



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL – UFMS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA CONTÁBEIS

ISABEL LIMA DA COSTA SILVA

**UMA APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE FORBES & RIGOBON E FRY,
MARTING E TANG PARA AVALIAÇÃO DE CONTAGIO FINANCEIRO**

Campo Grande – MS
2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL – UFMS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA CONTÁBEIS

ISABEL LIMA DA COSTA SILVA

**UMA APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE FORBES & RIGOBON E FRY,
MARTING E TANG PARA AVALIAÇÃO DE CONTAGIO FINANCEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para a obtenção do grau de
Bacharel no curso de Ciências Contábeis pela
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
(UFMS).

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Sánchez Arévalo.

Informamos que a presente pesquisa foi apresentada...

Campo Grande – MS

2025

UMA APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE FORBES & RIGOBON E FRY, MARTING E TANG PARA AVALIAÇÃO DE CONTAGIO FINANCEIRO

Isabel Lima da Costa Silva

Estudante de graduação em Ciencias Contábeis – ESAN

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Jorge Luis Sánchez Arévalo

Professor da Escola de Administração e Negócios – ESAN

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS

RESUMO

O objetivo do estudo foi analisar como a crise sanitária provocada pela Covid-19 afetou o contágio financeiro entre o mercado brasileiro e seus principais parceiros comerciais. Na fundamentação teórica, discute-se o comportamento do índice da bolsa de valores brasileira (B3), suas correlações e coassimetria em relação a outros indicadores relevantes do mercado financeiro, como o S&P 500, Nikkei, Merval e Shanghai. 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). Essas abordagens ampliam a análise da correlação ao incluir a dimensão da coassimetria na avaliação do contágio financeiro. Foram utilizados dados diários desde janeiro de 2018 até maio de 2023, o qual abrange o pré e período pandêmico causado pelo Covid-19. Os resultados indicam que, em alguns casos, houve mudanças nas correlações e na coassimetria entre os retornos nos períodos de crise e pré-crise. O teste de Fry, Martin & Tang revelou que o Ibovespa possui uma forte conexão com o S&P 500 e o Merval, tornando ineficaz a estratégia de hedge entre esses mercados. O estudo também reforça a importância de considerar não apenas as correlações, mas também a coassimetria para uma compreensão mais aprofundada da dinâmica entre os mercados em períodos de crise.

Palavras-chave: contagio financeiro, mercados, crise sanitária, coassimetria.

JEL: G15, C32, E44.

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 & Ftili, 2022; Shakil et al., 2019).

Dentro desse contexto, 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 econôméticos 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.

Sanchez Arevalo, 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 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 (Sanchez Arevalo, 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 globais. Em tal sentido, ao falar do índice Merval, representativo da Argentina e importante parceiro comercial, espera-se encontrar semelhanças nas relações de contágio. Nesse contexto, a volatilidade observada durante períodos de crise revela como as relações comerciais e financeiras moldam o comportamento dos investidores e as relações entre os mercados no continente americano (Marschner, et al; 2021).

Dando 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 globais impactaram diretamente o Ibovespa, refletindo o comportamento das principais bolsas globais.

A análise desses contágios 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, utilizando as metodologias dos autores mencionados, 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 ocultos 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 por laços comerciais e fluxos de investimentos estrangeiro.

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 (Insaidoo, 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 (Zorgati & Lakhal, 2020).

O contágio financeiro pode ocorrer por meio de múltiplas variáveis além do aumento das correlações entre ativos, como volatilidade, coassimetrias e covolatilidade, ampliando o entendimento das dinâmicas de transmissão de crises entre mercados (Fry-McKibbin & Hsiao, 2018; 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).

Nessa linha, Fry-McKibbin & Hsiao (2018) analisaram o contágio financeiro entre mercados durante crises. Os autores desenvolvem um novo teste para contágio financeiro baseado na dependência extrema, ou seja, mudanças na co-volatilidade e co-curtose entre mercados durante períodos de crise e não-crise. Em detalhe, a co-curtose analisa mudanças nos retornos assimétricos dos mercados, enquanto a co-volatilidade examina mudanças na volatilidade. Essas métricas capturam o impacto de choques extremos nos mercados e a propagação desses choques. Os achados pelos autores indicam que houve contágio significativo do setor bancário dos EUA para os mercados de ações globais, principalmente via co-curtose e co-volatilidade, destacando a importância do teste em momentos de crises.

