

Organizador:
Fernando Antonio Lucena Aiube

Análise Empírica sobre
**Fundos Imobiliários
no Brasil**

André Luis Brown de Carvalho | Ariel Levy | Daniel Soares Gomes Ferreira
Daniela P. D. F. Reinecken | Daiane Rodrigues dos Santos | Edison Americo Huarsaya Tito
Eduardo Camilo da Silva | Fernando Antonio Lucena Aiube | Marcus Antonio Cardoso Ramalho
Marlon M. López-Flores | Patrícia Moreira da Rocha Amaral de Souza | Renan Scavone Fernandes Pereira

 **Atena**
Editora
Ano 2025



Organizador:

Fernando Antonio Lucena Aiube

Análise Empírica sobre

Fundos Imobiliários no Brasil

André Luis Brown de Carvalho | Ariel Levy | Daniel Soares Gomes Ferreira

Daniela P. D. F. Reinecken | Daiane Rodrigues dos Santos | Edison Americo Huarsaya Tito

Eduardo Camilo da Silva | Fernando Antonio Lucena Aiube | Marcus Antonio Cardoso Ramalho

Marlon M. López-Flores | Patrícia Moreira da Rocha Amaral de Souza | Renan Scavone Fernandes Pereira

Editora chefe	
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira	
Editora executiva	
Natalia Oliveira Scheffer	
Assistente editorial	
Flávia Barão	
Bibliotecária	
Janaina Ramos	2025 by Atena Editora
Projeto gráfico	Copyright © 2025 Atena Editora
Nataly Evilin Gayde	Copyright do texto © 2025, o autor
Thamires Camili Gayde	Copyright da edição © 2025, Atena
Vilmar Linhares de Lara Junior	Editora
Imagens da capa	Os direitos desta edição foram cedidos
iStock	à Atena Editora pelo autor.
Edição de arte	<i>Open access publication by Atena</i>
Yago Raphael Massuqueto Rocha	Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

A Atena Editora mantém um compromisso firme com a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, assegurando que os padrões éticos e acadêmicos sejam rigorosamente cumpridos. Adota políticas para prevenir e combater práticas como plágio, manipulação ou falsificação de dados e resultados, bem como quaisquer interferências indevidas de interesses financeiros ou institucionais. Qualquer suspeita de má conduta científica é tratada com máxima seriedade e será investigada de acordo com os mais elevados padrões de rigor acadêmico, transparência e ética.

O conteúdo da obra e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade, são de responsabilidade exclusiva do autor, não representando necessariamente a posição oficial da Atena Editora. O download, compartilhamento, adaptação e reutilização desta obra são permitidos para quaisquer fins, desde que seja atribuída a devida autoria e referência à editora, conforme os termos da Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Os trabalhos nacionais foram submetidos à avaliação cega por pares, realizada pelos membros do Conselho Editorial da editora, enquanto os internacionais passaram por avaliação de pareceristas externos. Todos foram aprovados para publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Análise empírica sobre fundos imobiliários no Brasil

MULTIDISCIPLINAR

Organizador: Fernando Antonio Lucena Aiube
Revisão: Os autores
Diagramação: Nataly Evilin Gayde
Capa: Luiza Alves Batista
Indexação: Yago Raphael Massuqueto Rocha
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A532 Análise empírica sobre fundos imobiliários no Brasil /
Organizador Fernando Antonio Lucena Aiube. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2025.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-3309-5
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed095251405>

1. Fundos de investimento. I. Aiube, Fernando Antonio
Lucena (Organizador). II. Título.

CDD 332.6324

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
+55 (42) 3323-5493
+55 (42) 99955-2866
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Para fins desta declaração, o termo 'autor' é utilizado de forma neutra, sem distinção de gênero ou número, salvo indicação em contrário. Da mesma forma, o termo 'obra' refere-se a qualquer versão ou formato da criação literária, incluindo, mas não se limitando a artigos, e-books, conteúdos on-line, acesso aberto, impressos e comercializados, independentemente do número de títulos ou volumes. O autor desta obra declara, para todos os fins, que: 1. Não possui qualquer interesse comercial que constitua conflito de interesses em relação à publicação; 2. Participou ativamente da elaboração da obra; 3. O conteúdo está isento de dados e/ou resultados fraudulentos, todas as fontes de financiamento foram devidamente informadas e dados e interpretações de outras pesquisas foram corretamente citados e referenciados; 4. Autoriza integralmente a edição e publicação, abrangendo os registros legais, produção visual e gráfica, bem como o lançamento e a divulgação, conforme os critérios da Atena Editora; 5. Declara ciência de que a publicação será em acesso aberto, podendo ser compartilhada, armazenada e disponibilizada em repositórios digitais, conforme os termos da Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0). 6. Assume total responsabilidade pelo conteúdo da obra, incluindo originalidade, veracidade das informações, opiniões expressas e eventuais implicações legais decorrentes da publicação.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação está licenciada sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0), que permite copiar, distribuir, exibir, executar, adaptar e criar obras derivadas para quaisquer fins, inclusive comerciais, desde que sejam atribuídos os devidos créditos ao(s) autor(es) e à editora. Esta licença substitui a lógica de cessão exclusiva de direitos autorais prevista na Lei 9610/98, aplicando-se os princípios do acesso aberto; 2. Os autores mantêm integralmente seus direitos autorais e são incentivados a divulgar a obra em repositórios institucionais e plataformas digitais, sempre com a devida atribuição de autoria e referência à editora, em conformidade com os termos da CC BY 4.0.; 3. A editora reserva-se o direito de disponibilizar a publicação em seu site, aplicativo e demais plataformas, bem como de comercializar exemplares impressos ou digitais, quando aplicável. Em casos de comercialização direta (por meio de livrarias, distribuidores ou plataformas parceiras), o repasse dos direitos autorais será realizado conforme as condições estabelecidas em contrato específico entre as partes; 4. Em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), a editora não cede, comercializa ou autoriza o uso de dados pessoais dos autores para finalidades que não tenham relação direta com a divulgação desta obra e seu processo editorial.

Conselho Editorial Multidisciplinar

- Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girelene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Prefácio

O mercado de Fundos de Investimento Imobiliários (FIIs) tem se consolidado como uma importante alternativa para investidores no Brasil, proporcionando acesso facilitado ao setor imobiliário e contribuindo para a diversificação de portfólios financeiros. A presente coletânea de artigos técnicos busca aprofundar o entendimento sobre diferentes aspectos dos FIIs, analisando sua relação com variáveis macroeconômicas, sua função como instrumento de proteção contra a volatilidade, sua relevância na composição de carteiras eficientes e a análise de previsão de seus retornos. Para tal, são utilizadas abordagens econométricas clássicas e de aprendizado de máquina.

O primeiro artigo investiga a interação entre os FIIs e o Índice Nacional da Construção Civil (INCC), analisando como a dinâmica dos fundos imobiliários impacta a evolução dos custos no setor da construção civil no Brasil. Utilizando modelos VAR e VECM, a pesquisa oferece uma perspectiva sobre os efeitos de longo prazo dessa interação, fornecendo *insights* valiosos para investidores e formuladores de políticas econômicas.

No segundo artigo, a atenção recai sobre o papel dos FIIs na diversificação de portfólios e na proteção contra choques macroeconômicos, como oscilações inflacionárias e alterações nas taxas de juros. Ao empregar uma adaptação do modelo DCC-GARCH, o estudo avalia a correlação entre FIIs e o Índice Ibovespa, demonstrando sua relevância como instrumento de *hedge* em cenários de volatilidade.

O terceiro artigo examina a contribuição dos FIIs para a geração de renda passiva e sua influência na composição de carteiras eficientes. Comparando-os ao Índice de Dividendos (IDIV), o estudo investiga qual dessas opções permite uma melhor proteção para investidores posicionados no Ibovespa. Para isso, é realizada uma análise empírica utilizando a metodologia DCC-GARCH, possibilitando uma avaliação robusta das relações dinâmicas entre esses ativos.

O quarto artigo compara métodos tradicionais de previsão de retornos de ativos financeiros com abordagens baseadas em aprendizado de máquina. O estudo avalia a eficácia do modelo econométrico ARMA-EGARCH e o de redes neurais recorrentes, como LSTM e GRU, na previsão do Índice de Fundos de Investimento Imobiliários (IFIX). A pesquisa demonstra como técnicas modernas de modelagem de séries temporais podem aprimorar a precisão das previsões, proporcionando vantagens competitivas para investidores e gestores de portfólio.

Por fim, o quinto artigo trata da análise bibliométrica sobre a produção científica em FIIs. O objetivo é mapear as tendências de pesquisa identificando periódicos e demais indicadores a partir de diversas bases de dados.

A diversidade das abordagens e métodos adotados nos artigos desta coletânea reflete a complexidade do mercado de FIIs e sua interação com variáveis econômicas e financeiras. Ao reunir essas pesquisas, busca-se contribuir para o desenvolvimento acadêmico e para a tomada de decisão de investidores, consolidando um entendimento mais profundo sobre o funcionamento e as potencialidades desse segmento no Brasil.

CAPÍTULO 1.....	1
ANÁLISE DA DIVERSIFICAÇÃO E PROTEÇÃO À EXPOSIÇÃO AO IBOVESPA ATRAVÉS DO IDIV E FIIS: UMA ABORDAGEM PELO MODELO DCC-GARCH	
Patrícia Moreira da Rocha Amaral de Souza	
Renan Scavone Fernandes Pereira	
Fernando Antonio Lucena Aiube	
Daiane Rodrigues dos Santos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0952514051	
CAPÍTULO 2	11
DINÂMICA DE VOLATILIDADE E PROTEÇÃO DE PORTFÓLIO: UM ESTUDO DCC-GARCH DOS FUNDOS IMOBILIÁRIOS BRASILEIROS	
Daniela P. D. F. Reinecken	
Daniel Soares Gomes Ferreira	
Fernando Antônio Lucena Aiube	
Daiane Rodrigues dos Santos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0952514052	
CAPÍTULO 3	25
ANÁLISE DO IMPACTO DOS FUNDOS DE INVESTIMENTO IMOBILIÁRIOS NO ÍNDICE NACIONAL DE CUSTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ABORDAGEM PELO VAR/VECM	
André Luis Brown de Carvalho	
Fernando Antonio Lucena Aiube	
Daiane Rodrigues dos Santos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0952514053	
CAPÍTULO 4	41
MODELAGEM PREDITIVA DO IFIX COM DEEP LEARNING	
Edison Tito	
Fernando Antonio Lucena Aiube	
Marlon M. López-Flores	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0952514054	
CAPÍTULO 5	52
ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM FUNDOS DE INVESTIMENTO IMOBILIÁRIO	
Marcus Antonio Cardoso Ramalho	
Ariel Levy	
Eduardo Camilo da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.0952514055	

Análise da diversificação e proteção à exposição ao Ibovespa através do IDIV e FIIs: Uma abordagem pelo modelo DCC-GARCH

Patrícia Moreira da Rocha Amaral de Souza *

Renan Scavone Fernandes Pereira †

Fernando Antonio Lucena Aiube ‡

Daiane Rodrigues dos Santos §

19 de fevereiro de 2025

Resumo

Este artigo analisa alternativas de diversificação e proteção, em ativos que geram remuneração mensal, para investidores que estejam posicionados no mercado de ações, ou mais genericamente no índice Ibovespa. Neste sentido, usa-se uma carteira ótima com 21 Fundos de Investimentos Imobiliários (FII) de diferentes classes. Através do modelo de correlação condiciona dinâmica, DCC-GARCH, verifica-se a performance da correlação desta carteira ótima, com o Ibovespa e da mesma forma do Índice de dividendos (Idiv) com o Ibovespa. Como resultado, observa-se que o Idiv apresentou um valor médio absoluto de correlação condicional significativamente maior do que o da carteira ótima de FII, indicando, portanto, que a carteira ótima de FIIs é uma melhor alternativa à diversificação do risco. O índice Idiv é um melhor instrumento para proteção (hedge) quando assume-se a posição vendida.

