comprehensively capturing the effects of financial contagion.

El objetivo fue analizar cómo la crisis sanitaria provocada por la Covid-19 afectó el contagio financiero entre Brasil y sus principales socios comerciales. Para el análisis, se emplearon dos metodologías complementarias: la prueba de covolatilidade y la prueba de co-asimetría, desarrolladas por Forbes & Rigobon (2002) y Fry, Martin & Tang (2010). El estudio refuerza la importancia de considerar no solo las correlaciones, sino también la co-asimetría para una comprensión más profunda de la dinámica entre los mercados. La aplicación de la metodología complementaria propuesta por Fry, Martin & Tang resultó fundamental para captar de manera más integral los efectos del contagio financiero.

DOI
10.58416/GCG.2026.V20.N2.04

RECEBIDO
17.08.2025

ACEITO
16.11.2025

1. Introdução

Na teoria das finanças, o contágio financeiro representa a transmissão de choques entre mercados, sendo esse tema de crescente relevância, especialmente em tempos de crises econômicas. A análise tradicional do contágio muitas vezes está direcionada a discutir o aumento das correlações entre ativos, sendo que em alguns casos se ignoram a relevância das mudanças nas características das distribuições de retorno, o que podem refletir as preferências de risco dos investidores. A saber, a volatilidade é uma variável crucial na disseminação do contágio, e métodos de análise são necessários para capturar essas dinâmicas.

Nessa linha, eventos de risco sistêmico, tal o caso da pandemia de COVID-19, declarada pela Organização Mundial da Saúde em março de 2020, tiveram impactos significativos nos mercados financeiros (Carvalho, 2022; Mattei & Heinen, 2022; De Oliveira et. al. 2021; Barros et. al. 2020). Nesse período, o mercado de ações brasileiro, medido pelo índice Ibovespa (IBOV), experimentou alta volatilidade e quedas acentuadas, refletindo a incerteza quanto ao comportamento futuro da economia. Em situações como a vivenciada nesse período, e dado o aumento da volatilidade nos mercados acionários, as discussões em torno da adoção de medidas de proteção para os investimentos voltou a ser tema de debate, com destaque para alternativas que pudessem mitigar os riscos de curto prazo, especialmente ativos atrelados a commodities, taxas de câmbio e metais preciosos, como o ouro (Madani & Ftiti, 2022).

Assim, a teoria do contágio financeiro ganha relevância ao examinar como choques em determinados mercados podem se propagar para outros, exacerbando os riscos sistêmicos e afetando a correlação entre diferentes classes de ativos que são negociados no mercado financeiro. Estudos de Forbes e Rigobon (2002), bem como de Fry, Martin e Tang (2010), exploram esse fenômeno, propondo testes estatísticos e/ou econométricos para identificar a ocorrência de contágio durante crises. A saber, os autores em tela, desenvolveram testes de contágio financeiro baseado na correlação e coassimetria entre retornos de ativos. Especificamente, no caso do teste de Forbes e Rigobon (2002), a transformação de Fisher serve para normalizar as correlações, de forma a que os eventos analisados possam ser comparados.

Os estudos citados anteriormente são úteis para entender como as bolsas de valores interagem em momentos de muita volatilidade, especialmente em cenários de crise. Autores como Fattahi & Moghadam (2023) e Shabbir et al. (2020) analisam o comportamento de ativos em períodos de incerteza, ressaltando que sua interdependência pode intensificar o contágio financeiro entre os mercados globais. No caso das bolsas Ibovespa, S&P 500, Nikkei, Shanghai Composite e Merval, esse contágio pode ser especialmente relevante devido às conexões econômicas e comerciais entre os países que essas bolsas representam.

Sánchez Arévalo, et al. (2022) analisaram o efeito causal entre os mercados em tela, destacando-se uma causalidade bidirecional entre o Ibovespa com o S&P500 e com o Nikkei. Esses resultados ajudam a entender a interconexão entre o mercado brasileiro e seus parceiros comerciais. Em períodos de alta volatilidade o mercado brasileiro denota correlações fortes com as bolsas dos

PALAVRAS-CHAVE

**Contágio
financeiro;
mercados;
crise sanitária;
coassimetria**

KEYWORDS

**Financial contagion;
markets; health
crisis; co-skewness**

PALABRAS CLAVE

**Contagio financiero;
mercados; crisis
sanitaria;
co-asimetría**

**CÓDIGOS JEL
G15, C32, E44**

Estados Unidos e Japão, o qual ajuda a entender como os eventos de risco sistêmico podem influenciar de forma bidirecional esses mercados.

A crise pandêmica de 2020 exemplificou como eventos de risco sistêmico podem intensificar as relações entre mercados financeiros. O S&P500, principal índice acionário dos Estados Unidos, tem uma forte influência sobre o Ibovespa, dada a relevância do dólar, bem como das políticas monetárias e seu efeito sobre os fluxos de capital estrangeiro (Sánchez Arévalo, et.al. 2022). Além disso, o Japão (representado pelo Nikkei) e a China (representada pelo Shanghai Composite) são parceiros comerciais estratégicos para o Brasil, sendo destino de produtos agrícolas e minerais, como soja e minério de ferro. Assim, as oscilações nessas bolsas refletem não apenas a percepção de risco global, mas também mudanças na demanda e nos termos de troca com o Brasil, o que em consequência afeta o mercado financeiro e os setores estratégicos.

Nessa linha, o estudo de Matos, et. al (2014) evidenciou que os mercados financeiros da América do Sul, apesar das diferenças macroeconômicas, apresentam integração e contágio financeiro, com oscilações de curto prazo influenciadas por eventos extremos. Em tal sentido, ao falar do índice Merval, representativo da Argentina e importante parceiro comercial, espera-se encontrar semelhanças nas relações de contágio. Em cenário de crise, a volatilidade observada revela como as relações comerciais e financeiras moldam o comportamento dos investidores e dos mercados no continente americano (Marschner, et al; 2021). Em sequência, Xu et al. (2023) e Samour et al. (2022) destacam que as interações entre os mercados, somadas à desvalorização de moedas locais frente ao dólar, geram efeitos amplificados nas bolsas regionais. No caso brasileiro, a saída de capital estrangeiro e as flutuações de moedas e ativos impactaram diretamente o Ibovespa, refletindo o comportamento das principais bolsas.

