

Explorando as Relações entre Séries Temporais de COVID-19 e Variações do IFIX: Uma Análise de Correlação Cruzada

Autores: Ariel Levy
Beatriz Bertolino Oliver
Marcus Antonio Cardoso Ramalho
Renata Araujo Veríssimo Lustosa

RESUMO ESTRUTURADO

Introdução/Problematização: O mercado de Fundos de Investimento Imobiliários (FIIs) se tornou uma opção interessante aos investidores devido a uma série de benefícios. Em 2019, ocorreu um incremento significativo de investidores nesse mercado devido à redução experimentada da taxa SELIC. No entanto, durante a pandemia da COVID-19 houve uma queda significativa nos preços dos fundos imobiliários, segundo o Índice de Fundos Imobiliários (IFIX).

Objetivo/proposta: Este trabalho visa questionar se existe correlação de longo prazo entre o mercado de fundos de investimento imobiliário representado pelo IFIX durante a pandemia e os casos e mortes por COVID-19 considerando o contexto da crise sanitária.

Procedimentos Metodológicos (caso aplicável): Utilizando a linguagem de programação R, este trabalho analisou através do coeficiente de correlação cruzada, para séries não estacionárias, ρ DCCA, se houve alguma conexão entre os preços do IFIX e os casos e mortes por COVID-19 durante a pandemia. Para isso foram analisadas as séries temporais: série histórica de preços do IFIX desde o início da pandemia, série temporal de casos e mortes por corona vírus e a série de vacinas aplicadas por dia a partir do início da campanha de vacinação.

Principais Resultados: Com base nas análises realizadas, foi possível estabelecer a existência de uma correlação cruzada entre as séries de preços do IFIX, casos e mortes por COVID-19, e demonstrar a aplicabilidade da metodologia ρ DCCA de Zebende (2011) em estudos financeiros com variáveis relacionadas a saúde pública.

Considerações Finais/Conclusão: Os resultados da análise ρ DCCA indicaram uma correlação cruzada positiva e significativa entre o desempenho do mercado de fundos imobiliários brasileiro, medido pelo índice de mercado IFIX, e os casos e mortes por COVID-19 durante a pandemia. No entanto, após os primeiros 200 dias, essa relação mudou, com a correlação IFIX-mortes se tornando mais forte que a correlação IFIX-casos. Além disso, a partir da aplicação da segunda dose da vacina, houve uma mudança no sinal do coeficiente de correlação de longo prazo, que permaneceu positivo.

Contribuições do Trabalho: Os resultados contribuem para compreender as dinâmicas entre variáveis sanitárias e os resultados do mercado de fundos de investimento imobiliário durante a pandemia de COVID-19 e também para ampliar o conhecimento acerca do uso da metodologia ρ DCCA em análises de séries de ativos financeiros e outras variáveis, podendo também ser utilizada em estudos de *pair trading* e correlação entre ativos.

Palavras-Chave: REITS; COVID-19; Fundos de investimento imobiliário; IFIX; DCCA.

1. Introdução

O mercado de Fundos de Investimento Imobiliários (FIIs) se tornou uma opção interessante aos investidores devido aos benefícios associados à democratização e acesso ao investimento em imóveis, além da liquidez e da valorização das cotas pré-fixadas, bem como a distribuição de rendimentos isentos de impostos.

Existe uma ampla variedade de FIIs, que permitem uma diversificação do mercado imobiliário com o mercado de capitais, uma vez que são negociados na bolsa de valores (Yokoyama, 2014). Essa variedade inclui fundos de tijolos, fundos de papéis, fundos de desenvolvimento e fundos híbridos. Portanto, é evidente que os FIIs são uma opção de investimento altamente relevante, especialmente diante do crescente número de pequenos investidores (Dias & Silva, 2021). Contudo, diante do panorama mundial pós-pandemia, é difícil prever o impacto da crise da COVID-19 no desempenho dos investimentos em FIIs.

Em 2019, ocorreu um incremento significativo de investidores nesse mercado devido à redução experimentada da taxa SELIC, que de acordo com o Banco Central do Brasil, oscilou entre 6,40% a 4,15% no período de 2019 a 2020, antes da pandemia. A redução na taxa SELIC durante esse período foi uma estratégia do Banco Central do Brasil para estimular a economia e tentar conter os impactos da desaceleração econômica global tendo um efeito positivo no âmbito comercial, visto que existe uma correlação entre uma baixa taxa de juros e o valor negociado as cotas imobiliárias (Netto, 2019). Isso impulsionou empresas a expandirem seus negócios por meio da construção e locação de mais imóveis, o que, por sua vez, agregou ao mercado de FIIs. No entanto, ainda é incerto como a crise da COVID-19 afetou essa dinâmica e quais serão os efeitos a longo prazo.