Palavras-chave: Fundos de Investimento Imobiliário; DCC-GARCH, Correlação Condisional Dinâmica

Código JEL: C32, G11, R39

1 Introdução

Os ativos que geram renda passiva têm ganhando notoriedade no mercado financeiro nos anos recentes. Assim, o mercado de fundos de investimento imobiliário (FII) tem apresentando crescimento expressivo. Entre os anos 2007 e 2017, o volume de FIIs registrados na Comissão de Valores Mobiliários (CVM) cresceu 4,7 vezes, passando de 71 fundos para

*Aluna de Doutorado do PPGCE

†Aluno de Mestrado do PPGCE

‡Professor Associado do PPGCE

§Professora Adjunta do PPGCE

335. Os fundos imobiliários, diferentemente das ações, distribuem grande parte de seus resultados e apresentam-se como uma interessante opção de investimento para aqueles que desejam ser remunerados com uma renda recorrente.

Apresentando uma oscilação de preços menor (menor volatilidade), essa classe de ativos enseja um caminho atrativo para diversificação de portfólio de investidores que estão posicionados em IBOVESPA. Além disso, por pagar dividendos mensais equivalentes a 95% do resultado semestral, os FIIs são um concorrentes diretos das ações que mais remuneraram seus acionistas (maiores “dividend yield”). Desta forma, o Idiv é um indicador imediato comparativamente aos FIIs quando se trata de ativos capazes de produzir uma renda passiva.

Este trabalho analisa o efeito da diversificação, para investidores posicionados no Ibovespa, considerando o uso do Idiv e de uma carteira ótima de FIIs. Em outras palavras, o agente tomado em Ibovespa terá menor exposição posicionado em que tipo de ativo Idiv ou FIIs? Para tal, primeiramente é definida uma carteira ótima de FII. Posteriormente, usa-se o modelo de Correlação Dinâmica Condicional (DCC-GARCH) entre o Ibovespa, o Idiv e a carteira ótima de FIIs.

Na seção 2 apresentamos uma breve revisão da literatura, da seção 3 a metodologia empregada é detalhada, na seção 4 os dados são apresentados, na seção 5, os resultados são discutidos e, por fim, a seção 6 conclui o estudo.

2 Revisão da Literatura

De forma geral, a literatura sobre o processo de alocação de carteiras baseia-se na avaliação dos retornos, medidas de volatilidade, além da correlação entre os ativos analisados. Neste contexto, o conceito de diversificação de ativos assumiu grande relevância na literatura financeira. Markowitz (1952) [7] trouxe como consideração essencial que, a depender da covariância entre os ativos, é possível que duas carteiras com idêntico nível de retorno esperado apresentem diferentes níveis de risco. Por outro lado, a correlação entre os ativos não é capaz de eliminar todo o risco (variância) de uma carteira. Neste sentido, apresenta-se o conceito de carteira eficiente, que se caracteriza pela combinação ótima dos ativos passíveis de compor um portfólio, gerando a melhor relação risco-retorno.

Sharpe (1966) [9] definiu um índice que mede o excesso de retorno por unidade de risco (desvio padrão). Este índice é calculado pelo resultado da diferença entre o retorno da carteira R_c e o retorno do ativo livre de risco R_f dividido pelo desvio-padrão da carteira σ_c , $IS = (R_c - R_f)/\sigma_c$. Desta forma, o índice de Sharpe passou a ser utilizado no mercado financeiro para analisar a eficiência dos retornos dos ativos em relação ao risco.

A partir dos anos 2000, o conceito de correlação condicional dinâmica ganhou notoriedade na literatura. A correlação condicional dinâmica analisa o comportamento de variáveis em um instante t considerando as informações disponíveis até este instante. De outra forma, é a correlação entre as variáveis a cada instante de tempo, considerando a evolução das variáveis e as possíveis interações entre elas.

Engle (2002) [3] propôs uma nova classe de modelos multivariados conhecidos como modelos de correlação condicional dinâmica (DCC). Esses modelos são frequentemente estimados de forma simplificada com métodos univariados ou em duas etapas baseados na função de verossimilhança. O autor destaca que esses modelos funcionam bem em diversas situações e os resultados condizem as observações empíricas. O modelo DCC adota os modelos de variância univariada da família GARCH, com uma especificação de variância mais parcimoniosa. Nesta formulação, a correlação condicional é especificada como uma soma ponderada de correlações passadas. Uma vantagem adicional desta formulação é que os parâmetros das equações de variância e correlação podem ser estimados separadamente em duas etapas. Neste contexto, o modelo proposto passa a ser denominado DCC-GARCH.

O uso do modelo DCC-GARCH é abundante na literatura de finanças. Filis, Degiannakis e Floros (2011) [5] investigam a relação entre os preços do mercado de ações e de petróleo para países importadores e exportadores, utilizando uma abordagem DCC-GARCH-GJR e dados de seis países. Eles descobrem que a correlação contemporânea entre os dois mercados aumenta em resposta a choques no preço do petróleo causados por flutuações no ciclo econômico global ou turbulências mundiais. Além disso, os choques nos preços do petróleo não afetam a relação entre os mercados, mas têm um efeito negativo nas ações, exceto durante a crise financeira global de 2008, quando apresentam uma correlação positiva. Concluem, então, que o mercado de petróleo não protege contra perdas no mercado de ações durante períodos de turbulência econômica.

Aiube e Faquieri (2020) [1] examinam como diferentes classes de ativos protegem o índice de ações brasileiro em períodos de altas e baixas taxas de juros, usando dois modelos GARCH multivariados. Os resultados mostram que, para investidores locais, o câmbio (R\$/US\$) e o ouro têm as menores correlações com as ações, enquanto investidores estrangeiros acham os índices de commodities e ativos de renda fixa mais úteis. Esses padrões são consistentes em períodos de altas e baixas taxas de juros do mercado brasileiro. Durante períodos de taxas de juros baixas, a confiança dos investidores nas políticas macroeconômicas aumenta, refletida na redução do desvio padrão da correlação condicional.

Outra possibilidade é o modelo multivariado denominado BEKK, devido a Baba, Engle, Kraft e Kroner (veja Engle e Kroner (1995) [4]). Nesta pesquisa será usado o modelo DCC-GARCH.

3 Os Modelos

A metodologia utilizada neste estudo considerou primeira a definição de uma carteira ótima de FIIs conforme a abordagem clássica. Assim resolve o problema de otimização, onde por hipótese o investidor não toma posição vendida em nenhum ativo. Escrevemos então

$$\max_{\omega_i \geq 0} IS = \frac{R_c - R_f}{\sigma_c} \quad (1)$$

sujeito a

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1 \quad \omega_i \geq 0$$

onde

$$R_c = \sum_{i=1}^n \omega_i r_i$$

$$\sigma_c^2 = \sum_{i=1}^n \omega_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^n \omega_i \omega_j \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j ,$$

em que, IS é o Índice de Sharpe, R_c é o retorno esperado da carteira, R_f é o retorno livre de risco, σ_c é o desvio-padrão da carteira, ω_i é a participação do ativo i na carteira, $\rho_{i,j}$ é a correlação entre os ativos i e j e r_i representa os log-retornos.

A especificação dos retornos é feita por um modelo ARMA(m,n)

$$r_{i,t} = \sum_{k=1}^m \phi_k r_{i,t-k} + \sum_{k=1}^n \theta_k \varepsilon_{i,t-k} ,$$

onde $\varepsilon_{i,t}$ é o termo do choque, e que possui comportamento heterocedástico tal que $\varepsilon_{i,t} \sim \sigma_{i,t} z_t$ e $z_t \sim iid(0, 1)$. Tal comportamento é descrito pelos modelos da família GARCH abaixo.

Uma vez definidos os ativos que serão analisados, passamos para modelagem da correlação condicional. Nesta fase primeiramente modelam-se as volatilidades de cada ativo e a seguir faz-se a estimativa da correlação condicional dinâmica propriamente dita. A identificação do modelo mais adequado para cada ativo foi feita verificando-se os ajustes dos modelos GARCH (p,q), EGARCH (p,q), GJR-GARCH (p,q). O modelo que fornece o melhor ajuste ffoi definido segundo os critérios de AIC, BIC, Shibata e Hannan-Quinn. Abaixo seguem as especificações dos modelos da família GARCH utilizados:

(i) Modelo GARCH (p,q) de Bollerslev (1986) [2]

$$h_t = \omega + \sum_{j=1}^q \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} , \quad (2)$$

em que os parâmetros devem satisfazer $\omega > 0, \alpha_j > 0, \beta_j > 0$, para garantir que $h_t > 0$.

(ii) Modelo EGARCH (p,q) de Nelson (1991) [8]

$$\ln h_t = \omega + \sum_{j=1}^q \alpha_j z_{t-j} + \gamma_j (|z_{t-j}| - E(|z_{t-j}|)) + \sum_{j=1}^p \beta_j \ln h_{t-j} . \quad (3)$$

neste caso, o logaritmo da volatilidade é modelado e não há restrições nos parâmetros α_j , γ_j e β_j para garantir que h_t seja não negativo.

(iii) Modelo GJR (p,q) de Glosten et al. (1993) [6]:

$$h_t = \omega + \sum_{j=1}^q (-\alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + g_j I_{t-j} \varepsilon_{t-j}^2) + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} \quad (4)$$

Sendo I uma função indicadora que assume valor 1 para $\varepsilon \leq 0$ e zero, caso contrário. Para garantir a positividade de h_t , devemos ter $w > 0$, $2\alpha + \gamma > 0$ e $\beta > 0$.

O modelo DCC-GARCH de Engle (2002) [3] define a correlação condicional dinâmica \mathbf{R}_t conforme as equações

$$\mathbf{H}_t = \mathbf{D}_t \mathbf{R}_t \mathbf{D}_t, \quad (5)$$

onde $\mathbf{D}_t = \text{diag}(\sqrt{h_{11t}}, \dots, \sqrt{h_{nnt}})$ é uma matriz diagonal tendo como entradas as variâncias dos modelos da família GARCH definidas anteriormente. Para garantir a invertibilidade e positividade de \mathbf{R}_t define-se a matriz \mathbf{Q}_t como

$$\mathbf{Q}_t = (1 - \theta_1 - \theta_2) \bar{\mathbf{Q}} + \theta_1 \boldsymbol{\nu}_{t-1} \boldsymbol{\nu}'_{t-1} + \theta_2 \mathbf{Q}_{t-1}, \quad (6)$$

onde $\theta_1 + \theta_2 < 1$ e $\bar{\mathbf{Q}}$ é a matriz incondicional dos erros padrões $\boldsymbol{\nu}_t$. Mostra-se que

$$\mathbf{R}_t = \text{diag}(\mathbf{Q}_t)^{-1/2} \mathbf{Q}_t \text{diag}(\mathbf{Q}_t)^{-1/2}. \quad (7)$$

O modelo é estimado por quase-máxima verossimilhança.