Dessa forma, a análise de contágio torna-se ainda mais relevante ao se utilizar metodologias robustas, como a análise de correlação normalizada pela transformação de Fisher no teste de Forbes & Rigobon (2002) e de Fry, Martin & Tang (2010). Assim, o objetivo do estudo é investigar como a crise sanitária causada pela pandemia de COVID-19 afetou o contágio financeiro entre o mercado brasileiro e os principais índices acionários de seus parceiros comerciais, explorando mudanças nas correlações e nas assimetrias de retorno entre esses mercados antes e durante a crise. Essas ferramentas podem oferecer insights valiosos sobre os padrões de interdependência entre mercados financeiros. Ao aplicá-las, busca-se compreender de que forma choques externos, como a pandemia, geram efeitos em cascata sobre as bolsas analisadas e como isso pode informar estratégias mais eficazes de proteção e diversificação de investimentos.

Portanto, o estudo das relações entre os índices Ibovespa, S&P 500, Nikkei, Shanghai Composite e Merval não apenas evidencia o contágio financeiro em momentos de crise, mas também destaca a importância das relações comerciais entre Brasil, Estados Unidos, Japão, China e Argentina. Ao mesmo tempo, permite realizar uma avaliação abrangente da dinâmica do contágio financeiro e dos fatores que moldam o comportamento dos investidores em momentos de incerteza, particularmente em economias interconectadas.

2. Referencial Teórico

A crise financeira desencadeada pela pandemia de COVID-19 em 2020 possivelmente resultou em um efeito de contágio financeiro, o qual propiciou a discussão sobre a importância de estratégias de hedge e diversificação de portfólios em períodos de instabilidade econômica (Starkey & Tsafack, 2023; Benkraiem, et. al. 2022). Em tal situação, ativos como renda fixa, renda variável, ouro, dólar e commodities desempenham papéis distintos, sendo utilizados tanto para a obtenção de ganhos quanto para a mitigação de perdas (Insaideo, et. al., 2024). Contudo, a forma como esses ativos interagem entre si durante crises, frequentemente evidenciada pelo contágio financeiro, ainda é objeto de debate no ambiente de mercado. Nesse contexto, o contágio pode modificar não apenas os padrões de correlação entre esses ativos, mas também as características de suas distribuições de retorno e volatilidade, influenciando as intenções de investimento e as decisões de hedge (Peeters, et al. 2025; Zorgati & Lakhal, 2020).

O contágio financeiro pode ocorrer por meio de múltiplas variáveis além do aumento das correlações entre ativos, como volatilidade e coassimetrias ampliando o entendimento das dinâmicas de transmissão de crises entre mercados (Fry, Martin & Tang, 2010). O estudo de Akhtaruzzaman et al. (2021), que investigou o contágio financeiro entre a China e os países do G7 durante a pandemia de Covid-19, é um exemplo de como o fenômeno pode ser identificado por meio de Correlações Condicionais Dinâmicas (DCC). Durante esse período, a correlação entre mercados aumentou, mas outras variáveis financeiras também podem revelar diferentes facetas do contágio, assim como, as relações entre os ativos negociados (Mahadeo, et al. 2022).

O estudo de Peeters et al. (2025) ampliam a compreensão sobre o contágio financeiro ao analisar como a correlação entre ativos em diferentes mercados, aliada ao comportamento de agentes informados e não informados, pode gerar a propagação de choques entre sistemas financeiros. Segundo os autores, quando os dividendos entre mercados são correlacionados, o preço doméstico tende a aumentar em resposta a dividendos elevados no mercado estrangeiro, evidenciando um contágio via fundamentos compartilhados. O estudo mostra que o contágio não se limita a uma simples correlação estatística entre ativos, mas decorre de mecanismos de aprendizado e de formação de expectativas sob condições de informação imperfeita.

No geral, a discussão neste item amplia as discussões e definições clássicas de contágio financeiro fornecidas Forbes & Rigobon (2001, 2002), que se concentram principalmente no aumento das correlações entre mercados após um choque. Embora o aumento das correlações seja uma evidência clara de contágio, ele não abrange toda a complexidade do fenômeno. A interação entre volatilidade, coassimetrias e covolatilidade revela que o contágio pode se manifestar de maneiras mais sutis, alterando a dinâmica dos mercados de maneira multifacetada e não apenas através da co-movimentação dos preços.

Entretanto, conforme destacado pelos próprios Forbes & Rigobon (2002), o contágio financeiro é caracterizado por um aumento estatisticamente significativo das correlações ajustadas (ρ) entre mercados durante períodos de crise, em relação ao período de estabilidade. Assim, o sinal esperado dessa relação é positivo, indicando maior co-movimento entre os retornos de ativos e, portanto, redução do potencial de diversificação.

Estudos empíricos como Akhtaruzzaman et al. (2021) e Peeters et al. (2025) encontraram esse mesmo padrão, com a intensificação das correlações entre mercados durante a pandemia da COVID-19. Dessa forma, com base na literatura e no arcabouço teórico de Forbes & Rigobon (2002), formula-se a primeira hipótese de pesquisa: Espera-se que a correlação ajustada entre os retornos dos mercados (ρ) aumente de forma significativa e apresente sinal positivo durante o período de crise em comparação ao período pré-crise, indicando contágio financeiro no sentido de Forbes & Rigobon (2002).