A saber, o teste de Fry-McKibbin & Hsiao (2018) é particularmente importante porque superam as limitações dos métodos tradicionais, que frequentemente se baseiam em suposições de dependência linear e distribuições normais de retornos. Entende-se, que durante crises financeiras, os mercados tendem a exibir características como caudas longas e assimetrias, que são melhor capturadas por métricas que consideram momentos superiores, como a curtose e a assimetria (skewness).

Outro estudo como o 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 coassimetria indicam uma transmissão assimétrica de choques. Isso significa que os choques negativos, como a fase inicial causado pela pandemia, podem ser transmitidos de maneira mais rápida e intensa do que os ganhos, exacerbando os efeitos da crise (Sánchez Arévalo, et. al, 2022).

Nessa mesma linha, a covolatilidade, que se refere ao co-movimento das volatilidades entre diferentes mercados, é outro fator importante. Quando a covolatilidade aumenta, os mercados não apenas se movem juntos em termos de preços, mas suas volatilidades também se tornam mais interligadas. Isso sugere uma amplificação dos riscos durante crises, já que a instabilidade de um mercado se reflete diretamente em outros, mesmo sem um aumento explícito nas correlações de preços.

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. A covolatilidade sugere que, em períodos de crise, os mercados se tornam mais interligados não apenas em termos de retornos, mas também em termos de instabilidade, amplificando os riscos globais. Ao mesmo tempo, o impacto da taxa de câmbio Real/Dólar no Ibovespa, por exemplo, ilustra 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 (Fry-McKibbin, Hsiao & Martin, 2018; Fry-McKibbin et. al. 2022).

De fato, em períodos de crise, a volatilidade dos mercados pode se sincronizar, resultando em maiores flutuações de preço em múltiplos mercados, mesmo que suas correlações permaneçam estáveis. A volatilidade crescente nos mercados afetados reflete incerteza e comportamento de aversão ao risco dos investidores, o que pode propagar choques financeiros. Assim, o contágio não é apenas uma questão de interdependência entre preços, mas também de como as volatilidades se comportam simultaneamente, criando um ambiente de instabilidade (Telila, 2023; Apergis et al. 2019; Abbade & Coronel, 2015).

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.

No geral, a discussão realizada neste item amplia as discussões e definições clássicas de contágio financeiro fornecidas por Eichengreen et al. (1996) e Forbes & Rigobon (2001, 2022), 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.

Nesse contexto, 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 contagio.

Carvalho & Chiann (2013) propõem o uso de redes bayesianas, no que se refere a metodologias de avaliação do contagio financeiro, se trata de uma técnica que permite analisar a interdependência entre mercados e ativos financeiros de forma mais flexível do que os modelos tradicionais, que se baseiam apenas em correlações lineares. As redes bayesianas

possibilitam identificar padrões de contágio que não são capturados por métodos convencionais, oferecendo uma visão mais abrangente da propagação de choques financeiros, considerando aspectos como volatilidade, coassimetrias e covolatilidade, que são abordados por Fry-McKibbin & Hsiao (2018) e outros estudiosos.

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. Isso sugere que a volatilidade cambial pode desencadear um "efeito dominó" que afeta outros setores da economia, que acaba por ampliar o impacto da crise.

Além disso, os estudos de Silber (2020) sobre a fragilidade econômica e financeira durante a pandemia ampliam a compreensão de como crises globais podem afetar mercados de forma mais profunda do que simplesmente através da correlação de preços. Silber destaca que a pandemia expôs vulnerabilidades sistêmicas que eram menos visíveis antes, e que essa fragilidade se mostra não apenas por meio de quedas de preços, mas também devido à incerteza e ao comportamento de aversão ao risco dos investidores. Isso está relacionado com o conceito de covolatilidade, que frisa o fato de que, durante crises, choques em mercados de diferentes países se amplificam, criando riscos sistêmicos que afetam os investidores.