4 Os Dados

Foram selecionados 21 fundos imobiliários, de classes variadas, utilizando o Patrimônio Líquido e a disponibilidade de um histórico de dados de pelo menos 3 anos como critérios para a escolha. As séries de dados coletadas desses fundos vão de 01/07/2020 a 31/12/2023, obtendo-se 866 observações para cada série. Em cada série foi considerado preço de fechamento ajustado para pagamento de dividendos. Abaixo, segue a tabela com os fundos selecionados e seus respectivos tipos de fundo imobiliário: Com base nos FIIs da Tabela 2 obteve-se a carteira ótima definindo-se os pesos conforme a equação (1). A partir da composição ótima definiu-se a série com o preço de fechamento para o mesmo período referente à seleção dos dados.

O Idiv é índice de desempenho médio composto por ações das companhias com maior remuneração de dividendos dos últimos vinte e quatro meses. De forma similar, foi amostrada a série de preços diário de fechamento do Ibovespa. As 3 séries financeiras são apresentadas abaixo.

Na tabela a seguir seguem as estatísticas básicas dos retornos, também calculados pela diferença $\log P_t - \log P_{t-1}$, sendo P_t o preço de fechamento diário, das 3 séries financeiras analisadas nessa etapa:

5 Resultados

Os resultados de cada uma das dos procedimentos seguem descritos nas subseções a seguir.

Tabela 1: Fundos Imobiliários Selecionados

Tipo de Fundo	Ticker	Nome do Fundo
Papel	KNIP11	Kinea Índice de Preços
Papel	KNCR11	Kinea Rendimentos Imobiliários
Papel	IRDM11	Iridium Recebíveis Imobiliários
Papel	CPTS11	Capitania Securities II
Papel	HGCR11	CSHG Recebíveis Imobiliários BC
Renda Urbana	TRXF11	TRX Real Estate
Renda Urbana	HGRU11	CSHG Renda Urbana
Residencial	HOSI11	FII Housi
Shoppings e Varejo	RBVA11	Rio Bravo Renda Varejo
Shoppings e Varejo	MAXR11	Max Retail
Shoppings e Varejo	XPML11	XP Malls
Shoppings e Varejo	HGBS11	CSHG Brasil Shopping
Shoppings e Varejo	VISC11	Vinci Shopping Centers
Logística	HGLG11	CGHG Logística
Logística	XPLG11	XP Log
Logística	BTLG11	BTG Pactual Logística
Logística	BRCO11	Bresco Logística
Lajes Corporativas	BRCR11	BTG Pactual Corporate Office
Lajes Corporativas	HGRE11	CSHG Real Estate
Lajes Corporativas	GTWR11	FII Green Towers
Lajes Corporativas	RBRP11	RBR Properties

5.1 Otimização do Fundo Imobiliário

A composição ótima da carteira dos fundos imobiliários está descrita na Figura 1.

5.2 Correlação Condisional Dinâmica - DCC GARCH

Foram encontradas as ordens (p,q) do melhor modelo que compõe o retorno de cada uma das 3 séries (Ibovespa, Idiv e Fundo Imobiliário Otimizado). De acordo com os critérios AIC e BIC, os melhores ajustes para a média dos retornos foram os modelos ARMA (1,0), ARMA (1,0) e ARMA(1,1), respectivamente.

Sob os mesmos critérios, a série das variâncias do Ibovespa e do Idiv foram ajustadas com os modelos EGARCH e GJR. Em ambas a distribuição SSTD (Skew Student) apresentou o melhor resultado. Para a série do FII otimizado o modelo EGARCH com distribuição t de Student apresentou o melhor ajuste.

A Tabela 3 apresenta o resultados dos modelos ajustados para a média e variância com as respectivas distribuições. Aplicado o modelo DCC-GARCH nos pares de interesse, foram encontradas as estatísticas que seguem na Tabela 4. Nota-se que a média da correlação condicional do FII otimizado com o Ibovespa é bem inferior que aquela do Idiv com o Ibovespa. Destacamos a Figura 7 2 as séries temporais de correlação condicional entre o Ibovespa e o Idiv e entre o Ibovespa e o FII otimizado. É possível perceber que a correlação

Tabela 2: Estatísticas Básicas dos Retornos das Séries Financeiras

Estatística	Ibovespa	Idiv	FII otimizado
Média	0.000385	0.000538	0.000195
Desvio Padrão	0.012767	0.011407	0.003916
Assimetria	-0.214379	-0.110688	-0.170150
Curtose (Excesso)	0.530207	0.721557	2.461995
Máximo	0.053928	0.052252	0.014635
Mínimo	-0.049885	-0.042319	-0.020187

Figura 1: Participação dos Fundos Imobiliários no Portfólio Ótimo

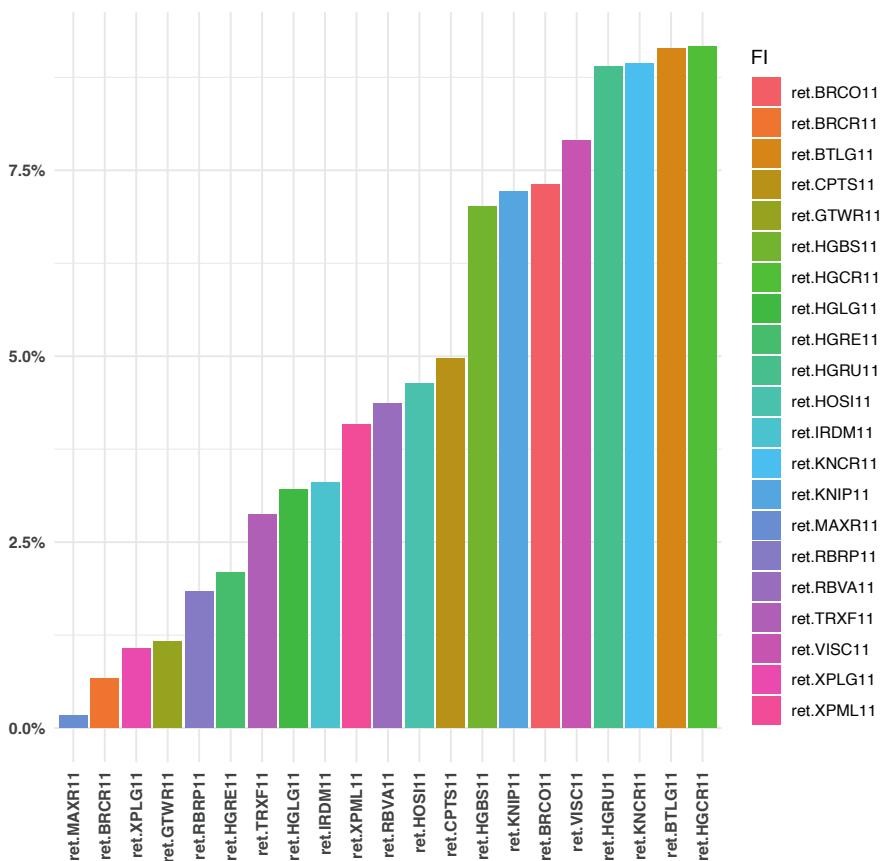


Tabela 3: Resumo dos Modelos Escolhidos para as Séries

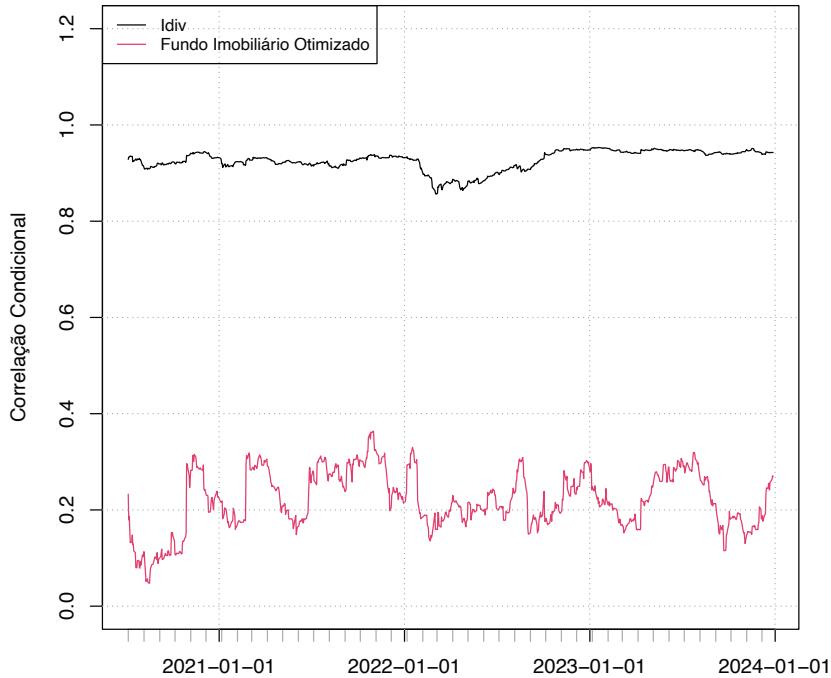
Série	Média	Variância	Distribuição
Ibovespa	ARMA (1,0)	EGARCH	SSTD
Idiv	ARMA (1,0)	GJR	SSTD
FI Otimizado	ARMA (1,1)	EGARCH	STD

condicional do Ibovespa com o FII otimizado é menor ao longo de todo o período de tempo analisado, sugerindo que o FII otimizado é o melhor instrumento para diversificação que o Idiv para um agente posicionado no Ibovespa.

Tabela 4: Estatísticas baseadas nas Correlações Condicionais

Estatística	Idiv	FII Otimizado
Média	0.9265	0.2207
Desvio-padrão	0.0207	0.0615
Mínimo	0.0004	0.0037
Máximo	0.9533	0.3638

Figura 2: Correlações Condicionais do Idiv e do FII otimizado com o Ibovespa



6 Conclusão

Este artigo analisa o comportamento da correlação condicional dinâmica delineando o melhor instrumento para diversificação para os agentes posicionados no mercado de ações. Como referência considera-se o índice de mercado da B3, Ibovespa. Os instrumentos para

diversificação analisados são o Idiv e uma carteira otimizada de FII. Para o cálculo da correlação condicional dinâmica foi usado o modelo DCC-GARCH. Para estimar tais correlações condicionais, os melhores ajustes para as volatilidades com os modelos da família GARCH (GARCH, EGARCH ou GJR-GARCH) para cada uma das 3 séries financeiras.

Verificou-se, então, que no período de análise, em relação ao Ibovespa, o Idiv apresentou um valor médio absoluto de correlação condicional significativamente maior do que o da carteira ótima de FII (0,926 versus 0,221), ambas positivamente correlacionados com o índice de ações.