Nessa linha, estudos como os de Matos et al. (2014) e Rodriguez-Diaz & Torres (2022) abordam o contágio financeiro na América do Sul, explorando a integração dos mercados regionais e os efeitos de choques externos sobre os mercados financeiros locais. Os autores argumentam que mercados emergentes, como os da América do Sul, se tornam mais vulneráveis ao contágio devido à sua menor capacidade de resistência a choques externos. No contexto da pandemia, foi possível observar essa integração, uma vez que as flutuações nos mercados globais afetaram diretamente as bolsas de valores sul-americanas, como a B3 no Brasil, intensificando a volatilidade e a incerteza, evidenciando assim o efeito contágio.

Por sua vez, o estudo desenvolvido por Fry, Martin e Tang (2010), analisa o contágio financeiro com foco em momentos superiores da distribuição de retornos, como a coassimetria (coskewness). Assim, ao analisar a crise imobiliária de Hong Kong em 1997 e a crise subprime dos EUA em 2007, o estudo identificou canais de contágio que passaram despercebidos pelos métodos baseados em correlação. Dessa forma, o resultado é relevante, pois indica que os mercados não apenas se movem de forma mais sincronizada durante crises, mas também exibem mudanças em suas distribuições de retornos, o que tem implicações profundas para a tomada de decisão e a formulação de políticas econômicas.

O conceito de coassimetria ajuda a explicar como o contágio pode ocorrer de forma mais intensa durante choques negativos. Por exemplo, se o mercado brasileiro, representado pelo Ibovespa, sofre uma queda acentuada enquanto o mercado americano apresenta flutuações semelhantes, as coassimetrias indicam uma transmissão assimétrica de choques. Isso significa que os choques negativos, como a fase inicial causada pela pandemia, podem ser transmitidos de maneira mais rápida e intensa do que os ganhos, exacerbando os efeitos da crise.

Essa perspectiva é reforçada por Fry, Martin e Tang (2010), que destacam que a coassimetria (ψ) entre retornos de mercados permite capturar a natureza assimétrica da propagação de choques financeiros. Nesse caso, o sinal esperado é negativo, pois o aumento da coassimetria reflete a predominância de choques negativos. Ou seja, as perdas em um mercado são transmitidas de forma mais intensa para os demais durante crises. Com base nessa fundamentação, estabelece-se a segunda hipótese de pesquisa: Espera-se que a coassimetria ψ entre os retornos dos mercados apresente variação significativa, com predominância de sinais negativos, durante o período de crise, refletindo uma transmissão assimétrica de choques negativos entre mercados (Fry, Martin & Tang, 2010).

Segundo Sánchez Arévalo et. al (2023) no período pandêmico, variáveis como o preço do petróleo Brent e a taxa de câmbio Real/Dólar influenciam significativamente o comportamento do Ibovespa. Se a volatilidade dessas variáveis aumenta no mesmo sentido que o Ibovespa, isso revela uma interdependência entre os mercados que vai além da simples correlação de preços. Ao mesmo tempo, o efeito da taxa de câmbio Real/Dólar no Ibovespa, por exemplo, indica como o aumento da volatilidade cambial pode gerar um efeito dominó em outros setores da economia, impactando negativamente o mercado de ações brasileiro. Isso revela que o contágio financeiro pode ocorrer de várias maneiras: tanto pela correlação de preços quanto pelo aumento da volatilidade e co-volatilidade, refletindo a

transmissão de riscos entre mercados de diferentes países e setores (Camera & Gioffré, 2024; Telila, 2023).

E essa instabilidade, em alguns casos tende a ser aproveitada pelos trades, mas suscita aos gestores de recurso a buscar alternativas de proteção. Por exemplo, Ibrahim et. al (2024), encontrou uma relação de contágio de longo prazo entre o Bitcoin e os seis mercados acionários estudados durante o período da Covid-19. Ainda nesse estudo, os mercados da China e Japão mostraram sinais de contágio de curto prazo, sugerindo que esses mercados podem ser mais vulneráveis à volatilidade do Bitcoin em períodos de crise.

Papathanasiou et. al. (2022) fizeram um estudo sobre transmissão de volatilidade e estratégias de hedge para o período de 2011 até 2021. A pesquisa encontrou uma transmissão de volatilidade moderada entre os diferentes tipos de ações analisados, sendo que, essa transmissão aumenta em períodos de turbulência, tal o caso da crise da dívida soberana europeia, a queda nos preços do petróleo e a pandemia de COVID-19. O foco nas ações de valor como hedge contra volatilidade é particularmente útil para investidores que buscam proteção em períodos de crise.

Outro estudo que destaca a importância de proteção em períodos de alta volatilidade foi desenvolvido por Herley et. al (2023). O estudo analisou as interações entre os retornos do mercado de ações e as taxas de câmbio em diferentes zonas de risco de mercado para o período de janeiro de 2006 até janeiro de 2023. O resultado indica que em períodos de alta incerteza de mercado, os movimentos nas taxas de câmbio influenciam de forma mais significativa os retornos do mercado acionário e vice-versa, o que não é tão evidente em momentos de menor volatilidade.

Hansen (2021) utiliza o Quant Meltdown como base para discutir metodologias de avaliação do contágio financeiro, argumentando que o episódio ilustra formas endógenas e não lineares de interdependência entre ativos e mercados. Diferentemente dos modelos tradicionais, que se apoiam em correlações lineares, essa abordagem evidencia como choques de liquidez e a homogeneidade das estratégias podem gerar efeitos de contágio interno.

Lira & Almeida (2020) discutem a volatilidade nos mercados financeiros durante a pandemia, destacando como os efeitos de contágio e as incertezas econômicas aumentaram a instabilidade do mercado. Eles reforçam que a interdependência entre os mercados de ações, câmbio e commodities desempenha um papel essencial nesse cenário de volatilidade, alinhando-se aos achados de Sánchez Arévalo et al. (2023), que apontam uma maior conexão entre o Ibovespa e variáveis como o preço do petróleo Brent e a taxa de câmbio Real/Dólar.