O IFIX (Índice de Fundos Imobiliários) é um índice que acompanha o desempenho de uma carteira teórica composta por fundos imobiliários negociados na B3 (Bolsa de Valores do Brasil) (Oliveira & Milani, 2020). Durante a pandemia da COVID-19, o IFIX foi impactado, assim como a maioria dos índices de bolsas de valores. Houve uma queda significativa nos preços dos fundos imobiliários, causada pela incerteza econômica e pelo fechamento de muitas atividades comerciais e empresariais em função das medidas de distanciamento social, o que ocasionou uma baixa na demanda de bens e serviços e, consequentemente, nas receitas das empresas (Costa et al., 2022).

A partir do exposto, a pergunta de pesquisa que se coloca é se existe correlação de longo prazo entre o mercado de fundos de investimento imobiliário representado pelo IFIX durante a pandemia e os casos e mortes por COVID-19 considerando o contexto da crise sanitária. Para tanto, este trabalho analisou através do coeficiente de correlação cruzada, para séries não estacionárias, *pDCCA (Detrended Cross Correlation Coefficient)* (Zebende, 2011), se houve alguma conexão entre os preços do IFIX e os casos e mortes por COVID-19 durante a pandemia, visando. Tal verificação é justificada pelo fato de que durante a crise sanitária, por conta dos *lockdowns*, diversos imóveis comerciais precisaram fechar as portas a medida em que o número de infecções e mortes pelo corona vírus aumentava. Com base nas análises realizadas, foi possível estabelecer a existência de uma correlação cruzada entre as séries de

preços do IFIX, casos e mortes por COVID-19, e demonstrar a aplicabilidade da metodologia ρ DCCA de Zebende (2011) em estudos financeiros com variáveis relacionadas a saúde pública. Esses resultados contribuem para ampliar o conhecimento acerca do uso dessa metodologia em análises de séries de ativos financeiros e outras variáveis, podendo também ser utilizada em estudos de *pair trading* e correlação entre ativos.

2. Referencial teórico

Os Fundos de investimento imobiliário no Brasil foram possibilitados pela lei Nº 8.668, de 25 de junho de 1993. Seu desenvolvimento está associado ao período de reestruturação da economia a partir do surgimento do Plano Real. Graças a baixas taxas de juros e ao incentivo do governo federal através de políticas públicas voltadas para o fortalecimento do setor financeiro, os FIIs representaram uma oportunidade para que os pequenos e médios investidores pudessem entrar no mercado imobiliário, antes restrito somente a grandes organizações com alto poder de investimento.

Sua administração é feita por uma instituição financeira que capta recursos junto a investidores, pessoas físicas ou jurídicas, em uma oferta inicial pública, distribuindo cotas que podem ser negociadas no mercado. Os recursos obtidos pelo fundo podem ser aplicados na aquisição de imóveis dos mais diversos tipos ou no investimento em ativos de renda fixa como outros fundos ou ações de empresas do ramo imobiliário (Mendes, 2018).

Ainda segundo Mendes (2018) existem 5 tipos principais de fundo de investimento imobiliário, que podem ser divididos de acordo com suas estratégias de investimento. Os Fundos de Tijolo, que possuem a maior parte de seus recursos alocados em imóveis físicos e suas receitas são obtidas de aluguéis ou venda de imóveis. Os Fundos de desenvolvimento, que também investem em imóveis físicos, porém, tem foco no investimento em novos empreendimentos imobiliários obtendo recursos a partir da venda de suas unidades para fins comerciais ou residenciais. Já os Fundos de papel tem foco principalmente em ativos de renda fixa. Fundos mistos podem ter investimentos alocados em imóveis físicos ou em outros tipos de ativos como ações, renda fixa ou outros fundos. Fundos de fundos tem seus recursos alocados em cotas de outros fundos.

De acordo com Weise et al. (2017), que fez um estudo bibliométrico sobre o tema de fundos de investimento imobiliário, a maior parte da literatura está voltada para o estudo dos fatores que podem explicar o desempenho deste tipo de ativo no mercado financeiro, porém, não seu estudo não considerou a produção de trabalhos sobre o mercado brasileiro de fundos de investimento imobiliário.

Já Teófilo et al. (2022) fez outra pesquisa bibliométrica, um pouco mais aprofundada, e verificou o aumento acentuado de publicações sobre o tema nos últimos anos em todo o mundo, inclusive durante a pandemia. A pesquisa também evidenciou a concentração de publicações sobre o tema na América do Norte, Europa e Ásia. Assim como no trabalho de Weise et al. (2017) ficou clara a concentração de trabalhos relacionados a análise sobre desempenho dos fundos imobiliários.

Assim como em outras áreas do conhecimento, a pandemia de COVID-19 tem sido alvo de estudos também em finanças, contabilidade e economia. Nesse contexto, Teles et al., (2022) apresentou uma análise do desempenho dos fundos de investimento imobiliário em três períodos, antes, durante e após o pico da crise sanitária. O trabalho concluiu que o desempenho foi inferior ao índice do mercado financeiro, porém, não houve destruição total do valor dos ativos.