Nesse cenário, o contágio financeiro analisado durante o período de pandemia da COVID-19 mostra uma oportunidade para revisar os métodos tradicionais de análise de mercado, incorporando modelos que consideram interações não-lineares e momentos superiores da distribuição de retornos. Esses estudos, junto com as contribuições de Matos et al. (2014), Rodriguez-Diaz & Torres (2022), Carvalho & Chiann (2013), Lira & Almeida (2020) e Silber (2020), oferecem uma compreensão mais profunda sobre como os choques financeiros se espalham entre os mercados, contribuindo para a criação de estratégias de hedge mais robustas e políticas econômicas eficazes em períodos de alta incerteza.

3 METODOLOGIA

3.1 Descrição do estudo

O presente estudo adota uma abordagem quantitativa, caracterizada pela aplicação de modelos estatísticos robustos para a análise e interpretação de dados. Especificamente, utiliza-

se o teste desenvolvido por Forbes Rigobon (2002) sobre correlação e ajuste por transformações Fisher, bem como o teste de coassimetria proposto por Fry, Martin e Tang (2010). A pesquisa, de caráter exploratório, tem como objetivo principal compreender a dinâmica da volatilidade em períodos de crise e examinar o comportamento do índice Ibovespa, com foco em um período que abrange tanto o pré-pandemia quanto a pandemia de COVID-19. Nesse contexto, busca-se identificar evidências do efeito de contágio entre a Bolsas de valores (B3) em relação a Bolsa de Valores S&P500 e outros ativos, avaliando como choques econômicos globais impactaram a interconexão entre esses mercados, especialmente em momentos de alta instabilidade.

3.2 O método

Em primeiro lugar, 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).

As hipóteses do teste são H_0 : Não há contágio do mercado i para o mercado j , ou seja, a correlação ajustada permanece estável entre os períodos pré-crise e crise, e deforme vice-versa a Hipótese H_1 . 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:

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

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 H0, concluindo que existe evidências de contágio financeiro. Caso contraio, conclui-se que as mudanças na correlação podem ser explicadas apenas pela heterocedasticidade e que não há evidências de contágio.

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. Isto é importante, porque mudanças na coassimetria podem revelar contágio que testes de correlação não captam e a cocurtose revelar o comportamento nas caudas das distribuições e indicar a propensão dos ativos de se moverem de forma conjunta em eventos extremos.

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:

$$\chi^2 = \left(\frac{\psi_y - \psi_x}{\sqrt{\frac{4\nu_y^2 + 2}{T_y} + \frac{4\rho_x^2 + 2}{T_x}}} \right)^2 \sim \chi^2(1) \quad (1)$$

Onde:

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

*Coasimetria*₁ = (i → j; r_i^1, r_j^2)

$$\psi_x(2,1) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left(\frac{r_{it} - \mu_i}{\sigma_i} \right)^2 \frac{r_{jt} - \mu_j}{\sigma_j} \quad (3)$$

*Coasimetria*₂ = (i → 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:

$$\text{Coasimetria}_1 = (i \rightarrow j); \text{ Coasimetria}_2(i \rightarrow j) \quad d \rightarrow \chi_1^2$$

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 4. 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 .

$$\nu_y = \frac{\rho_y}{\sqrt{1 + \frac{\sigma_{yi}^2 - \sigma_{xi}^2}{\sigma_{xi}^2} (1 - \rho_y^2)}} \quad (4)$$

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.