Desta forma, pode-se concluir que, na perspectiva do investidor posicionado no Ibovespa, ele terá melhor diversificação incluindo ativos imobiliários (carteira ótima de FII) do que agregando o Idiv em seu portfólio. Por outro lado, tendo o Idiv alta correlação com o Ibovespa, a posição comprada em ações pode ser protegida com a posição vendida no Idiv. Sendo este, portanto, um melhor instrumento para proteger à exposição comprada no mercado de ações.

Referências

- [1] AIUBE, F. A. L., AND FAQUIERI, W. B. Hedging the brazilian stock index in the era of low interest rates: What has changed? *Brazilian Review of Finance* 18, 3 (2020), 5–26.
- [2] BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics* 31 (1986), 307–327.
- [3] ENGLE, R. Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models. *Journal of Business & Economic Statistics* 20, 3 (2002), 339–350.
- [4] ENGLE, R. F., AND KRONER, K. F. Multivariate simultaneous generalized arch. *Econometric theory* 11, 1 (1995), 122–150.
- [5] FILIS, G., DEGIANNAKIS, S., AND FLOROS, C. Dynamic correlation between stock market and oil prices: The case of oil-importing and oil-exporting countries. *International review of financial analysis* 20, 3 (2011), 152–164.
- [6] GLOSTEN, L., JAGANNATHAN, R., AND RUNKLE, D. On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *Journal of Finance* (1993), 1779–1801.
- [7] MARKOWITZ, H. M. Foundations of portfolio theory. *The journal of finance* 46, 2 (1991), 469–477.
- [8] NELSON, D. Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society* 59, 2 (1991), 347–370.
- [9] SHARPE, W. F. Mutual fund performance. *The Journal of business* 39, 1 (1966), 119–138.

Dinâmica de Volatilidade e Proteção de Portfólio: Um Estudo DCC-GARCH dos Fundos Imobiliários Brasileiros

Daniela P. D. F. Reinecken *

Daniel Soares Gomes Ferreira †

Fernando Antônio Lucena Aiube ‡

Daiane Rodrigues dos Santos §

12 de fevereiro de 2025

Resumo

O presente estudo explora a eficiência dos Fundos de Investimento Imobiliário (FIIs) como ferramentas de hedge e diversificação em relação ao Ibovespa, sob a ótica da volatilidade do mercado financeiro brasileiro. Foram empregados modelos dinâmicos condicionais de correlação generalizada (DCC-GARCH) para analisar quatro classes distintas de FIIs – Logística, Shopping, Lajes Corporativas e Certificados de Recebíveis Imobiliários (CRI)– considerando sua performance ao longo do período de 2020 a 2023, marcado por alta inflação e incerteza econômica global. O estudo revela que, embora os FIIs apresentem correlações condicionais médias positivas com o Ibovespa, indicando limitações como ativos de hedge puro, eles possuem potencial para serem usados na diversificação de portifólio. Em particular, a carteira de CRI evidenciou a menor correlação condicional média, seguida pelos Fundos de Lajes Corporativas. Os resultados deste estudo buscaram expandir o entendimento da dinâmica entre diferentes classes de Fundos Imobiliários e o índice Ibovespa, fornecendo uma ferramenta de apoio à decisão para a construção de portfólios resilientes em mercados emergentes.

Palavras-chave: Modelos GARCH, FII, Correlação Condicional, Hedge

Código JEL: C32, G11, R39

1 Introdução

A exposição ao risco de perdas é uma realidade constante no universo dos investidores, tanto amadores quanto profissionais. Ao construir um portfólio de investimentos, é es-

*Aluna de Doutorado do PPGCE

†Aluno de Mestrado do PPGCE

‡Professor Associado do PPGCE

§Professora Adjunta do PPGCE

sencial considerar o perfil de risco do investidor, seu capital e a necessidade de liquidez. No mercado brasileiro, marcado por instabilidades políticas e econômicas, é crítico antever possíveis oscilações do Ibovespa que, em geral, podem resultar em prejuízos significativos. Durante a pandemia, observou-se a influência da inflação nas cadeias produtivas, evidenciando a correlação entre altas taxas inflacionárias e a erosão do valor real dos retornos de investimentos (B3, 2023). A B3 (Brasil, Bolsa, Balcão) testemunhou um aumento expressivo no número de investidores individuais, refletindo uma entrada macia no mercado de ações durante esse período.

Diante de altas inflacionárias, o Banco Central pode reagir ajustando as taxas de juros, impactando diversas classes de ativos. Portfólios com ativos reais, como imóveis e ouro, ou investimentos vinculados à inflação (Park et. al, (1990) [7]), como títulos atrelados ao IPCA, são estratégicos para a proteção/diversificação do capital investido. Fundos imobiliários, que geram receita por meio de aluguéis frequentemente indexados ao IPCA ou IGP-M, surgem como alternativas de hedge eficazes contra a inflação e volatilidade do risco Brasil.

Segundo a Instrução CVM 472, de 31 de outubro de 2008, os Fundos de Investimentos Imobiliários (FIIs) são regulamentados como uma comunhão de recursos captados através do sistema de distribuição de valores mobiliários, com o objetivo de investir em empreendimentos imobiliários, Scolese et al. (2015) [8]. Atribui-se, de acordo com os autores, a expansão dos FIIs no Brasil a fatores como a estabilidade econômica alcançada desde a década de 1990, impulsionada por medidas de controle da inflação, como o Plano Real; aos avanços legislativos no setor imobiliário; e ao aumento dos investimentos externos, resultante das crises econômicas em países desenvolvidos. Scolese et al. (2015) [8] destacam ainda que os investimentos em imóveis possuem uma dualidade de consumo e investimento, sendo os imóveis simultaneamente moradias e parte significativa do patrimônio familiar. Essa dualidade pode dificultar a otimização das decisões de investimento. Contudo, os FIIs oferecem uma alternativa, permitindo que investidores, inclusive pequenos investidores, acessem o mercado imobiliário de forma mais eficiente, investindo em frações de imóveis e separando, assim, as decisões de consumo das de investimento.

Ressalta-se que a diversificação de risco por meio de fundos imobiliários pode oferecer uma oportunidade estratégica para investidores que visam a otimização de suas carteiras. De acordo com Serra et al. (2027) [9] o risco total de um ativo é constituído por duas parcelas: o risco diversificável, que pode ser mitigado através da formação de uma carteira diversificada, e o risco não diversificável, que persiste mesmo após a diversificação. Considerando que, em termos gerais, os investidores não enfrentam custos expressivos para diversificar suas carteiras, eles estão expostos apenas ao risco não diversificável se assim optarem, sem qualquer expectativa de remuneração por este. Portanto, segundo os autores supracitados, a eliminação do risco diversificável deve ser uma prioridade para o investidor. Cabe destacar que no contexto dos fundos imobiliários, a diversificação é viabilizada por investimentos em uma gama diversificada de empreendimentos imobiliários, o que dilui o risco específico de cada ativo. Nesse sentido, os fundos imobiliários permitem que investidores adquiram frações de diversos imóveis, maximizando a diversificação e minimizando o risco não diversificável, Serra et al. (2027) [9].

Este estudo propõe analisar vinte ativos distribuídos em quatro classes de Fundos Imobiliários - Logística, Shopping, Lajes e CRI - para identificar aqueles com desempenho destacado em proteção em relação ao Ibovespa. Utilizando uma adaptação do modelo DCC-GARCH, investigaremos a interação entre os FIIs e o Ibovespa, fornecendo *insights* sobre a correlação entre estes ativos em diferentes contextos econômicos, essenciais para decisões de investimento. A pesquisa enfatizará a resiliência dos FIIs e sua capacidade de oferecer estabilidade, contribuindo para a diversificação do risco em portfólios financeiros, especialmente em mercados voláteis como o do Brasil.

2 Referencial Teórico

A diversificação de ativos que compõem uma carteira é uma estratégia tradicional em finanças para mitigar riscos nos investimentos. Através da diversificação, os investidores podem distribuir seus recursos entre diferentes estratégias e características de fundos, reduzindo a exposição a riscos específicos associados a cada investimento individual. Essa abordagem permite que os investidores se protejam contra variações adversas no desempenho de um único ativo, assegurando uma gestão de risco mais equilibrada e eficaz. A diversificação pode minimizar os riscos inerentes e potencializar a estabilidade e o crescimento do portfólio ao longo do tempo. Destaca-se que a diversificação está alinhada aos princípios fundamentais da gestão de portfólios, que busca otimizar a relação risco-retorno. A boa gestão do risco-retorno permite que investidores balanceiem adequadamente o potencial de ganhos com a exposição aos riscos, maximizando, assim, o valor do portfólio enquanto amenizam perdas potenciais decorrentes de volatilidades e incertezas inerentes ao mercado e a economia.

Segundo Aiube e Faquieri (2020) [1], no âmbito da gestão de portfólios, o desenvolvimento de modelos como o DCC-GARCH de Engle (2002) reflete um avanço significativo na literatura financeira. Essa evolução se concentrou na capacidade de capturar a dinâmica de volatilidade dos ativos e suas correlações condicionais, oferecendo um método mais refinado e independente para estimar essas relações críticas para estratégias de *hedging* e diversificação. Markowitz, desde 1952, já reconhecia que o êxito no investimento de portfólios depende do entendimento das correlações de retorno entre os ativos. Enquanto investidores conservadores previamente se apoiavam em ativos de baixa volatilidade para estabilidade, Markowitz demonstrou que era possível alcançar a mesma (ou menor) volatilidade, com retornos superiores (ou iguais), combinando ativos arriscados que possuíssem baixas ou negativas correlações.

Embora a otimização de média-variância tenha sido posta à prova quanto à sensibilidade dos parâmetros, o framework básico de Markowitz continua sendo o método predominante para a seleção de portfólios. No entanto, duas grandes incertezas desafiam os investidores: a inferência dos valores esperados dos parâmetros-chave a partir de valores realizados no passado e a mudança desses valores esperados ao longo do tempo. Na intrincada jornada de gerenciamento de portfólios, os investidores se deparam com duas incertezas fundamentais que permeiam a otimização da média-variância. Primeiramente, enfrentam o desafio de tomar decisões baseadas em parâmetros-chave estimados – como a média e a variância

de cada ativo, além das correlações entre eles – que, pela sua natureza inobservável, são complexos de serem extraídos a partir de dados históricos. Em segundo lugar, mesmo que os valores esperados pudessem ser conhecidos, a capacidade de ajustar as estratégias de acordo com as mudanças nesses valores esperados ao longo do tempo poderia resultar em retornos substancialmente melhores.

A literatura sugere que os retornos dos investimentos são influenciados por ciclos econômicos, motivando os investidores a investir consideravelmente na projeção de trajetórias futuras dos ativos (Engle (2002) [3]). A volatilidade nos mercados financeiros e as correlações entre diferentes tipos de ativos, como o mercado de ações brasileiro e os Fundos de Investimento Imobiliário (FIIs), não têm sido tão profundamente exploradas quanto outros temas econômicos. No entanto, elas oferecem uma janela para compreender melhor como manter os rendimentos dos portfólios com uma volatilidade controlada. Este artigo se debruça sobre essa dinâmica, analisando como esses elementos se correlacionam com o Ibovespa, com o intuito de beneficiar a gestão de portfólios no contexto brasileiro. Pesquisas acadêmicas sobre o mercado acionário Norte-Americano, incluindo as de Chandrashekaran (1999) [2], identificaram uma diminuição na correlação entre FIIs e ações de 1972 a 2001. Após a inclusão dos FIIs em índices renomados, como o S&P 500, observou-se um incremento no beta desses fundos em relação às ações, sinalizando uma nova perspectiva de risco. Em um período posterior, estendendo-se de 1999 a 2005, estudos, como os de Westerheide (2006) [12] e Huang e Zhong (2006) [5], apontaram um aumento nessa correlação.