Por fim, o contágio financeiro observado durante a pandemia da COVID-19 reforça a necessidade de revisar os métodos tradicionais de análise de mercado, incorporando modelos capazes de capturar interações não lineares e momentos superiores da distribuição de retornos. Em conjunto, as contribuições de Peeters et al. (2025), Rodriguez-Diaz & Torres (2022), Lira & Almeida (2020), Silber (2020) e Matos et al. (2014) e oferecem uma visão abrangente sobre a propagação de choques financeiros entre mercados, apoiando o desenvolvimento de estratégias de hedge mais robustas e de políticas econômicas mais eficazes em contextos de elevada incerteza.

.....

3. Metodologia

3.1. O Método

O teste de contágio proposto por Forbes e Rigobon (2002) busca avaliar se há mudanças significativas na correlação entre dois mercados durante períodos de crise, os quais podem ser denotados como i e j . A abordagem considera a presença de heterocedasticidade, ou seja, as variações na volatilidade entre os períodos pré-crise e crise, ajustando as correlações para evitar interpretações enviesadas. Neste caso, o problema de heterocedasticidade é como em situações de crise, onde a volatilidade dos ativos é alta em relação a outros cenários (Gea, et. al, 2021).

Ao mesmo tempo, o ajuste para a heterocedasticidade visto na **formula 1**, visa ajustar as mudanças na volatilidade entre os mercados, os quais podem levar a uma superestimação das correlações, criando uma falsa impressão de contágio. Assim, os autores propõem ajustar a correlação para levar em conta essa heterocedasticidade. A correlação ajustada denotada por ν_y é calculado da seguinte forma:

$$\nu_y = \frac{\rho_y}{\sqrt{1 + \frac{\sigma_{yi}^2 - \sigma_{xi}^2}{\sigma_{xi}^2} (1 - \rho_y^2)}} \quad (1)$$

Onde:

ρ_y : correlação observada no período de crise,

σ_{yi}^2 ; indica a variância do mercado i durante o período de crise,

σ_{xi}^2 : indica a variância do mercado i durante o período de pré-crise,

ρ_y^2 : correlação observada no período de crise ao quadrado,

Na visão dos autores em tela, esse ajuste corrige a correlação do período de crise, eliminando o viés introduzido pelo aumento na volatilidade.

A seguir, a transformação de Fisher permite comparar a correlação ajustada ν_y no período de crise com a correlação pré-crise ρ_x . Assim, a estatística Z é calculado como:

$$Z = \frac{\frac{1}{2} \ln \ln \left(\frac{1 + \nu_y}{1 - \nu_y} \right) - \frac{1}{2} \ln \ln \left(\frac{1 + \rho_x}{1 - \rho_x} \right)}{\sqrt{\frac{1}{T_y - 3} + \frac{1}{T_x - 3}}} \quad (2)$$

Onde:

T_y = representa o número de observações no período de crise

T_x = representa o número de observações no período pré-crise

Na interpretação dos resultados, se o valor de Z ultrapassar o valor limiar crítico considerando a significância do p -valor a um nível de 5%, rejeita-se H_0 , concluindo que existe evidencias de contágio

financeiro. Caso contrário, conclui-se que as mudanças na correlação podem ser explicadas apenas pela heterocedasticidade e que não há evidências de contágio. A relação esperada é aumento estatisticamente significativo da correlação, mesmo após o ajuste para heterocedasticidade.

Em adição, o teste de contágio desenvolvido por Fry, Martin & Tang (2010), propõe que, para detectar o contágio financeiro, não é suficiente apenas observar mudanças na correlação durante crises. Eles estendem os testes tradicionais incluindo mudanças na coassimetria e cocurtose, o que permite capturar padrões mais sutis de interdependência entre os mercados que podem surgir apenas durante crises.

O teste de coassimetria visa detectar contágio financeiro analisando a forma como a assimetria conjunta entre os retornos de diferentes mercados muda durante crises. A coassimetria mede como a distribuição dos retornos de um ativo se inclina (positiva ou negativamente) em relação ao outro. Em uma crise, essa inclinação pode mudar, e o teste busca captar essas alterações. Assim, especificamente o teste pode ser descrito como:

$$\chi^2 = \left(\frac{\psi_y - \psi_x}{\sqrt{\frac{4\nu_y^2 + 2}{T_y} + \frac{4\rho_x^2 + 2}{T_x}}} \right)^2 \sim \chi^2 \quad (3)$$

Onde:

$$\psi(1,2) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{r_{it} - \mu_i}{\sigma_i} \left(\frac{r_{jt} - \mu_j}{\sigma_j} \right)^2 \quad (4)$$

$$Coassimetria_1 = (i \rightarrow j; r_i^1, r_j^2)$$

$$\psi(2,1) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left(\frac{r_{it} - \mu_i}{\sigma_i} \right)^2 \frac{r_{jt} - \mu_j}{\sigma_j} \quad (5)$$

$$Coassimetria_2 = (i \rightarrow j; r_i^1, r_j^2)$$

Onde a hipótese nula indica ausência de contágio, os testes de coassimetria de contágio são distribuídos assintoticamente como:

$$Coassimetria_1 = (i \rightarrow j); Coassimetria_2(i \rightarrow j) \xrightarrow{d} \chi_1^2$$

A hipótese nula H0 indica que: não há contágio do mercado i para o mercado j; e H1: há contágio do mercado i para o mercado j.