Visto que o mercado apresentou grande resiliência a crise, ainda cabem mais estudos que busquem compreender as dinâmicas entre as variáveis econômicas, políticas e sociais que influenciaram de alguma forma o mercado fundos de investimento imobiliário durante a crise iniciada pela pandemia de COVID-19.

3. Metodologia

Todos os cálculos e gráficos presentes neste trabalho foram feitos usando a linguagem de programação R(R, 2023) e os pacotes tidyverse(Wickham et al., 2019), httr(Wickham et al., 2023), jasonlite(Ooms [aut et al., 2022), timetk(Dancho & Vaughan, 2023), PerformanceAnalytics(Peterson et al., 2020), rio(Becker et al., 2021), quantmod(Ryan et al., 2023), xts(Ryan et al., 2020) e DCCA(Prass & Pumi, 2020).

Para responder à pergunta de pesquisa primeiro foram obtidas as séries temporais de interesse, a série histórica de preços do IFIX desde o início da pandemia, a série temporal de casos e mortes por corona vírus e a série de vacinas aplicadas por dia a partir do início da campanha de vacinação. Os dados do IFIX foram baixados do software ProfitPro (Nelógica, 2023) e compreendem os preços ajustados diários no período de fevereiro de 2020 até março de 2023. O Gráfico 1 apresenta a série de preços diários.

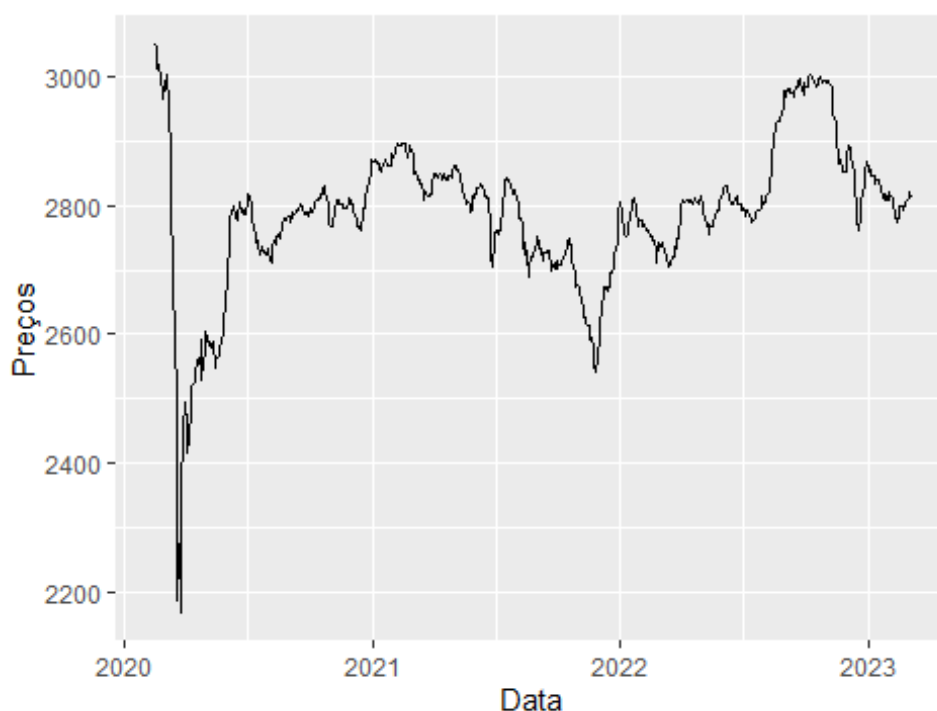


Gráfico 1. Preços do IFIX entre 14/02/2020 e 07/03/2023

Fonte: Elaborado pelos autores com base em ProfitPro.

As tabelas com os casos e mortes de corona vírus foram baixados do repositório de COVID-19 do *Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University* usando a api (Application Programming Interface) pública covid19api (COVID19 API, 2023) em um script em R (R, 2023), a série obtida continha dados acumulados, para obter os dados diários foi aplicada a seguinte fórmula: $y_i = x_i - x_{i-1}$ para $i = 2, 3, \dots, n$.

No Gráfico 2 são apresentadas as séries temporais obtidas de casos e mortes.