As correlações dinâmicas representam um exemplo de um problema comum à maioria das distribuições de retorno de ativos, o da heterocedasticidade em termos de perturbação. Provavelmente a forma mais comum de lidar com este problema é ignorá-lo calculando uma correlação constante ou incondicional, atribuindo igual importância a todas as observações disponíveis. É razoável supor, no entanto, que o conteúdo informativo das observações mais recentes será maior do que o das observações mais remotas, caso em que às observações recentes deverá ser dado maior peso na estimativa das correlações.

A alternativa mais comum é a correlação em janelas móveis, na qual o tamanho do intervalo móvel é especificado a priori e todas as observações dentro desse intervalo recebem o mesmo peso, enquanto todas as observações fora do intervalo recebem peso zero. Contudo, como observam Forbes e Rigobon (2002) [4], a heterocedasticidade nos retornos faz com que os coeficientes de correlação rolante sejam enviesados para cima durante períodos de maior volatilidade; além disso, não há base teórica ou empírica para a escolha a partir do tamanho do intervalo. O modelo de média móvel ponderada exponencialmente evita o problema de atribuir peso total a todas as observações dentro do intervalo móvel enquanto atribui peso zero a todas as observações fora dela, mas sofre de uma fraqueza semelhante na implementação, pois não há base teórica ou empírica para escolher o valor do parâmetro de suavização λ .

Engle (2002) [3] abordou o problema da heterocedasticidade modelando-a diretamente dentro de uma família de modelos GARCH multivariados. O método DCC, que pode ser caracterizado como a estimativa parcimoniosa de grandes matrizes de covariância variantes no tempo para múltiplos ativos, produz um caminho dinâmico completo do comportamento

da correlação para múltiplos ativos, preservando a consistência e a fácil interpretação dos modelos GARCH (Tsay, (2005) [11]). O modelo VAR(K) representa uma metodologia econométrica robusta para a análise da interdependência dinâmica entre conjuntos de séries temporais é modelada através de um modelo VAR(K), que descreve os retornos dos ativos financeiros como uma função de seus próprios valores defasados e de parâmetros estruturais específicos, denotados por c , m_k , e v_k , capturando as nuances da dinâmica intertemporal.

Ao aplicar o modelo VAR(K) bivariado, é possível se estimar os resíduos, representados pela diferença entre os retornos observados e os valores previstos pelo modelo. Estes resíduos, idealmente caracterizados como ruído branco, indicam a ausência de padrões previsíveis e servem como base para a subsequente modelagem de volatilidade condicional. Especificamente, a formulação do retorno do ativo i no tempo t , r_{it} , é dada pela equação:

$$r_{it} = c_i + \sum_{k=1}^K m_{ik} r_{i,t-k} + \sum_{k=1}^K v_{jk} r_{j,t-k} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

No qual ε_{it} é o termo de perturbação, e k refere-se ao número de defasagens consideradas. Os índices i e j representam ativos distintos, como FIIs e o índice IBOV, com a condição de que $i \neq j$.

3 Modelos

O modelo UGARCH(1,1) é uma sofisticação do tradicional GARCH, introduzindo um mecanismo para capturar a assimetria nos retornos financeiros (Shadat, (2011) [10]). Este modelo avança ao permitir que volatilidades não observáveis e não lineares sejam modeladas, capturando as complexidades da evolução temporal dos retornos. A equação de variância condicional é dada por:

$$\sigma_k^2 = \omega + \alpha \sigma_{k-1}^2 \eta_{k-1}^2 + \beta \sigma_{k-1}^2 \quad (2)$$

e o retorno do ativo no tempo k é modelado como:

$$r_k = \mu + \sigma_k \varepsilon_k \quad (3)$$

No qual ε_k é assumido como normalmente distribuído com média zero e variância unitária.

A função de densidade de probabilidade condicional para a variância é dada por:

$$p(\sigma_k^2 | \sigma_{k-1}^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\alpha\sigma_{k-1}^2} (\sigma_k^2 - \omega - \beta\sigma_{k-1}^2)} \exp\left(-\frac{(\omega + \beta\sigma_{k-1}^2 - \sigma_k^2)^2}{2\alpha\sigma_{k-1}^2}\right), \quad \sigma_k^2 \geq \omega + \beta\sigma_{k-1}^2 \quad (4)$$

A função de densidade de probabilidade condicional para os retornos é:

$$p(r_k | \sigma_k^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_k^2}} \exp\left(-\frac{(r_k - \mu)^2}{2\sigma_k^2}\right) \quad (5)$$

As equações acima são cruciais para calcular a probabilidade de transição para um novo estado dado o estado anterior. Estas equações são a espinha dorsal do processo de transição de estados no modelo UGARCH. Além disso, as funções permitem a implementação de

métodos de filtragem Bayesiana, que são técnicas estatísticas utilizadas para atualizar as estimativas dos parâmetros do modelo de forma contínua à medida que novas informações são observadas.

Já o modelo EGARCH, concebido por Nelson (1991) [6], apresenta a formulação da variância condicional em termos logarítmicos, permitindo uma modelagem de volatilidade isenta das restrições de parâmetros positivos, tipicamente impostas em variantes GARCH convencionais. A especificação logarítmica assegura a positividade da variância condicional e capacita o modelo a responder de maneira flexível a choques assimétricos. A equação de variância do EGARCH é expressa como:

$$\ln(h_t) = \omega + \alpha \left(\frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right) + \beta \left(\left| \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) \quad (6)$$

Neste caso, σ_t^2 representa a volatilidade condicional projetada, u_{t-1} são os choques (resíduos) passados e ω , α , e β são parâmetros do modelo. O termo α incorpora o efeito de alavancagem, indicando que choques negativos podem exercer um impacto desproporcional na volatilidade futura.

O modelo GJR-GARCH(1,1), de Glosten, Jagannathan e Runkle (1993) [6], apresenta-se como uma refinada variante do modelo GARCH(1,1) convencional, introduzindo uma função indicadora que permite a captura de assimetrias na volatilidade dos retornos financeiros. Esta função é instrumental para que o modelo possa acomodar uma resposta acentuada a choques negativos. No GJR-GARCH, a equação de variância condicional é caracterizada pela variância condicional σ_t^2 no tempo t e pelos resíduos defasados ao quadrado u_{t-1}^2 , com os parâmetros ω , α , β , e γ mantidos constantes. A função indicadora possibilita ao modelo discernir o efeito de alavancagem, no qual choques negativos exercem um impacto mais significativo na volatilidade futura em comparação a choques positivos, ressaltando a reação assimétrica do mercado. Quando γ é estabelecido como zero, o GJR-GARCH reverte à forma do GARCH(1,1) padrão, demonstrando a versatilidade do modelo em se adaptar a diferentes comportamentos de retorno. A equação do modelo GJR (p,q) é dada por

$$h_t = \omega + \sum_{j=1}^q (-\alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + g_j I_{t-j} \varepsilon_{t-j}^2) + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} \quad (7)$$

Para a análise da correlação condicional dinâmica será usado modelo DCC-GARCH de Engle (2002) [3] conforme as equações

$$\mathbf{H}_t = \mathbf{D}_t \mathbf{R}_t \mathbf{D}_t, \quad (8)$$

onde $\mathbf{D}_t = diag(\sqrt{h_{11t}}, \dots, \sqrt{h_{nnt}})$ é uma matriz diagonal tendo como entradas as variâncias dos modelos da família GARCH definidas anteriormente. Para garantir a invertibilidade e positividade de \mathbf{R}_t define-se a matriz \mathbf{Q}_t como

$$\mathbf{Q}_t = (1 - \theta_1 - \theta_2) \bar{\mathbf{Q}} + \theta_1 \boldsymbol{\nu}_{t-1} \boldsymbol{\nu}'_{t-1} + \theta_2 \mathbf{Q}_{t-1}, \quad (9)$$

onde $\theta_1 + \theta_2 < 1$ e $\bar{\mathbf{Q}}$ é a matriz incondicional dos erros padrões $\boldsymbol{\nu}_t$. Mostra-se que

$$\mathbf{R}_t = diag(\mathbf{Q}_t)^{-1/2} \mathbf{Q}_t diag(\mathbf{Q}_t)^{-1/2}. \quad (10)$$

4 Metodologia e Dados

Os FIIs são estruturas de investimento coletivo que canalizam capitais de investidores para o mercado imobiliário, operando sob uma dinâmica comparável à de um “condomínio”. Estes FIIs podem ser categorizados primariamente em fundos de tijolo, que investem diretamente em propriedades físicas, gerando receita predominantemente por meio de locações. Esses fundos podem diversificar suas carteiras investindo em uma variedade de empreendimentos imobiliários, como escritórios, shoppings, lajes corporativas, galpões logísticos, centros industriais, imóveis urbanos, e outros, distribuídos por diferentes regiões ou concentrados, refletindo estratégias de investimento distintas e adaptadas a diferentes perfis de risco e retorno. A outra grande classe de FIIs envolve os fundos de papéis, ou mais especificamente fundos que possuem em sua carteira, os Certificados de Recebíveis Imobiliários (CRIs). Tais títulos são geralmente indexados à inflação ou à taxa de juros.

Este trabalho abrangeu os dados desses ativos no período de junho de 2020 a dezembro de 2023. Essa seleção temporal, envolvendo tanto o período da pandemia de COVID-19 quanto o subsequente. Pretende-se discernir o potencial de cada ativo, individualmente e dentro de sua classe, em servir como instrumento de hedge contra o índice IBOVESPA.

As estatísticas descritivas dos dados utilizados estão descritas nas tabelas seguintes agrupadas dentro dos mesmos setores. Em todas as tabelas a curtose representa o excesso de curtose.

Tabela 1: Estatística descritiva - Papéis

Ativo	Média	Desvio-padrão	Assimetria	Curtose (excesso)	Máximo	Mínimo
IRDM11	-0.0001	0.0110	-1.5613	12.16	0.0483	-0.1014
HGCR11	0.0002	0.0072	-0.1272	2.96	0.0370	-0.0377
KNCR11	0.0004	0.0057	-0.0671	2.56	0.0304	-0.0379
KNHY11	0.0002	0.0071	-0.3402	3.53	0.0316	-0.0374
KNIP11	0.0000	0.0058	-0.2774	2.18	0.0256	-0.0309
MXRF11	0.0002	0.0060	-1.2727	8.46	0.0250	-0.0451
IBOV	0.0004	0.0128	-0.2054	0.55	0.0539	-0.0526

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yahoo Finance

Há que se notar a presença sistemática de excesso de curtose nos FIIs. Isto evidencia a presença do fato estilizado das séries financeiras da heterocedasticidade. Note a presença de curtose mais elevada nos fundos de Lajes. Este fato deve-se aos retornos negativos desses ativos durante o “lockdown” no período da pandemia.