E o coeficiente de correção amostral ajustado é obtido por meio da equação 6. Onde σ_{yi}^2 e σ_{xi}^2 são as variâncias amostrais dos retornos dos ativos no mercado i durante os períodos pré-crise e de crise, respectivamente. Na mesma equação ρ_x e ρ_y são os coeficientes de correlação amostrais durante os períodos pré-crise e de crise. Na equação a modo de ilustração se descreve somente ρ_y .

$$\nu_y = \frac{\rho_y}{\sqrt{1 + \frac{\sigma_{yi}^2 - \sigma_{xi}^2}{\sigma_{xi}^2} (1 - \rho_y^2)}} \quad (6)$$

Em síntese, o teste avalia as mudanças considerando a inclinação conjunta (coassimetria) e o comportamento nas caudas das distribuições (cocurtose) dos retornos, que podem não ser captadas por simples alterações na correlação.

Optou-se pelos testes de Forbes & Rigobon (2002) e Fry, Martin & Tang (2010) por se tratarem de metodologias clássicas e utilizadas na mensuração do contágio financeiro, considerando a correção de vieses de heterocedasticidade e a análise de coassimetria entre mercados. Os testes escolhidos no estudo apresentam robustez para amostras de tamanho moderado e permitem comparabilidade direta com estudos empíricos prévios sobre o mercado brasileiro, contexto no qual ainda são escassas as investigações sobre contágio em mercados emergentes.

3.2. Procedimentos, Coleta e Tratamento dos Dados

Os dados utilizados neste estudo para o Ibovespa, S&P 500, Nikkei, Shanghai e Merval foram coletados da plataforma Economatica. A coleta dos dados foi diária desde 02 de janeiro 2018 até 05 de maio de 2023, a justificativa do intervalo de tempo segue o início e o fim do período pandêmico, tal como informado pelo Ministério de Saúde do Brasil. A coleta inicial dos dados para a pesquisa se justifica pelo fato de a economia brasileira experimentar uma mudança no padrão de crescimento, após alguns anos de recessão. Especificamente, o período de 2018 até o dia 10/03/2020 é tratado no estudo, como o período pré-pandêmico ou pré- crise. O segundo período de 11/03/2020 em diante, foi tratado como o período de crise, sendo a finalidade capturar efeito contágio nesses dois momentos.

Após a coleta dos dados, foi necessário realizar a estimação dos retornos diários, o qual foi obtido a partir da variação defasada das cotações, ou seja, considerando um período $t-1$, em relação ao período anterior. Em sequência, após a obtenção dos retornos foram calculados a volatilidade, a média, e posteriormente a correlação e o ajuste da transformação de Fisher conforme indicado pelo teste de Forbes & Rigobon (2002). Também, foi calculado a correlação e coassimetria conforme indicado pelo teste de Fry, Martin & Tang (2010). Finalmente, após a obtenção dos valores para a coassimetria foi possível obter as estáticas do teste qui-quadrado e o p-valor, o qual permite rejeitar ou não a hipótese nula (H_0) de ausência de contágio. Os dados utilizados variam por cada teste, de acordo com os dias de negociação nos mercados analisados e essas informações estão descritos nos quadros 1 e 2 dos resultados.

4. Resultados

No **quadro 1**, verifica-se o teste de contágio financeiro de Forbes & Rigobon (2002), com a finalidade de comparar as correlações ajustadas considerando a crise, os quais são ajustados usando um fator de heterocedasticidade que permite corrigir o viés causado pela volatilidade. Além disso, a transformação de Fisher permite determinar se houve contágio entre mercados após um choque, a mesma é usada para calcular as diferenças entre as correlações entre os eventos analisados.

Na relação Ibovespa x SP500 verifica-se que a correlação aumentou de 0,5673 (pré-crise) para 0,6347 (crise), indicando uma maior correlação entre os dois mercados durante a crise, o que sugere uma tendência de contágio financeiro entre eles. Por sua vez, a correlação ajustada também aumentou de 0,5502 para 0,6347, confirmando a robustez do aumento da correlação. Já a transformação de Fisher foi negativa (-0,4382), o que sugere que a correlação foi significativa, mas não extremamente forte. Se olharmos o p-valor de 66,13%, o mesmo indica que a alteração na correlação pode não é estatisticamente robusta, algo que enfraquece a evidência de contágio. Se for similar, os resultados para a relação Ibovespa x Nikkei, Ibovespa x Shangai e Ibovespa x Merval indicam a ausência de contágio financeiro, o p-valor da transformação de Fisher é superior a 5%. Ao mesmo tempo, resultados importantes podem ser verificados, a exemplo, alta correlação na relação Ibovespa x SP500, o qual se fortalece no período de crise e, de forma similar na relação Ibovespa x Merval.

Especificamente, no caso da relação entre o Ibovespa e o Nikkei, a correlação apresentou uma leve redução de 0,0853 no período pré-crise para 0,0815 durante a crise, o que sugere uma ausência de contágio financeiro entre esses mercados, ao mesmo tempo, esse resultado é corroborado pelo p-valor da transformação de Fisher. Na relação entre o Ibovespa e o Shangai, a correlação aumentou levemente de 0,1426 para 0,1724 entre os períodos pré-crise e de crise, entretanto a transformação de Fisher sugere ausência de contágio. No caso do Merval, a correlação aumentou de 0,3764 no período pré-crise para 0,4519 durante a crise, indicando um fortalecimento da interdependência entre esses mercados. Mesmo destacando essa alta correlação, a transformação de Fisher indica ausência de contágio, considerando a significância estatística do teste.

No geral, os resultados indicam que o mercado brasileiro possui maior sensibilidade a choques provenientes do mercado norte-americano durante crises financeiras, enquanto as relações com mercados asiáticos e o mercado argentino são menos propensas a evidenciar contágio financeiro.