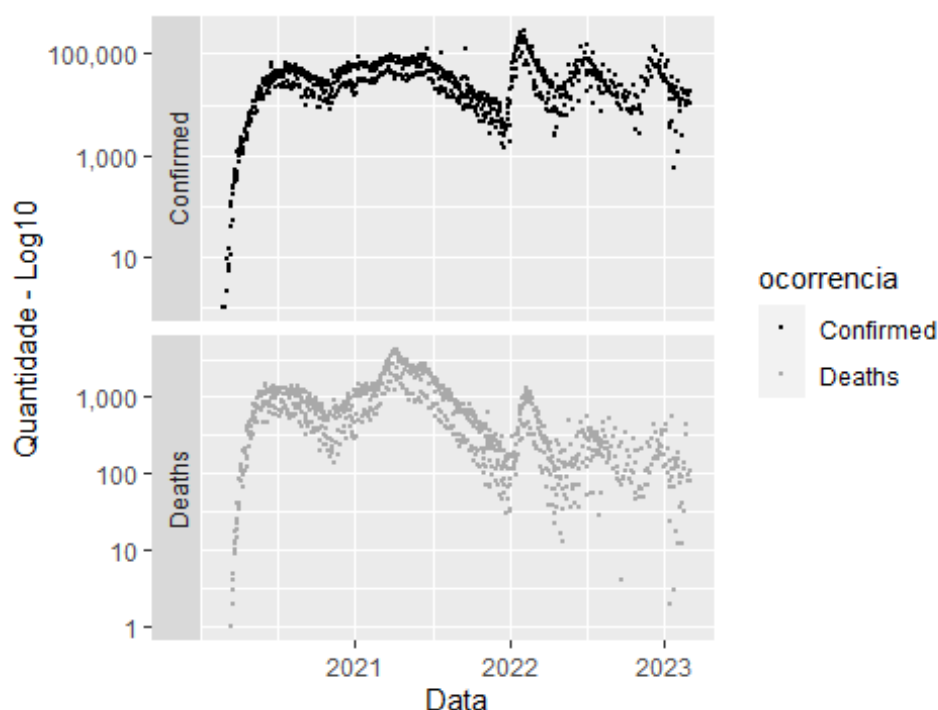


Gráfico 2. Casos e Mortes – COVID-19

Fonte: Elaborado pelos autores com base em *Johns Hopkins University*.

Já os dados de vacinas aplicadas por dia foram obtidos a partir de um script em R usando a API do DataSUS, disponibilizada gratuitamente, o banco de dados bruto contém informações de cada vacina aplicada, para obter o banco de dados usado nesse trabalho as observações foram agrupadas por data, assim foi possível obter o número de vacinas aplicadas por dia durante a campanha de vacinação. O Gráfico 3 mostra os dados agregados a partir do início da campanha em janeiro de 2021.

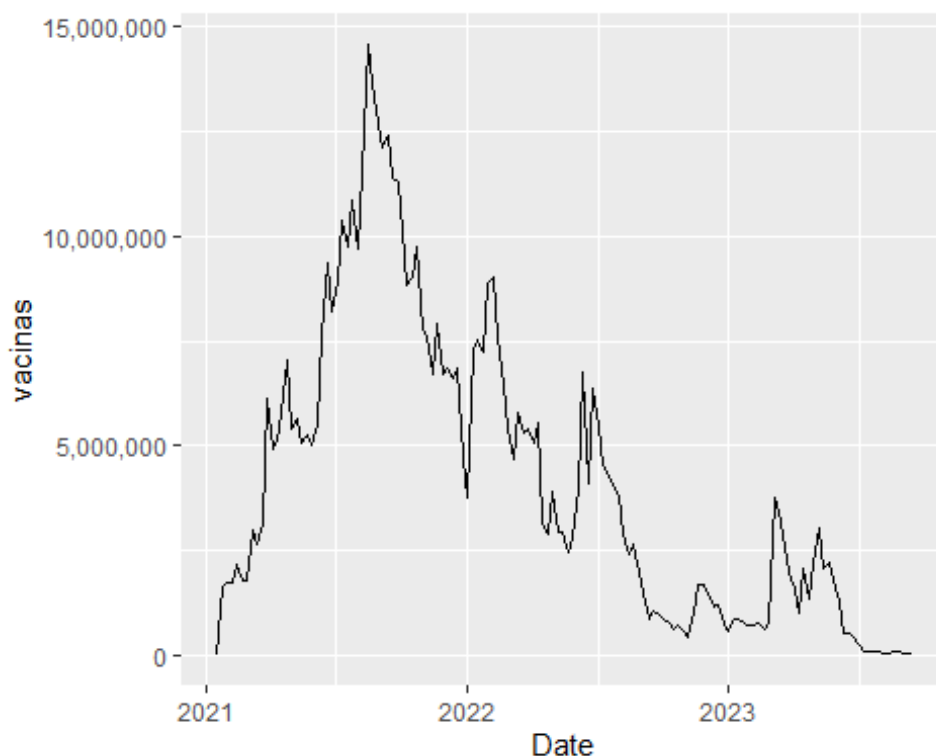


Gráfico 3. Dados a partir do início da campanha de vacinação
Fonte: Elaborado pelos autores com base em DataSUS.