3.3 Procedimentos, coleta e tratamento dos dados

Os dados utilizados neste estudo para o Ibovespa, S&P 500, Nikkei, Shangai 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 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 estimativa dos retornos diárias, 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 forma 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 estatísticas 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 ser 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

Ibovespa x SP&500			
Período	Observ.	Correlação	Correlação Ajustada
Pré-crise (x)	526	0,5673	0,5502
Crise (y)	766	0,6347	
		Transformação de Fisher	-0,4382
		P-valor	66,13%
Ibovespa x Nikkei			
Período	Observ.	Correlação	Correlação Ajustada
Pré-crise (x)	465	0,0853	0,0680
Crise (y)	685	0,0815	
		Transformação de Fisher	-0,2886

		P-valor	77,291%
Ibovespa x Shangai			
Período	Observ.	Correlação	Correlação Ajustada
Pré-crise (x)	465	0,1426	0,1443
Crise (y)	685	0,1724	
		Transformação de Fisher	0,0289
		P-valor	97,689%
Ibovespa x Merval			
Período	Observ.	Correlação	Correlação Ajustada
Pré-crise (x)	515	0,3764	0,3747
Crise (y)	736	0,4519	
		Transformação de Fisher	-0,0349
		P-valor	97,211%

No quadro 2, verifica-se o teste de contagio financeiro de Fry, Martin & Tang (2010), com a finalidade de verificar mudanças significativas nas correlações e coassimetria entre os retornos de diferentes ativos financeiros em períodos de crise e pré-crise. No quadro 2 se verifica os resultados do teste aplicado a quatro pares de mercados: Ibovespa x S&P500, Ibovespa x Nikkei, Ibovespa x Shangai e Ibovespa x Merval.

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. 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.

Para o período pré-crise os valores de coassimetria foram de -1,10511 (1,2) e -1,08299 (2,1), o qual indica uma alta assimetria negativa. Isso significa que, quando ocorriam choques nos retornos, o impacto tendia a ser assimétrico e negativo, ou seja, os retornos do Ibovespa e do S&P 500 mostravam caudas negativas mais longas. Em termos práticos, ambos os mercados exibiam uma maior probabilidade de retornos negativos extremos em eventos de queda, ou seja, 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. Já 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.

O teste qui-quadrado para ambas as direções (1,2 e 2,1) com os p-valores igual a 0,000%, indicam que as mudanças observadas nas coassimetria são altamente significativas. Ou seja, a diferença na coassimetria entre os períodos pré-crise e durante a crise não é aleatória, mas reflete uma alteração estatisticamente significativa nas relações entre o Ibovespa e o S&P500 durante a crise. No geral, os resultados indicam a presença de contágio financeiro, onde crises em mercados desenvolvidos, como o dos EUA, afetam de maneira significativa mercados emergentes, como o Brasil, levando a um comportamento mais coordenado entre eles. Além disso, o resultado denota que o SP500 não pode ser considerado hedge do Ibovespa.

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

Ibovespa x SP&500			
Período	Correlação	Coassimetria (1,2)	Coassimetria (2,1)
Pré-crise (x)	0,5673	-1,1051	-1,0830
Crise (y)	0,6347	-0,5462	-0,6014
	Qui-quadrado	29,9115	22,2076
	p-valor	0,00%	0,00%
Ibovespa x Nikkei			
Período	Correlação	Coassimetria (1,2)	Coassimetria (2,1)
Pré-crise (x)	0,0853	0,0093	-0,1555
Crise (y)	0,0815	-0,1107	-0,5009
	Qui-quadrado	1,9713	16,3137
	p-valor	16,03%	0,01%
Ibovespa x Shangai			
Período	Correlação	Coassimetria (1,2)	Coassimetria (2,1)
Pré-crise (x)	0,1426	-0,1017	-0,4314
Crise (y)	0,1724	-0,1499	-0,5110
	Qui-quadrado	0,3094	0,8429
	p-valor	57,80%	35,86%
Ibovespa x Merval			
Período	Correlação	Coassimetria (1,2)	Coassimetria (2,1)
Pré-crise (x)	0,3764	0,0083	0,0013
Crise (y)	0,4519	-0,4424	-0,6963
	Qui-quadrado	23,9965	57,4929
	p-valor	0,00%	0,00%

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 (-0,5009), com um p-valor de 0,01%. Aqui verificamos, por meio da coassimetria resultados importantes, algo que a correlação não captura. A mudança de significância da relação de coassimetria indica uma mudança no comportamento dos mercados durante a crise. Essa alteração de coassimetria sugere uma mudança no estado da natureza, onde agentes avessos ao risco enfrentam uma redução nos retornos esperados e aumento da volatilidade, um sinal típico em cenários de crise. No geral, o resultado revela que em momentos de crise, existe um efeito de contágio assimétrico, especialmente de choques negativos no Ibovespa para o Nikkei.