Quadro 1 - Teste de contágio de Forbes & Rigobon

Pares de Mercados	Período	Observ.	Correlação	Correlação Ajustada	Transformação de Fisher	p-valor	Signif.
Ibovespa x S&P 500	Pré-crise (x)	526	0,5673	0,5502			
	Crise (y)	766	0,6347		-0,4382	66,13%	NS
Ibovespa x Nikkei	Pré-crise (x)	465	0,0853	0,0680			
	Crise (y)	685	0,0815		-0,2886	77,29%	NS
Ibovespa x Shanghai	Pré-crise (x)	465	0,1426	0,1443			
	Crise (y)	685	0,1724		0,0289	97,69%	NS
Ibovespa x Merval	Pré-crise (x)	515	0,3764	0,3747			
	Crise (y)	736	0,4519		-0,0349	97,21%	NS

Fonte: Resultado da pesquisa
NS: não significativo

No **quadro 2**, verifica-se o teste de contágio financeiro de Fry, Martin & Tang (2010). Com relação ao S&P500 a correlação foi alta tanto no pré-crise (56,73%) quanto na crise (63,47%), mostrando uma relação forte entre os mercados brasileiro e americano. Ou seja, em períodos de crise os retornos do Ibovespa e do S&P 500 se movem de maneira ainda mais sincronizada. Os valores da coassimetria em (1,2) e (2,1) medem a assimetria conjunta nos retornos entre o Ibovespa e o S&P500, em ambas as

direções, e neste caso os valores foram negativos. Valores negativos indicam que, no período antes e durante a crise, houve uma tendência de os retornos se moverem de maneira assimétrica, com quedas mais pronunciadas em um mercado em relação ao outro.

Os valores de coassimetria indicam que os retornos do Ibovespa e do S&P 500 mostravam caudas negativas mais longas. Em termos práticos, quedas no S&P500 tenderiam a resultar em quedas ainda maiores no Ibovespa, mostrando uma vulnerabilidade do mercado brasileiro a choques negativos no mercado dos EUA. Durante a crise, os valores de coassimetria diminuíram para -0,54624 (1,2) e -0,60144 (2,1). Embora continuem negativos, esses valores são menos extremos em relação ao período pré-crise, indicando uma redução na assimetria negativa. Isso sugere que, durante a crise, a assimetria dos retornos entre os dois mercados foi menos acentuada, refletindo um comportamento mais sincronizado nos choques negativos. No geral, pelo p-valor, verifica-se a presença de contágio nos dois sentidos, ou seja, os mercados se movem fortemente juntos em crises, indicando que o mercado americano não é um hedge eficaz.

Com relação ao Ibovespa x Nikkei, a correlação é muito baixa e que permanece praticamente inalterada durante os períodos analisados (0,0853 no pré-crise e 0,0815 na crise). Entretanto, a análise das coassimetria revela informações interessantes. No período pré-crise, a coassimetria (1,2) mostram um p-valor de 16,03% não significativo, indicando que não há uma relação assimétrica relevante. Já durante a crise, a coassimetria (2,1) torna-se significativa com um p-valor de 0,01%. Ou seja, existe contágio do Nikkei em relação ao Ibovespa. O Brasil é afetado por choques do Japão, mas não o contrário. Ou seja, o mercado japonês não seria visto como um hedge eficaz do ponto de vista do investidor brasileiro.

Com relação ao Ibovespa x Shangai, os resultados indicam padrões distintos em comparação aos outros casos analisados. A correlação aumenta ligeiramente, de 0,1426 no período pré-crise para 0,1724 durante a crise, mas permanece baixa. As coassimetria (1,2) e (2,1) indicam valores negativos em ambos os períodos, mas não há indícios de alterações significativas. Os p-valores elevados tanto para as coassimetria (57,80% e 35,86%) quanto para os testes de qui-quadrado indicam a ausência de contágio financeiro. Sem contágio em nenhum sentido, esse resultado indica que o mercado da China pode funcionar como hedge eficaz para investidor brasileiro.

No caso da relação entre o Ibovespa x Merval, os resultados sugerem que durante a crise a correlação aumentou e os testes de coassimetria são significativos, o que indica um forte indício de contágio bilateral. No geral, a coassimetria negativa não necessariamente implica que os mercados se movimentaram de forma inversa, mas que houve respostas não lineares e imprevisíveis entre eles. O resultado negativo indicado para o período de crise denota que ambos mercados exibiam uma maior probabilidade de retornos negativos, ou seja, quedas no Merval tenderiam a resultar em quedas ainda maiores no Ibovespa, mostrando vulnerabilidade do mercado brasileiro e indicando que o Merval não é hedge para investidor brasileiro.

Quadro 2 - Teste de contágio financeiro de Fry, Martin & Tang

Pares de Mercados	Período	Correlação	Coassimetria (1,2)	Coassimetria (2,1)	Qui-quadrado (1,2)	p-valor (1,2)	Signif. (1,2)	Qui-quadrado (2,1)	p-valor (2,1)	Signif. (2,1)
Ibovespa x S&P 500	Pré-crise (x)	0,5673	-1,1051	-1,0830						
	Crise (y)	0,6347	-0,5462	-0,6014	299,115	0,00%	***	222,076	0,00%	***
Ibovespa x Nikkei	Pré-crise (x)	0,0853	0,0093	-0,1555						
	Crise (y)	0,0815	-0,1107	-0,5009	19,713	16,03%	NS	163,137	0,01%	**
Ibovespa x Shanghai	Pré-crise (x)	0,1426	-0,1017	-0,4314						
	Crise (y)	0,1724	-0,1499	-0,5110	0,3094	57,80%	NS	0,8429	35,86%	NS
Ibovespa x Merval	Pré-crise (x)	0,3764	0,0083	0,0013						
	Crise (y)	0,4519	-0,4424	-0,6963	239,965	0,00%	***	574,929	0,00%	***

Fonte: Resultado da pesquisa
 NS: não significativo
 * significativo a 10%
 ** significativo a 5%
 *** significativo a 1%

No geral, a mudança de correlação de positiva para negativa sugere que houve uma alteração nos fluxos financeiros entre os mercados, implicando em contágio financeiro. A mudança da coassimetria de positiva para negativa é um indicador de maior sincronização nos movimentos de mercado em cenários adversos, o que é consistente com comportamentos típicos de crise financeira. No entanto, a baixa correlação sugere que o Ibovespa pode manter alguma capacidade de hedge em relação ao Nikkei em cenários de baixa volatilidade.