A partir das séries citadas este estudo buscou analisar as correlações cruzadas entre os preços do IFIX e as series de casos e mortes por COVID-19 partindo do ρ DCCA (*Detrended Cross Correlation Coefficient*) (Zebende, 2011), este método de análise tem sido aplicado para verificação de correlação cruzada em diversos tipos de séries temporais de processos fisiológicos, climatológicos e financeiros. Para seu cálculo é importante conhecer também os conceitos de DFA (*Detrended Fluctuation Analysis*) e DCCA (*Detrended Cross-Correlation Analysis*)

Peng (1994) apresentou uso da DFA. A técnica DFA é usada para avaliar a presença de autocorrelação de longo prazo em séries temporais não estacionárias, removendo tendências e avaliando as flutuações em diferentes escalas de tempo. O desvio padrão das flutuações é calculado em cada escala e a inclinação da reta resultante é usada como medida do expoente de flutuação. Valores próximos a 0,5 indicam aleatoriedade, enquanto valores maiores ou menores indicam autocorrelação positiva ou negativa de longo prazo, respectivamente (Peng et al., 1994).

A partir da DFA Podobnik & Stanley (Podobnik & Stanley, 2008) desenvolveram o DCCA, que permite analisar a relação de correlação cruzada entre duas séries temporais, levando em consideração as possíveis tendências em ambas as séries. O resultado é uma medida do coeficiente de correlação cruzada de longo prazo entre as duas séries, que pode ser usada para identificar possíveis relações de causa e efeito entre elas (Podobnik & Stanley, 2008).

A partir dos trabalhos de C.-K. Peng e Podobnik & Stanley, G.F., Zebende criou o ρ_{DCCA} com o objetivo de quantificar o nível de correlação cruzada entre duas séries temporais não estacionárias. Este coeficiente se mostra mais robusto ao tratar series temporais não estacionárias do que outros como o índice de correlação de Pearson que pode levar a conclusões erradas na presença de *outliers* (Zebende, 2011), por este motivo, ele se mostra um bom indicador para analisar dados em períodos de crise econômica por exemplo, onde observações fora da média podem se tornar mais comuns. De acordo com Da Silva et al. (2015), o cálculo do coeficiente segue os seguintes passos:

Considerando 2 séries temporais, $\{x_t\}$ e $\{y_t\}$ com t variando de 1 até N , onde N é o tamanho da série, as duas séries são integradas.

$$xx_k = \sum_{t=1}^k x_t \text{ e } yy_k = \sum_{t=1}^k y_t, \text{ onde } k = 1, 2, \dots, N.$$

Em seguida as series integradas são divididas em $(N - s)$ caixas sobrepostas de comprimentos, respeitando a inequação:

$$4 \leq s \leq \frac{N}{4}$$

O próximo passo consiste no cálculo da tendência local de cada caixa através de uma regressão linear de mínimos quadrados para cada uma das séries temporais x e y . Em seguida, é calculada a covariância dos resíduos de cada caixa.

$$F_{xy}^2(s, i) = \frac{1}{s+1} \sum_{k=i}^{i+s} (xx_k - xP_i(k)) (yy_k - yP_i(k))$$

Após, é calculada a média sobre todas as caixas sobrepostas para obter uma nova função de covariância e o coeficiente de correlação cruzada ρ_{DCCA} respectivamente.

$$F_{xy}^2(s) = \frac{1}{N-s} \sum_{i=1}^{N-s} F_{xy}^2(s, i)$$

$$\rho_{DCCA}(s) = \frac{F_{xy}^2(s)}{F_{xx}(s)F_{yy}(s)}$$

Seus resultados variam de 1 a -1, denotando respectivamente correlação cruzada positiva e negativa entre as séries analisadas. O valor de $\rho_{DCCA} \sim 0$ indica que não há correlação cruzada entre as séries. Assim para series correlacionadas positivamente $\rho_{DCCA} > 0$ e para séries com anticorrelação $\rho_{DCCA} < 0$ (Pessoa et al., 2021).

Neste trabalho os cálculos do coeficiente de correlação cruzada ρ_{DCCA} foram feitos usando o pacote DCCA(Prass & Pumi, 2020) com a linguagem de programação R(R, 2023). Porém, antes foi necessário fazer a manipulação das séries temporais em questão.

Os dados de casos e mortes por COVID-19 que também estavam registrados aos finais de semana ou feriados foram somados aos números do dia útil seguinte, assim foi possível ajustá-las a série de preços do IFIX cujos registros ocorrem em dias úteis obtendo 3 séries temporais com 709 observações(dias), considerando o período de 26/02/2020 até 29/12/2022. Tendo as séries com mesmo comprimento, o ρ_{DCCA} foi calculado considerando $m=1$ (grau do polinômio usado para remover a tendência local) com caixas sobrepostas.

4. Análise dos Resultados

A Tabela 1 mostra as estatísticas descritivas das 3 séries estudadas, a partir dela é possível verificar que o preço do IFIX teve assimetria negativa indicando nesse caso a presença de valores extremos na série, facilmente identificáveis pela crise que se seguiu no mercado após o anúncio da crise sanitária.