Agrupando os ativos por setores e usando o mesmo peso para cada ativo, temos as estatísticas setoriais dadas na Tabela 5. Verifica-se que os grupos de CRI, Logística e Shopping apresentaram retornos médios aproximadamente iguais, já o grupo de Lajes corporativas obteve desempenho negativo durante o período analisado, como reportado foi o setor que mais sofreu com a pandemia.

Tabela 2: Estatística descritiva - Lajes

Ativo	Média	Desvio-padrão	Assimetria	Curtose (excesso)	Máximo	Mínimo
BCFF11	0,0003	0,0114	1,2041	5,97	0,0654	-0,0437
BRCR11	-0,0003	0,0104	0,0905	3,07	0,0476	-0,0508
KNRE11	-0,0010	0,0550	9,1357	211,45	1,1345	-0,4740
KNRI11	0,0001	0,0091	1,4514	16,65	0,0953	-0,0542
SPTW11	-0,0002	0,0162	-5,2511	69,52	0,0651	-0,2489
XPCM11	-0,0018	0,0223	-0,5615	10,52	0,1562	-0,1449
IBOV	0,0004	0,0128	-0,2054	0,55	0,0539	-0,0526

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yahoo Finance

Tabela 3: Estatística descritiva - Logística

Ativo	Média	Desvio-padrão	Assimetria	Curtose (excesso)	Máximo	Mínimo
BTLG11	0,0001	0,0070	-0,2204	2,51	0,0297	-0,0276
FIIB11	0,0003	0,0082	0,3783	3,76	0,0404	-0,0392
HGLG11	-0,0000	0,0082	-1,7855	26,07	0,0572	-0,0948
XPLG11	0,0001	0,0092	-0,0170	4,05	0,0486	-0,0431
IBOV	0,0004	0,0128	-0,2054	0,55	0,0539	-0,0526

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yahoo Finance

Tabela 4: Estatística descritiva - Shoppings

Ativo	Média	Desvio-padrão	Assimetria	Curtose (excesso de)	Máximo	Mínimo
HGBS11	0,0002	0,0093	0,1225	4,00	0,0489	-0,0463
FLMA11	-0,0000	0,0126	0,2321	8,45	0,0828	-0,0921
MALL11	0,0005	0,0084	-0,1738	4,47	0,0435	-0,0470
VISC11	0,0003	0,0092	-0,1580	2,41	0,0354	-0,0437
IBOV	0,0004	0,0128	-0,2054	0,55	0,0539	-0,0526

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yahoo Finance

Tabela 5: Estatística descritiva - Setores e Ibovespa

Ativo	Média	Desvio-padrão	Assimetria	Curtose (excesso de)	Máximo	Mínimo
CRI	0,0002	0,0042	-0,5159	3,79	0,0242	-0,0216
Lajes	-0,0002	0,0071	-0,2800	6,02	0,0494	-0,0469
Logística	0,0002	0,0055	0,2716	2,33	0,0239	-0,0235
Shopping	0,0002	0,006	0,2474	3,83	0,0361	-0,0300
IBOV	0,0004	0,0128	-0,2054	0,55	0,0539	-0,0526

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Yahoo Finance

5 Resultados

O modelos da família GARCH estimados para os fundos de papéis resultou nos resultados apresentados na Tabela 6. A partir dos modelos obtidos acima, pode-se alcançar as correlações condicionais médias apresentadas na Tabela 7. Pode-se concluir que os ativos IRDM11 e KNIP11 obtiveram as menores correlações condicionais médias contra o Ibovespa. Apresentam correlações condicionais médias de 0,06 e 0,09 e desvios-padrão de 0,01 para ambos. Tais ativos constituem as melhores opções de diversificação para a posição comprada no Ibovespa. Já o KNCR11 possui o maior coeficiente de correlação sendo uma opção *the hedge* na posição vendida contra o Ibovespa.

Tabela 6: Modelos de Volatilidade: Fundos de Papéis

Ativo	Volatilidade	Retorno (ARMA)
Ibov	GARCH com distribuição t-Student	(1,0)
IRDM11	EGARCH com distribuição t-Student	(2,0)
HGCR11	GARCH com distribuição skew-t Student	(0,2)
KNCR11	GARCH com distribuição skew-t Student	(4,2)
KNHY11	GJR-GARCH com distribuição skew-t Student	(2,1)
KNIP11	GJR-GARCH com distribuição t-Student	(1,0)
MXRF11	EGARCH com distribuição t-Student	(1,1)

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 7: Correlação dos fundos de Papéis com Ibovespa

Ativo	Correlação média	Desvio-Padrão	Máximo	Mínimo
IRDM11	0,06	0,01	0,12	-0,01
HGCR11	0,16	0,01	0,23	0,12
KNCR11	0,24	0,02	0,35	0,19
KNHY11	0,20	0,01	0,29	0,17
KNIP11	0,09	0,01	0,15	0,03
MXRF11	0,17	0,01	0,23	0,13

Fonte: Elaborado pelos autores

A estimação nos fundos de Lajes resultou nos modelos apresentados na Tabela 8. A partir destes modelos, obtém-se a correlação condicional dos fundos com relação ao Ibovespa, conforme descrito na Tabela 9. O ativo BCFF11 apresentou a menor correlação média constituindo-se no mais adequado para diversificação com o Ibovespa, seguido do BRCR11. Já o ativo XPCM11, na posição vendida, constitui-se a melhor opção para proteger o investidor na posição comprada no Ibovespa.

A Tabela 10 apresenta os resultados da estimação dos fundos de Logística. A Tabela 11 mostra que o ativo XPLG11 possui a menor correlação com o Ibovespa sendo o mais apropriado para diversificar a posição comprada no Ibovespa. O ativo FIIB11 apresenta a maior correlação positiva, sendo o mais adequado para estabelecer o *hedge* na posição vendida,

Tabela 8: Modelos de Volatilidade: Fundos de Lajes

Ativo	Volatilidade	Retorno (ARMA)
Ibov	GARCH com distribuição t-Student	(1,0)
BCFF11	GARCH com distribuição skew-t Student	(2,1,0)
BRCR11	GJR-GARCH com distribuição skew-t Student	(1,2)
KNRE11	GJR-GARCH com distribuição skew-t Student	(1,1)
KNRI11	GJR-GARCH com distribuição skew-t Student	(5,1,0)
SPTW11	GARCH com distribuição t Student	(1,3)
XPCM11	GJR-GARCH com distribuição skew- t Student	(1,0)

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 9: Correlação dos fundos de Lajes com Ibovespa

Ativo	Correlação média	Desvio-Padrão	Máximo	Mínimo
BCFF11	0,04	0,00	0,05	0,03
BRCR11	0,07	0,01	0,08	0,06
KNRE11	0,15	0,01	0,16	0,13
KNRI11	0,08	0,00	0,09	0,07
SPTW11	0,10	0,00	0,12	0,09
XPCM11	0,19	0,01	0,21	0,17

Fonte: Elaborado pelos autores

contra o Ibovespa.

Tabela 10: Modelos de Volatilidade: Fundos de Logística

Ativo	Volatilidade	Retorno (ARMA)
Ibov	GARCH com distribuição t-Student	(1,0)
BTLG11	GARCH com distribuição t-Student	(2,1)
FIIB11	GJR-GARCH com distribuição t-Student	(4,1)
HGLG11	GJR-GARCH com distribuição skew-t Student	(0,0)
XPLG11	GARCH com distribuição skew- t Student	(0,0)

Fonte: Elaborado pelos autores

A estimação dos modelos de volatilidade para o fundos de Shopping estão apresentados na Tabela 12. As correlações condicionais médias estão apresentadas na Tabela 13. Neste setor, observa-se que o ativo MALL11 apresenta a menor correlação positiva com o Ibovespa sendo o mais adequado para diversificação nesta categoria. O ativo FLMA11 possui a maior correlação positiva sendo que a posição vendida é a mais apropriada para o *hedge*.

Os ativos setoriais compostos na Tabela 5 foram estimados resultando nos modelos mostrados na Tabela 14. Dentre os setores, aquele compostos de fundos de Papéis apresentou a

Tabela 11: Correlação dos fundos de Logística com Ibovespa

Ativo	Correlação média	Desvio-Padrão	Máximo	Mínimo
BTLG11	0,11	0,02	0,17	0,05
FIIB11	0,20	0,04	0,30	0,11
HGLG11	0,19	0,03	0,27	0,06
XPLG11	0,08	0,03	0,32	0,04

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 12: Modelos de Volatilidade: Fundos de Shopping

Ativo	Volatilidade	Retorno (ARMA)
Ibov	GARCH com distribuição t-Student	(1,0)
HGBS11	GJR-GARCH com distribuição skew-t Student	(1,1)
FLMA11	EGARCH com distribuição skew-t Student	(0,2)
MALL11	GARCH com distribuição skew-t Student	(3,2)
VISC11	GJR-GARCH com distribuição skew-t Student	(0,0)

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 13: Correlação dos fundos de Shopping com Ibovespa

Ativo	Correlação condicional média	Desvio-Padrão	Máximo	Mínimo
HGBS11	0,13	0,01	0,22	0,08
FLMA11	0,27	0,01	0,36	0,22
MALL11	0,10	0,01	0,17	0,02
VISC11	0,32	0,01	0,23	0,43

Fonte: Elaborado pelos autores

correlação mais baixa com o Ibovespa por esta razão mais adequado à diversificação da posição comprada no Ibovespa. O setor composto por fundos de Shopping apresenta a maior correlação positiva, sendo, por isso, o mais apropriado para o *hedge* em posição vendida com a posição comprada no Ibovespa.

Tabela 14: Modelos de Volatilidade: grupos setoriais

Ativo	Volatilidade	Retorno (ARMA)
IBOV	GARCH com distribuição t-Student	(1,0)
CRI	GJR-GARCH com distribuição t-Student	(0,0)
Lajes	GARCH com distribuição skew-t Student	(1,1,0)
Logística	GJR-GARCH com distribuição t-Student	(4,0)
Shoppings	GJR-GARCH com distribuição skew-t Student	(0,1,1)

Tabela 15: Correlação dos grupos setoriais com Ibovespa

Setor	Correlação média	Desvio-Padrão	Máximo	Mínimo
Papéis	0,19	0,02	0,28	0,13
Lajes	0,26	0,02	0,36	0,16
Logística	0,29	0,02	0,37	0,20
Shopping	0,31	0,01	0,38	0,24

6 Conclusão

A exposição ao risco de perdas constitui uma condição inerente no domínio dos investimentos, afetando tanto investidores iniciantes quanto experientes. Na construção de um portfólio de investimentos, torna-se imprescindível considerar o perfil de risco, a capacidade de investimento e a necessidade de liquidez do investidor. O mercado brasileiro, frequentemente impactado por instabilidades políticas e econômicas, demanda uma antecipação cuidadosa de possíveis flutuações do Ibovespa, as quais podem acarretar consequências financeiras adversas.