Finalmente, esses resultados corroboram a evidência apresentada por Rodriguez-Diaz e Torres (2022), que identificaram uma maior integração entre os mercados da América do Sul e os Estados Unidos em períodos de estresse financeiro, indicando que choques originados em mercados centrais tendem a se propagar para economias emergentes. De forma semelhante, Matos et al. (2014) destacam que a interdependência entre os mercados latino-americanos e o mercado norte-americano se intensifica em contextos de crise, o que está em linha com o aumento da correlação Ibovespa-S&P500 identificado neste estudo.

5. Considerações Finais

O estudo analisou o contágio financeiro entre o Ibovespa e os principais mercados internacionais (S&P500, Nikkei, Shanghai e Merval) utilizando os testes de Forbes & Rigobon (2002) e Fry, Martin & Tang (2010). Os resultados indicam que o mercado brasileiro apresenta maior sensibilidade a choques do mercado norte-americano, confirmando a literatura que destaca o papel dos Estados Unidos como polo difusor de crises em economias emergentes. Em contrapartida, a ausência de contágio significativo

com os mercados asiáticos reforça a hipótese de que o grau de integração financeira entre Brasil e Ásia ainda é limitado.

Com relação as hipóteses, os resultados não confirmaram essa primeira hipótese. Embora as correlações tenham aumentado em quase todos os mercados analisados, os p-valores das transformações de Fisher foram superiores a 5%, indicando que os aumentos observados não foram estatisticamente significativos. Dessa forma, não há evidências robustas de contágio financeiro segundo o critério de Forbes & Rigobon (2002), especialmente nas relações envolvendo o Ibovespa e os mercados asiáticos. A segunda hipótese foi confirmada parcialmente. Os resultados mostraram mudanças significativas nas coassimetria entre o Ibovespa e o S&P500, bem como entre o Ibovespa e o Merval, com p-valores próximos de 0% e coassimetria negativa durante o período de crise, evidenciando contágio assimétrico, no qual choques negativos nos mercados centrais tendem a se propagar de forma amplificada para o mercado brasileiro. De forma parcial, as relações com Nikkei são verificadas parcialmente, já com o Shanghai não foi verificado mudanças estatisticamente relevantes, sugerindo ausência de contágio segundo essa métrica.

Do ponto de vista teórico, o trabalho amplia a discussão sobre o contágio ao integrar simultaneamente medidas de correlação ajustada e coassimetria, evidenciando que a dependência não linear entre mercados pode revelar dinâmicas de transmissão de choques que os testes convencionais não captam. Assim, o estudo contribui para a literatura ao indicar que o contágio pode se manifestar de forma assimétrica e direcional, dependendo da origem e da natureza dos choques.

Já em termos práticos e de política econômica, os resultados sugerem que investidores e gestores de portfólio devem exercer cautela ao utilizar ativos negociados no mercado norte-americano como instrumento de hedge para o mercado brasileiro, dado o comportamento sincronizado em períodos de crise. Por outro lado, a fraca integração com o mercado chinês pode representar uma oportunidade de diversificação internacional. Para formuladores de políticas, a forte interdependência entre os mercados sul-americanos (Brasil e Argentina) reforça a necessidade de coordenação macroprudencial em momentos de instabilidade internacional.

No relacionado as limitações do estudo, destaca-se o uso de dados agregados de índices (bolsa de valores), que não captam a heterogeneidade setorial ou microestrutural dos mercados. Além disso, os testes aplicados são sensíveis à definição dos períodos de crise, o que pode influenciar a identificação do contágio. Futuras pesquisas podem incorporar outras abordagens, como modelos de cópulas dinâmicas e causalidade em quantis, bem como medidas de dependência nas caudas (tail dependence) e cointegração em alta frequência, com a finalidade de ampliar a discussão sobre os efeitos de contágio e o comportamento conjunto dos mercados em momentos de instabilidade.