Tabela 1. Estatística descritiva - Preço IFIX, Casos e Mortes diários de COVID19

Estatística	Preços IFIX	Casos diários de COVID-19	Mortes diárias por COVID-19
Média	2782.44	51202.28	978.47
Desvio padrão	114.68	48461.85	1068.53
Mediana	2794.18	40979.00	661.00
Média aparada	2789.46	43681.39	791.33
Desvio absoluto da mediana	72.35	35616.50	738.33
Mínimo	2169.26	-136.00	-81.00
Máximo	3002.83	412929.00	7864.00
Amplitude	833.57	413065.00	7945.00
Assimetria	-1.20	2.36	2.10
Curtose	4.28	9.55	6.20
Erro padrão	4.31	1820.02	40.13

Fonte: Elaborado pelos autores.

Já os resultados de ρ_{DCCA} para todo o período indicam uma correlação cruzada do IFIX com casos e mortes ao redor de 0 no início da pandemia com crescimento até os primeiros 200 dias, que marcam a primeira onda de casos e mortes. Após os primeiros 200 dias acontece uma mudança na aderência da correlação cruzada, quando IFIX-mortes passa a ser mais forte que a correlação IFIX-casos, isso se intensifica até a região dos 300 dias quando começa a aplicação da primeira dose de vacinas. A partir da aplicação da segunda dose, passada a segunda onda de casos e mortes, nota-se uma mudança no sinal do coeficiente de correlação de longo prazo, porém, ela permanece positiva como pode ser visto no Gráfico 4.

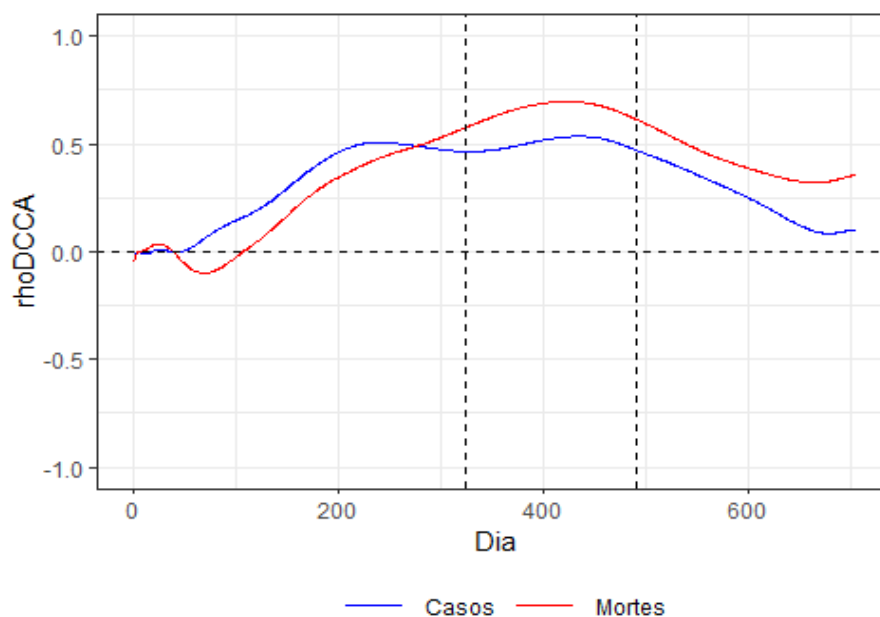


Gráfico 4. RhoDCCA IFIX x Casos e Mortes 2020-2023
Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do SUS e ProfitPro.

Também foi analisado o coeficiente correlação cruzada entre preço do IFIX e número de vacinados para o período que se seguiu após a introdução da primeira dose da vacina até o final de 2022, como pode ser visto no Gráfico 5.