Com relação ao Ibovespa x Shanghai, 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. Neste caso, por meio dos resultados se verifica que os mercados do Ibovespa e Shanghai são amplamente independentes, mesmo em cenários de crise, reforçando a ideia de que o mercado chinês não teve um papel significativo como fonte de contágio para o Brasil durante o período analisado. Dessa forma, o Ibovespa poderia ser considerado um ativo razoável para diversificação em relação ao Shanghai Composite.

No caso da relação entre o Ibovespa x Merval, os resultados sugerem que durante a crise a correlação aumentou de 0,3764 para 0,4519, com os testes de coassimetria mostrando p-valores muito baixos (0,00%), o que indica um forte indício de contágio. O p-valor do qui-quadrado também sugere que houve uma mudança estatisticamente significativa na relação entre os mercados durante a crise, reforçando a ideia de contágio.

Para a coassimetria (1,2), o valor do Qui-quadrado é 23,97, com um p-valor de 0,00%, o que indica que a mudança observada na coassimetria é estatisticamente significativa ao nível de 5%. Isso confirma que houve uma mudança relevante na assimetria conjunta entre o Ibovespa e o Merval no período de crise. 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 a choques negativos no Merval, sendo esse resultado muito chamativo.

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.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve por objetivo analisar a existência de contágio financeiro entre os seguintes mercados: Ibovespa, S&P500, Nikkei, Shangai e Merval, buscando evidências estatísticas sobre como choques em um mercado afetam outros de forma significativa e como eventos de risco sistêmico podem mudar as relações entre os mesmos. Por meio do estudo, foi possível identificar a direção do contágio, ou seja, se há uma propagação específica dos choques entre diferentes mercados. Pelos resultados, foi possível observar que a crise sanitária intensificou os movimentos de contágio, afetando diretamente o comportamento dos mercados analisados.

Pelo teste de Forbes & Rigobon não se identificou relações estatisticamente significativas, o qual em consequência, não permitiu emitir argumentos sobre os achados a partir dessa metodologia. A seguir, pelo teste de Fry, Martin & Tang, se conclui por meio da relação Ibovespa x SP500 que mercados com coassimetria negativa não oferecem proteção em crises, pois caem juntos nos momentos mais críticos. Assim, a diversificação nesses dois indicadores pode ser menos eficaz do que o esperado, já que as perdas tendem a ser sincronizadas. Especificamente, se pensarmos em proteção, os resultados confirmam que o S&P 500 não é um hedge eficiente para o Ibovespa.

No caso do indicador Nikkei, como a correlação entre os mercados é baixa mesmo durante crises, o investimento em ambos pode ser visto como uma alternativa de diversificação. Assim, como a dependência entre os mercados não é constante, utilizar ativos japoneses para proteger posições no Brasil (ou vice-versa) pode ser ineficiente em períodos de crise.

Importante prestar atenção a mudança de sinais na relação de coassimetria, algo que exige um monitoramento continuo. A assimetria negativa durante crise, indica que choques negativos podem se propagar de um mercado para outro de forma não linear.

A seguir, observa-se que o Ibovespa e o Merval, são altamente conectados, então decisões de investimento não podem tratar os dois mercados como independentes. Se pensarmos em termos de proteção, hedgear o Ibovespa com Merval (ou vice-versa) pode ser ineficaz. Esse resultado era esperado dado a relevância do mercado brasileiro para o argentino e vice-versa, algo que também é justificado pela relação bilateral de comércio. Se considerarmos a gestão de ativos em ambos mercados, eventos negativos em um país podem impactar fortemente o outro, exigindo ajustes rápidos na carteira.