Referências

- Akhtaruzzaman, M., Boubaker, S., & Sensoy, A. (2021). Financial contagion during COVID-19 crisis. *Finance Research Letters*, 38, 101604. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101604>
- Alves, L. H. P., Ferreira, D. M., & Melo, E. S. (2022). Covid-19 e seus reflexos sobre a volatilidade dos índices de ações do mercado brasileiro, *Revista Anpec*.
- Barros, C. L. M. E., Da Silva, M. R., Souza, A. N. N. M., & Farias, L. U. R. (2020). O impacto da pandemia da COVID-19 no mercado de ações da América Latina e Estados Unidos. In *XX USP International Conference in Accounting*.
- Benkraiem, R., Garfatta, R., Lakhal, F., Zorgati, I. (2022). Financial contagion intensity during the COVID-19 outbreak: A copula approach. *International Review of Financial Analysis*, vol 81. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102136>
- Camera, G., & Gioffré, A. (2024). Financial contagion and financial lockdowns. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 218, 613–631. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2024.01.002>
- Carvalho, A. F. M. D. (2022). Análise do efeito de contágio nos mercados financeiros americano, europeu, brasileiro e chinês em tempos de Covid-19 (Doctoral dissertation, ISCAL). <http://hdl.handle.net/10400.21/15034>
- De Oliveira, T., Jesuka, D., Peixoto, F. M., & Tizziotti, C. P. P. (2021). Do sustainability and COVID-19 affect firms' performance, value, and risk in Brazil? *Advances in Scientific and Applied Accounting*, 14(2), 227–239. <https://doi.org/10.14392/asaa.2021140209>
- Fattahi, S., & Moghadam, M. N. (2023). Do oil sanctions affect the interdependence and integration of financial markets? *Heliyon*, 9, e13793. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13793>
- Forbes, K., Rigobon, R. (2001). *Measuring Contagion: Conceptual and Empirical Issues*. In: Claessens, S., Forbes, K.J. (eds) *International Financial Contagion*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3314-3_3
- Forbes, K. and Rigobon, R. (2002). No contagion, only interdependence: Measuring stock market co-movements. *J. Finance*, vol, 57, 2223–2261. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00494>
- Fry, R., Martin, V. L., & Tang, C. (2010). A New Class of Tests of Contagion With Applications. *Journal of Business & Economic Statistics*, 28(3), 423–437. <https://doi.org/10.1198/jbes.2010.06060>
- Gea, C., Vereda, L., Pinto, A. C. F., & Klotzle, M. C. (2021). The effects of economic policy uncertainty on stock market returns: Evidence from Brazil. *The Brazilian Review of Finance*, 19(3), 1–20. <https://doi.org/10.12660/rbfin.v19n3.2021.83014>
- Hansen, K. B. (2021). Financial contagion: Problems of proximity and connectivity in financial markets. *Journal of Cultural Economy*, 14(4), 388–402. <https://doi.org/10.1080/17530350.2021.1879211>
- Insaidoo, M., Brafu-Insaidoo, W. G., Peprah, J. A., & Cantah, W. G. (2024). The role of financial globalization in the long-run volatility between forex and stock markets during COVID-19: Evidence from Africa. *Research in Globalization*, 9, 100242. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2024.100242>
- Lira, M. C., & Almeida, S. A. de. (2020). A volatilidade no mercado financeiro em tempos da pandemia do (novo) coronavírus e da COVID-19: Impactos e projeções. *Facit Business and Technology Journal (JNT)*, 1(19).
- Madani, M. A., & Friti, Z. (2022). Is gold a hedge or safe haven against oil and currency market movements? A revisit using multifractal approach. *Annals of Operations Research*, 313(1), 367–400. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04288-6>
- Mabadeo, S. M. R., Heilein, R., & Legrenzi, G. D. (2022). Contagion testing in frontier markets under alternative stressful S&P 500 market scenarios. *The North American Journal of Economics and Finance*, 60, 101629. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2021.101629>
- Marschner, P. F., Ceretta, P. S., Souza, A. M., & de Lima, L. G. (2021). Contágio financeiro e interdependência entre mercados da América Latina e Estados Unidos. *Advances in Scientific and Applied Accounting*, 14(2), 054–066/067. <https://doi.org/10.14392/asaa.2021140203>
- Mattei, L., & Heinen, V. L. (2022). Balanço dos impactos da crise da COVID-19 sobre o mercado de trabalho brasileiro em 2020. *Revista Katálise*, 25(1), 43–61. <https://doi.org/10.1590/1982-0259.2022.e82492>
- Matos, P., Siqueira, A., & Trompieri, N. (2014). Análise de integração e contágio financeiro na América do Sul. *Revista Brasileira De Economia*, 68(2), 277–299. <https://doi.org/10.1590/S0034-71402014000200006>
- Peeters, R., Veiga, H., & Vorsatz, M. (2025). An experimental analysis of contagion in financial markets. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 171, 105033. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2024.105033>

Sánchez Arévalo, J. L., de Sousa, G. M. y Meurer, R. M. (2022). Efeito causal entre o indicador de bolsa de valores Ibovespa e os indicadores Shanghai, S&P 500, Merval y Nikkei. *Cuadernos de Economía*, 41(87), 458–480. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v41n87.89520>

Sánchez Arévalo, J. L., Ferreira de Andrade, A. M., y de Oliveira Vendramin, E. (2023). La respuesta de Ibovespa al comportamiento de los precios del petróleo y del mineral de hierro durante la crisis internacional causada por el COVID-19. *Revista Finanzas Y Política Económica*, 15(1), 21–43. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.v15.n1.2023.2>

Rodriguez-Díaz, R. R., & Torres, C. A. R. (2022). Efeito contágio da bolsa brasileira na América do Sul / Contagion effect of the Brazilian stock exchange in South America. *Brazilian Journal of Business*, 4(1), 444–458. <https://doi.org/10.34140/bjbv4n1-026>

Samour, A., Moyo, D., & Tursoy, T. (2022). Oil price, gold price, and the equity market nexus in South Africa: Evidence from Bootstrap ARDL. *Systematic Reviews and Bibliometric-Analyses in Applied Economics Literature*, 40(2). <https://doi.org/10.25115/eea.v40i2.4706>

Silber, S. D. (2020). A fragilidade econômica e financeira na pandemia do Sars-Covid-19. *Estudos Avançados*, 34(100), 107–115. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.34100.008>

Shabbir, A.; Kousar, S.; Azra Batool, S. (2020). Impacto dos preços do ouro e do petróleo no mercado de ações no Paquistão. *Revista de Economia, Finanças e Ciências Administrativas, Lima*, v. 25, n. 50, pág. 279–294. <http://dx.doi.org/10.1108/jefas-04-2019-0053>.

Starkey, C. M., Tsafack, G. 2023. Measuring financial contagion: Dealing with the volatility Bias in the correlation dynamics. *International Review of Financial Analysis*, vol 90, November 2023. <https://doi:10.1016/j.irfa.2023.102863>

Telila, H. F. (2023) Frontier markets sovereign risk: New evidence from spatial econometric models, *Finance Research Letters*. Vol. 58, Part. D. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104665>

Xu, L.; Ma, X.; Qu, F.; Wang, L. (2023). Risk connectedness between crude oil, gold and exchange rates in China: Implications of the COVID-19 pandemic. *Resour Policy*. 2023 Jun; 83:103691. <https://doi:10.1016/j.resourpol.2023.103691>.

Zorgati, I. & Lakhal, F. (2020). Spatial contagion in the subprime crisis context: Adjusted correlation versus local correlation approaches, *Economic Modelling*, Elsevier, vol. 92(C), pages 162–169. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.12.015>