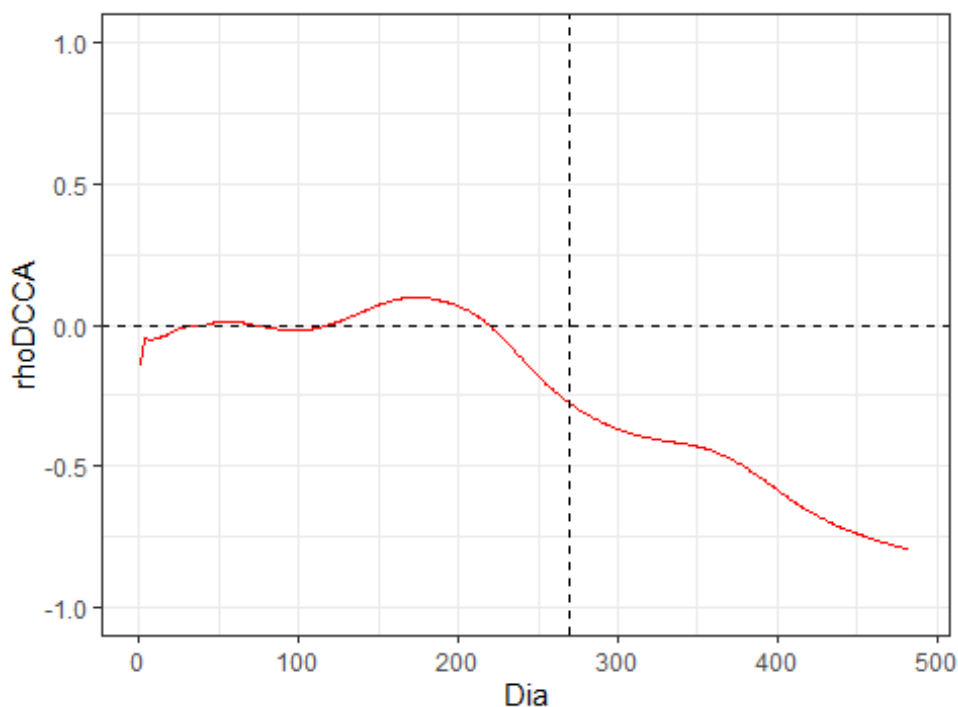


Gráfico 5. RhoDCCA IFIX x Vacinas 2021-2023
Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do SUS e ProfitPro.

Durante o auge da campanha de vacinação, nos primeiros 200 dias, obteve-se um ρ DCCA ~ 0 , denotando a ausência de correlação cruzada. Após esse período, nota-se uma alteração no sinal do coeficiente que passa a indicar anticorrelação entre as séries. Porém, esta anticorrelação pode ser explicada pelo fato de que neste segundo momento (2022), após a aplicação da segunda dose das vacinas houve um decréscimo no número de vacinados por dia, enquanto os preços do IFIX estavam se recuperando da última queda ocorrida no final de 2021.

5. Conclusões

Os resultados da análise ρ DCCA indicaram uma correlação cruzada positiva e significativa entre o desempenho do mercado de fundos imobiliários brasileiro, medido pelo índice de mercado IFIX, e os casos e mortes por COVID-19 durante a pandemia. No entanto, após os primeiros 200 dias, essa relação mudou, com a correlação IFIX-mortes se tornando mais forte que a correlação IFIX-casos. Além disso, a partir da aplicação da segunda dose da vacina, houve uma mudança no sinal do coeficiente de correlação de longo prazo, que permaneceu positivo.

Embora seja irrefutável a existência da correlação cruzada positiva entre as séries, é notória a presença de outras variáveis latentes externas ao escopo deste estudo. A recuperação dos preços do IFIX após a aplicação da segunda dose da vacina contra a COVID-19 apresenta o impacto da aplicação das vacinas como significativo nas expectativas de preços de ativos, corroborando com as hipóteses de eficiência dos mercados (Fama, 1970), que sugere que as informações disponíveis são rapidamente incorporadas aos preços dos ativos. Além disso, a medida que a campanha de vacinação avançou, as medidas restritivas como os *lockdowns* foram suspensos, permitindo a reabertura de imóveis comerciais que voltaram a gerar renda através do pagamento de aluguéis.

Este trabalho estabeleceu evidências de correlação cruzada entre as séries de preço do IFIX, mortes e casos de COVID-19 e contribui para a difusão dos conceitos do ρ DCCA de Zebende (2011) como metodologia de pesquisa aplicada no caso a uma classe de ativos financeiros, que poderá ser aplicada a *pair tradings* ou entre séries de ativos e outras variáveis.

Sugere-se como pesquisa futura a análise de outras variáveis que possam ter influenciado o desempenho do mercado de fundos imobiliários, como a política monetária, a situação econômica do país, a taxa de juros SELIC e o índice do mercado financeiro. Além disso, poderia ser interessante investigar a relação entre o desempenho do mercado de fundos imobiliários e outras variáveis relacionadas à pandemia, como a adesão às medidas de distanciamento social e a disponibilidade de recursos médicos.

Referências

Becker, J., Chan, C., Chan, G. C., Leeper, T. J., Gandrud, C., MacDonald, A., Zahn, I., Stadlmann, S., Williamson, R., Kennedy, P., Price, R., Davis, T. L., Day, N., Denney, B., & Bokov, A. (2021). *Rio: A swiss-army knife for data i/o*. <https://CRAN.R-project.org/package=rio>

Costa, A., Silva, C. da, & Matos, P. (2022). The brazilian financial market reaction to COVID-19: A wavelet analysis. *International Review of Economics & Finance*, 82, 13–29. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2022.05.010>

COVID19 API. (2023). <http://covid19api.com>

Da Silva, M. F., Leão Pereira, É. J. D. A., Da Silva Filho, A. M., Nunes De Castro, A. P., Miranda, J. G. V., & Zebende, G. F. (2015). Quantifying cross-correlation between Ibovespa and Brazilian blue-chips: The DCCA approach. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 424, 124–129. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.01.002>

Dancho, M., & Vaughan, D. (2023). *Timetk: A tool kit for working with time series*. <https://CRAN.R-project.org/package=timetk>

Dias, E. I., & Silva, A. C. M. da. (2021). Análise do desempenho dos Fundos Imobiliários no Brasil de 2017 a pandemia Covid-19. *Revista Vianna Sapiens*, 12(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.31994/rvs.v12i2.813>

Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383. <https://doi.org/10.2307/2325486>

Mendes, R. A. (2018). Fundos de investimento imobiliário: Aspectos gerais e princípios de análise (1ª ed). Novatec Editora.