De acordo com a regulamentação nacional, os Fundos de Investimentos Imobiliários (FIIs) configuram-se como uma forma organizada de recursos destinados à aplicação em empreendimentos imobiliários. Como supracitado, a expansão desses fundos no Brasil tem sido atribuída à estabilização econômica alcançada desde a década de 1990, graças às medidas de controle inflacionário, aos progressos na legislação imobiliária e ao aumento dos investimentos externos, especialmente em resposta às crises econômicas em nações desenvolvidas. Os investimentos em imóveis possuem uma característica dual de consumo e investimento, sendo tanto residências quanto partes do patrimônio familiar, o que pode complicar a otimização das decisões de investimento. Contudo, os FIIs proporcionam aos investidores, inclusive aos menores, uma via para acessar o mercado imobiliário de forma mais eficiente, permitindo a aquisição de frações de imóveis que separam decisões de consumo das de investimento. Além disso, a diversificação por meio dos FIIs representa uma oportunidade estratégica para aqueles que buscam a otimização das suas carteiras, visto que o risco de um investimento é composto por uma parcela diversificável e outra não diversificável. A diversificação dos FIIs é implementada através de investimentos em uma variedade de empreendimentos, o que reduz o risco específico de cada ativo e concentra a exposição exclusivamente no risco não diversificável, que persiste independentemente da formação de um portfólio diversificado.

Este artigo teve por objetivo examinar as correlações entre Fundos Imobiliários de quatro classes distintas listados na B3 e o índice Ibovespa, visando identificar ativos que proporcionam maior proteção a portfólios com exposição ao referido índice. Utilizou-se o modelo DCC-GARCH para analisar as correlações condicionais dos retornos dos ativos e, com base nesses resultados, construiu-se uma carteira com alocação equitativa entre os ativos de cada classe. Os achados contribuem para uma compreensão mais aprofundada da dinâmica de proteção e diversificação oferecida pelos Fundos Imobiliários no contexto do mercado acionário brasileiro.

A partir deste método, constatou-se que o fundo imobiliário BCFF11, pertencente à classe de lajes corporativas, apresentou a menor correlação com o Ibovespa, registrando uma correlação condicional média de 0,04 e um desvio-padrão de 0,003. Seguiram-se os ativos IRDM11, da categoria de Certificados de Recebíveis Imobiliários (CRI), e BRCR11 e KNRI11, ambos da classe de lajes corporativas, bem como KNIP11, também da categoria de CRI, que exibiram a segunda, terceira, quarta e quinta menores correlações condicionais médias, respectivamente, entre todos os ativos avaliados. Quanto à análise por classes de ativos, observou-se que a carteira composta por CRIs apresentou a menor correlação condicional média, de 0,19.

Para investidores que buscam proteção de portfólio, os ativos BCFF11, IRDM11, BRCR11, KNRI11 e KNIP11 demonstram ser opções robustas, evidenciando correlações condicionais médias inferiores a 0,1. Além disso, esses cinco ativos apresentam um desvio-padrão de até 0,01, sugerindo uma resiliência notável frente a movimentos abruptos do mercado, comumente desencadeados por choques exógenos. Embora o período de análise deste estudo não inclua a fase inicial da pandemia de COVID-19, uma análise exploratória subsequente indicou um aumento nas correlações entre os ativos em estudo e o Ibovespa durante a crise pandêmica que se instaurou globalmente no primeiro trimestre de 2020. Este aumento nas correlações é de interesse significativo para pesquisas futuras, pois pode indicar uma tendência de comportamento do mercado em resposta a eventos sistêmicos externos.

Como trabalhos futuros pode-se explorar métodos alternativos de modelagem para aprimorar a robustez e a precisão na previsão de volatilidade e correlação entre os fundos de investimento e o Ibovespa. Modelos híbridos que combinem elementos do GARCH com algoritmos de aprendizado de máquina podem ser utilizados e comparados aos aplicados no presente artigo (vide Tian et al. (2021) e Murali et al. (2020)). Adicionalmente, a análises de sensibilidade pode ser realizadas para entender o impacto de diferentes distribuições sobre os resultados dos modelos estimados (Manganelli (2004) e Choi e Kim (2024)). A presente análise também pode ser expandida para incluir outros indicadores econômicos e ativos, promovendo uma visão mais abrangente sobre a diversificação e estratégias de hedge no contexto financeiro brasileiro.

Referências

- [1] AIUBE, F. A. L., AND FAQUIERI, W. B. Hedging the brazilian stock index in the era of low interest rates: What has changed? *Brazilian Review of Finance* 18, 3 (2020), 5–26.
- [2] CHANDRASHEKARAN, V. Time-series properties and diversification benefits of reit returns. *Journal of Real Estate Research* 17, 1 (1999), 91–112.
- [3] ENGLE, R. Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models. *Journal of Business & Economic Statistics* 20, 3 (2002), 339–350.
- [4] FORBES, K. J., AND RIGOBON, R. No contagion, only interdependence: measuring stock market comovements. *The journal of Finance* 57, 5 (2002), 2223–2261.

- [5] HUANG, J.-Z., AND ZHONG, Z. Time variation in diversification benefits of commodity, reits, and tips. *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 46 (2013), 152–192.
- [6] NELSON, D. Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society* 59, 2 (1991), 347–370.
- [7] PARK, J. Y., MULLINEAUX, D. J., AND CHEW, I.-K. Are reits inflation hedges? *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 3 (1990), 91–103.
- [8] SCOЛЕSE, D., BERGMANN, D. R., DA SILVA, F. L., AND SAVOIA, J. R. F. Análise de estilo de fundos imobiliários no Brasil. *Revista de Contabilidade e Organizações* 9, 23 (2015), 24–35.
- [9] SERRA, R., MORAES, A., AND FAVERO, L. Fundo de investimento imobiliário: uma alternativa para diversificação. *Revista de Administração da Unimep* 15, 4 (2017), 229–252.
- [10] SHADAT, W. On the nonparametric tests of univariate garch regression models. *Economics Discussion Paper Series, EDP-1115* (2011).
- [11] TSAY, R. S. *Analysis of financial time series*. John wiley & sons, 2005.
- [12] WESTERHEIDE, P. Cointegration of real estate stocks and reits with common stocks, bonds and consumer price inflation-an international comparison. *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper*, 06-057 (2006).

Análise do impacto dos fundos de investimento imobiliários no índice nacional de custo da construção civil: Uma abordagem pelo VAR/VECM

André Luis Brown de Carvalho *

Fernando Antonio Lucena Aiube † Daiane Rodrigues dos Santos ‡

12 de fevereiro de 2025

Resumo

O setor imobiliário desempenha um papel significativo na economia brasileira e os Fundos de Investimentos Imobiliários – FIIs destacam-se como uma forma, cada vez mais popular de investimento nesse mercado. Este estudo busca investigar como os FIIs influenciam o Índice Nacional da Construção Civil - INCC, que é um indicador que reflete a evolução dos custos do setor de construção civil no Brasil. A utilização de modelos VAR/VECM permitem uma análise dinâmica e de longo prazo das relações entre essas variáveis, de modo que o presente artigo propõe uma análise do impacto dos FIIs no INCC, utilizando o modelo de Vetores Autorregressivos (VAR) e Vetores de Correção de Erro (VEC). O INCC é uma medida crucial para compreender as variações nos custos da construção civil no Brasil, enquanto os FIIs são veículos de investimento que possuem ativos majoritariamente vinculados ao setor imobiliário. Entender a relação entre essas duas variáveis é de suma importância para investidores, gestores de fundos e formuladores de políticas econômicas.

Palavras-chave: Fundos imobiliários, INCC, PIB, NTN-B, Inflação, INCC, IFIX, VAR(p).

Código JEL: C3, G5, R39

1 Introdução

O setor imobiliário desempenha um papel crucial na economia brasileira, contribuindo para o crescimento econômico, geração de empregos e formação de riqueza de diversos agentes econômicos no país. Dentre as diversas facetas desse setor, os Fundos de Investimento Imobiliário – FIIs emergem como uma ferramenta importante para investidores, proporcionando acesso diversificado ao mercado imobiliário. No presente trabalho será explorada

*Aluno do Curso de Doutorado em Economia do PPGCE/UERJ

†Professor Associado do PPGCE/UERJ

‡Professora Adjunta do PPGCE/UERJ

empiricamente a relação dinâmica entre FIIs e índices de inflação, em específico, o INCC, utilizando abordagens VAR/VECM.

Como supracitado o setor imobiliário é um componente importante da economia e, especificamente ao que se refere à construção civil, possui participação média relativa de 7,5% da população ocupada no Brasil, entre os anos de 2000 e 2023, conforme dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, refletindo não apenas a oferta e demanda por propriedades, mas também influenciando uma variedade de setores interconectados. Investimentos em construção civil não só geram empregos diretos, mas também impulsionam indústrias correlatas, como a de materiais de construção e serviços imobiliários. Além disso, o mercado imobiliário pode ser visto como um indicador da saúde econômica geral, sendo sensível a mudanças nas taxas de juros, políticas fiscais e condições macroeconômicas, sendo responsável pelo emprego de diversos fatores de produção e, por consequência, geração de renda para diversos agentes econômicos.

A CBIC, que tem por objetivo tratar das questões relativas à indústria da construção e ao mercado imobiliário, apresenta em seu Relatório dos Indicadores Imobiliários Nacionais, que o Produto Interno Bruto - PIB da construção civil no ano de 2022 foi da ordem de R\$ 294.039 bilhões, contribuindo de forma significativa para a renda nacional. Diante disso, é extremamente importante ressaltar a relação entre o crescimento do mercado imobiliário e o crescimento do mercado de fundos imobiliários.

Para 2025, as expectativas da CBIC permanecem positivas, de acordo com o relatório apresentado. O setor deverá continuar crescendo, com uma projeção de aumento de 2,3% no PIB da Construção Civil. No entanto, o cenário econômico nacional apresenta desafios, como a elevação das taxas de juros, que podem atingir 14,25% ao ano, e o aumento dos custos da construção, que superaram a inflação oficial do país. Essas condições econômicas podem impactar, de acordo com a CBIC, o financiamento imobiliário e inibir pequenos projetos. Apesar disso, espera-se que o mercado imobiliário continue a registrar resultados positivos, especialmente com o apoio do Programa Minha Casa, Minha Vida, e que o setor de infraestrutura receba impulsos de investimentos privados já contratados. Diante disso, é extremamente importante ressaltar a relação entre o crescimento do mercado imobiliário e o crescimento do mercado de fundos imobiliários.

Os FIIs foram criados pela Lei n.º 8.668, de 25 de junho de 1993 com o objetivo de dispor sobre a constituição e o regime tributário Fundos de Investimento Imobiliário e dos Fundos de Investimento nas Cadeias Produtivas Agroindustriais (Fiagro), além de outras providências. Assim, os artigos 1º ao 6º da Lei supracitada introduzem os aspectos fundamentais do seu funcionamento, conforme pode ser observado a seguir, *in verbis*:

Art 1 Ficam instituídos Fundos de Investimento Imobiliário, sem personalidade jurídica, caracterizados pela comunhão de recursos captados por meio do Sistema de Distribuição de Valores Mobiliários, na forma da Lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976, destinados a aplicação em empreendimentos imobiliários.

Art. 2 O Fundo será constituído sob a forma de condomínio fechado,

proibido o resgate de quotas, com prazo de duração determinado ou indeterminado.