Por outro lado, resultado contrário ao esperado foi observado na relação do Ibovespa com o indicador Shanghai em ambas direções, ou seja, nas coassimetria (1,2) e (2,1). Não foi observado evidências de contágio financeiro entre o Ibovespa e o Shanghai Composite durante crises. Se pensarmos em gestão de ativos, estratégias de investimento podem priorizar análises internas, no mercado brasileiro, ao invés de preocupações excessivas com a China.

Em síntese, os resultados evidenciam que o contágio financeiro entre mercados pode variar, dependendo da relação estrutural entre os países e da intensidade dos choques. A coassimetria negativa entre Ibovespa e S&P 500 indica que esses mercados não oferecem proteção mútua, tornando a diversificação entre eles menos eficaz em crises. Já a baixa correlação do Nikkei com o Ibovespa sugere que ativos japoneses podem ser úteis para diversificação, embora seu papel como hedge seja limitado. No caso do Merval, a forte conexão com o Ibovespa reforça que os dois mercados devem ser analisados em conjunto, pois eventos negativos em um país impactam diretamente o outro. Por fim, a ausência de contágio entre Ibovespa e Shanghai indica que investidores podem focar em fatores internos para a gestão de ativos no Brasil. A saber, se uma crise ocorrer na China, a expectativa é que o impacto no Brasil seja limitado.

Finalmente, devemos considerar que metodologias de análise sobre contágio financeiro não somente devem incorporar as relações de correlação, mas também as relações de coassimetria, já que em muitos casos as relações de correlação nem sempre será suficiente para trazer conclusões precisas sobre o problema estudado.

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. Covid-19 e seus reflexos sobre a volatilidade dos índices de ações do mercado brasileiro, Revista Anpec, 2022.

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, May 2022. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102136>

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).

Carvalho, J. V. de F., & Chiann, C.. (2013). Redes Bayesianas: um método para avaliação de interdependência e contágio em séries temporais multivariadas. Revista Brasileira De Economia, 67(2), 201–217. <https://doi.org/10.1590/S0034-7140201300020000>

De Oliveira, T., Jesuka, D., Peixoto, F. M., & Tizzotti, 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>

Fattah, 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>

Ferreira DM, Mattos LB de. The Contagion of the Subprime Crisis in the Sector Indices of the Brazilian Stock Market: An Approach to Multivariate Conditional Volatility Models. BBR, Braz Bus Rev [Internet]. 2024;21(1):e20211148. Available from: <https://doi.org/10.15728/bbr.2021>

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

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., & Klotz, 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>

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., & Ftiti, 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>

Mahadeo, 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>

Sanchez Arevalo, J. L., de Sousa, G. M. y Meurer, R. M. (2022). Efecto causal entre el indicador de bolsa de valores Ibovespa y los indicadores Shangai, 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>

Silva, R. A. da, Coronel, D. A., & Silva, M. L. da. (2016). Efeito contágio no mercado financeiro brasileiro. *Revista Capital Científico - Eletrônica (RCCe)*, 14(3). <https://doi.org/10.5935/2177-4153.20160018>

Rodriguez-Diaz, 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/bjv4n1-026>

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/>

- Salvador, D. H., & Corso, L. L. (2022). Aplicação de cadeias de markov e regressão múltipla linear para análise dos índices Ibovespa, Nasdaq e NYSE. *Revista CIATEC-UPF*, 14(3), 1-13. <https://doi.org/10.5335/ciatec.v14i3.14025>
- 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. 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, jul. 2020
- Shakil, M.H., Mahmood, N., Tasnia, M. and Munim, Z.H. (2019), "Do environmental, social and governance performance affect the financial performance of banks? A cross-country study of emerging market banks", *Management of Environmental Quality*, Vol. 30 No. 6, pp. 1331-1344. doi.org/10.1108/MEQ-08-2018-0155
- 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. 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. Risk connectedness between crude oil, gold and exchange rates in China: Implications of the COVID-19 pandemic. *Resour Policy*. 2023 Jun; 83:103691. doi: 10.1016/j.resourpol.2023.103691. Epub 2023 May 15. PMID: 37216048; PMCID: PMC10183636.
- Zorgati, I. & Lakhali, 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>