Nelógica. (2023). *ProfitPro*. <https://www.nelogica.com.br/produtos/profit-pro>

Netto, A. (2019). Sensibilidade dos Fundos Imobiliários à taxa de juros e à inflação. *São Paulo*.

Oliveira, J. M. D., & Milani, B. (2020). VARIÁVEIS QUE EXPLICAM O RETORNO DOS FUNDOS IMOBILIÁRIOS BRASILEIROS. *Revista Visão: Gestão Organizacional*, 9(1), 17–33. <https://doi.org/10.33362/visao.v9i1.2051>

Ooms [aut, J., cre, Lang, D. T., & libyajl], L. H. (author. of bundled. (2022). *Jsonlite: A simple and robust JSON parser and generator for r*. <https://CRAN.R-project.org/package=jsonlite>

Peng, C.-K., Buldyrev, S. V., Havlin, S., Simons, M., Stanley, H. E., & Goldberger, A. L. (1994). Mosaic organization of DNA nucleotides. *Physical Review E*, 49(2), 1685–1689. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.49.1685>

Pessoa, R. V. S., Barreto, I. D. D. C., Araújo, L. D. S., Moreira, G. R., Stosic, T., & Stosic, B. (2021). Correlações em séries temporais de preços de frango, soja e milho. *Research, Society and Development*, 10(4), e20610414019. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14019>

Peterson, B. G., Carl, P., Boudt, K., Bennett, R., Ulrich, J., Zivot, E., Cornilly, D., Hung, E., Lestel, M., Balkissoon, K., Wuertz, D., Christidis, A. A., Martin, R. D., Zhou, Z. 'Zenith', & Shea, J. M. (2020). *PerformanceAnalytics: Econometric tools for performance and risk analysis*. <https://CRAN.R-project.org/package=PerformanceAnalytics>

Podobnik, B., & Stanley, H. E. (2008). Detrended Cross-Correlation Analysis: A New Method for Analyzing Two Non-stationary Time Series. *Physical Review Letters*, 100(8), 084102. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.100.084102>

Prass, T. S., & Pumi, G. (2020). *DCCA: Detrended fluctuation and detrended cross-correlation analysis*. <https://CRAN.R-project.org/package=DCCA>

R: The r project for statistical computing. (2023). <https://www.r-project.org/>

Ryan, J. A., Ulrich, J. M., Bennett, R., & Joy, C. (2020). *Xts: eXtensible time series*. <https://CRAN.R-project.org/package=xts>

Ryan, J. A., Ulrich, J. M., Smith, E. B., Thielen, W., Teetor, P., & Bronder, S. (2023). *Quantmod: Quantitative financial modelling framework*. <https://cran.r-project.org/web/packages/quantmod/index.html>

Teles, P. P. P., Lima, G. A., Silva, S. E. da, & Iquiapaza, R. A. (2022). Desempenho e risco de fundos de investimento em ações brasileiros no contexto da pandemia de COVID-19. *Revista Catarinense da Ciência Contábil*, 21, e3282–e3282. <https://doi.org/10.16930/2237-766220223282>

Teófilo, P. L. B. D. C., Souza, H. H. D., Silva, L. P. C. D., & Bergiante, N. C. R. (2022, October). Análise bibliométrica sobre o apoio à tomada de decisão na escolha de fundos de investimentos imobiliários brasileiros. https://doi.org/10.14488/ENEGEP2022_TN_ST_384_1902_45136

Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., François, R., Grolemond, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T. L., Miller, E., Bache, S. M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D. P., Spinu, V., ... Yutani, H. (2019). Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>

Weise, A. D., De Freitas Battisti, J., Minosso, A. M., Minosso, F., & Burgin, J. (2017). O uso da bibliometria como ferramenta no auxílio à novas pesquisas em Fundos de Investimento Imobiliário. 17ª Conferência Internacional Da LARES. https://doi.org/10.15396/lares_2017_paper_17

Wickham, H., Posit, & PBC. (2023). *Httr: Tools for working with URLs and HTTP*. <https://CRAN.R-project.org/package=httr>

Yokoyama, K. Y. (2014). Os Fundos De Investimento Imobiliário Listados Em Bolsa E As Variáveis Que Influenciam Seus Retornos.

Zebende, G. F. (2011). DCCA cross-correlation coefficient: Quantifying level of cross-correlation. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 390(4), 614–618. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2010.10.022>