Art. 3 As quotas dos Fundos de Investimento Imobiliário constituem valores mobiliários sujeitos ao regime da Lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976, admitida a emissão sob a forma escritural.

Art. 4 Compete à Comissão de Valores Mobiliários autorizar, disciplinar e fiscalizar a constituição, o funcionamento e a administração dos Fundos de Investimento Imobiliário, observadas as disposições desta lei e as normas aplicáveis aos Fundos de Investimento.

Art 5 Os Fundos de Investimento Imobiliário serão geridos por instituição administradora autorizada pela Comissão de Valores Mobiliários, que deverá ser, exclusivamente, banco múltiplo com carteira de investimento ou com carteira de crédito imobiliário, banco de investimento, sociedade de crédito imobiliário, sociedade corretora ou sociedade distribuidora de títulos e valores mobiliários, ou outras entidades legalmente equiparadas.

Art 6 O patrimônio do Fundo será constituído pelos bens e direitos adquiridos pela instituição administradora, em caráter fiduciário. (GRIFO NOSSO)

Em geral, conforme apontado por Lima (2011) [5] e em linha com a Lei no 8.668/1993, os FIIs se constituem como condomínios de investimentos de modo que seu objetivo fundamental se refere à aplicação dos recursos conjuntos em empreendimentos imobiliários ou seus derivativos. Diante disto, Lima (2011) [5] destaca que, in verbis: Assim, os FIIs são focados em: i) oferecer ao investidor (cotista do fundo) um ambiente de investimento ancorado em ativos com expectativa de estabilidade de valor no longo termo, e ii) aplicar recursos em produtos capazes de produzir renda mensal regular no longo prazo.

Sendo assim, o referido autor aponta ainda que os FIIs, como instrumentos financeiros, desempenham um papel crucial ao oferecerem aos investidores a oportunidade de participar do mercado imobiliário sem a necessidade de adquirir propriedades físicas. Por meio de investimentos em ativos como edifícios comerciais, residenciais e empreendimentos imobiliários, os FIIs proporcionam diversificação e liquidez aos investidores. A literatura destaca a importância desses veículos na democratização do acesso ao mercado imobiliário, permitindo que investidores de diferentes perfis participem dos ganhos do setor.

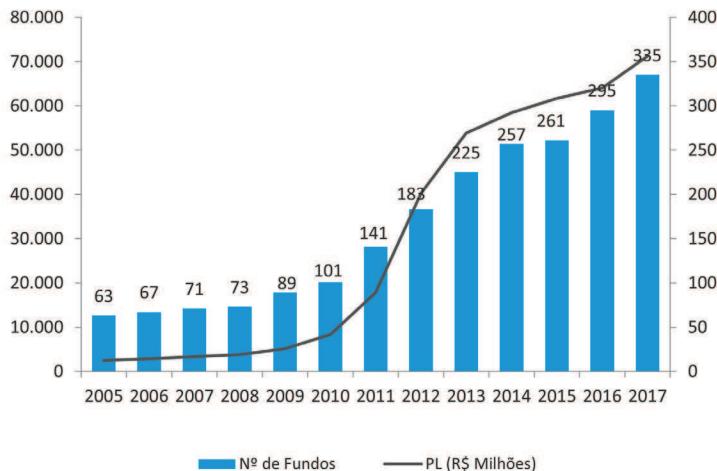
A inspiração brasileira para a criação dos FIIs são os Real Estate Investment Trust (REIT), com origem no Estados Unidos da América – EUA, criados nos idos dos anos 1960, porém, demoraram a se tornarem populares no Brasil, ganhando expressão nacional após regulamentação nacional pela Instrução Normativa CVM n.º 472/08.

O crescimento do mercado de FIIs bem como a necessidade de aprimoramento das normas de funcionamento e autoregulação ensejaram a criação, pela AMBIMA de seções específicas

cas no Código AMBIMA de Regulação e Melhores Práticas para Fundos de Investimento, especificamente, o Anexo III e seus capítulos 1 ao 4.

Silva e Galdi (2017) [6] destacam que, conjuntamente com as mudanças no cenário macroeconômico apresentadas desde a formulação do Plano Real e mudanças na legislação e na autoregulação dos fundos houve uma popularização deste mercado, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1: Evolução da Rentabilidade e da quantidade de FIIs



Observa-se ainda que a partir do ano de 2008, em decorrência da regulação provocada pela Instrução Normativa CVM n.º 472/2008 houve uma evolução significativa, tanto da quantidade de fundos imobiliários no Brasil quanto de seu patrimônio líquido e, a pergunta que provoca a elaboração do presente trabalho é, até que ponto a profusão dos fundos imobiliários no Brasil pode gerar pressões inflacionárias sobre os insumos da construção civil, em específico, ao INCC?

A relação entre FIIs e índices de inflação é uma área de pesquisa que busca analisar se retornos proporcionados pelos FIIs são geradores de pressões inflacionárias, pois os custos de construção e manutenção tendem a aumentar diante do aquecimento do mercado da construção civil e o aumento da oferta de fundos imobiliários podem se configurar como vetor importante de pressões inflacionárias pelo lado da oferta ou custo, sendo a hipótese a ser testada no presente trabalho.

Conforme apontado por Cavalcanti (2010) [2] com a obra seminal de Sims (1980) [14] o uso de modelos de vetores autorregressivos se tornou muito popular entre os economistas em virtude deles permitirem uma análise entre as múltiplas variáveis de modo a identificar suas interpelações temporais a partir de um conjunto mínimo de restrições. Entretanto, o autor aponta que o problema da identificação, ou seja, a possibilidade de isolar o efeito de uma variável na outra ainda é não foi solucionado, motivo este que explica o surgimento

de outros métodos de identificação na literatura econométrica.

Segundo Greene (2008) [7] a motivação por trás do uso do modelo VAR na macroeconomia é em função dos grandes modelos de equações estruturais utilizados nas décadas de 1950 e 1960, construídos sobre uma base teórica que não se revelou satisfatória. Assim, o desempenho das previsões apresentados pelo modelo VAR ultrapassou o dos grandes modelos estruturais até então utilizados, alguns contendo centenas de equações.

Desta maneira, a utilização de abordagens Vetores Autorregressivos/Vetores de Correção de Erro - VAR/VECM permitem uma análise dinâmica das interações entre FIIs e índices de inflação ao longo do tempo, consistindo em ferramentas poderosas na análise de séries temporais, permitindo capturar a dinâmica das variáveis e a resposta a choques.

Greene (2008) [7] destaca que, inicialmente, um modelo VAR é um modelo de regressões aparentemente não relacionadas e particularmente simples pelo fato de que, cada equação tem o mesmo conjunto de regressores, ou seja, a forma tradicional do modelo originalmente proposto por Sims (1980) [15]. Além disso, o VAR também pode ser visto como a forma reduzida de um modelo de equações simultâneas, conforme apresentado na equação (1).

Assim, conforme apontado por Hanck et al. (2023) [8], o modelo de autorregressão vetorial (VAR) estende a ideia de autorregressão univariada para o tempo k regressões em série, onde os valores defasados de todas as séries k aparecem como regressores, ou seja, em um modelo VAR é regredido um vetor de variáveis de séries temporais em vetores defasados dessas mesmas variáveis. Desta forma, a ordem de defasagem é denotada por p então o modelo VAR(p) de duas variáveis X_t e Y_t onde $k = 2$ é dado pelas equações 1a e 1b:

$$X_t = c_1 + \sum_{i=1}^p \phi_{11,i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{12,i} Y_{t-i} + \epsilon_{X,t} \quad (1a)$$

$$Y_t = c_2 + \sum_{i=1}^p \phi_{21,i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{22,i} Y_{t-i} + \epsilon_{Y,t} \quad (1b)$$

É importante ressaltar que, conforme esclarecido por Hanck et all (2023) [8], os parâmetros $\phi_{i,j}$ podem ser estimados usando Mínimos Quadrados Ordinários em cada uma das equações do sistema.

Em geral, a literatura destaca a importância do setor imobiliário na economia e discute a relação entre FIIs e índices de inflação. No entanto, não explora especificamente a reação entre FIIs e o INCC. Este artigo contribui para a literatura existente sobre o tema aprofundando a discussão quantitativa fazendo uso da metodologia VAR/VECM.

Além desta Introdução, o artigo é composto pela Seção 2 que faz uma breve revisão da literatura, pela Seção 3 que apresenta a metodologia utilizada, pela Seção 4 que apresenta os resultados e, pela Seção 5 que apresenta as conclusões

2 Revisão da literatura

Orru Neto (2015) [13] apresenta em seu trabalho a relação entre o retorno do IFIX e a inflação, analisando-se, então, se os fundos de investimento imobiliários, podem ser considerados como uma forma de proteção contra a corrosão do poder de compra. Assim, o autor apresenta que os FIIs apresentam características de *hedge* contra a volatilidade dos mercados e contra o risco de tempo, mas não contra variáveis econômicas, como a inflação e o câmbio.

Marfatia et al. (2017) [9] apresentaram em seu trabalho uma análise para medir a extensão do impacto dos fundos imobiliários no tempo e sua relação com a política monetária dos EUA bem como notícias macroeconômicas sobre o investimento imobiliário internacional e os retornos das quotas dos fundos imobiliários. Em seus resultados os autores identificaram que houve significativa variação tanto entre os países quanto ao longo do tempo, evidenciando o impacto das notícias dos EUA nas nos retornos dos fundos imobiliários globais.

Chang (2017) [3] analisa em seu artigo as relações de dependência do último quantil entre a taxa de inflação e o retorno dos fundos imobiliários utilizando o método Markov-switching GRC (Gaussian Ranking Correlation) cópula. Em seus resultados empíricos, o autor indica que a dependência entre a taxa de inflação e o retorno dos fundos imobiliários é mista, demonstrando que capacidade de cobertura da inflação pelos índices de retorno dos fundos imobiliários não é fixa. Assim, o autor aponta que os índices de retorno dos fundos imobiliários não são a melhor maneira de proteção contra o risco de inflação, ao contrário, o índice tem capacidade de cobertura parcial da inflação.

Alcock e Steiner (2017) [1] apontam que gestores de carteira podem melhorar o desempenho dos portfólios por meio do seu ajuste ao risco real combinando ativos nominais com ativos nominais passivos, reduzindo, desta forma, a sensibilidade dos retornos reais ajustados ao risco à inflação inesperada. Os autores elaboraram em seu trabalho uma análise utilizando como proxy para ativos nominais, o valor dos fundos de investimento imobiliário dos EUA e, consequentemente, usaram uma amostra de retornos dos fundos de investimento imobiliário dos EUA, descobrindo que, entre outros pontos, as suas qualidades de cobertura frente a inflação estão inversamente relacionadas com desvios destes argumentos.

Victor e Razali (2019) [16] apresentam em sua análise a avaliação do impacto dos fatores macroeconômicos nos retornos excessivos dos fundos imobiliários asiáticos. Verificam que os fatores macroeconômicos que impactaram os retornos são taxas de juros de longo prazo, taxas de juros de curto prazo, inflação, produto interno bruto, índice de construção, produção industrial, oferta monetária, taxas de câmbio e risco de consumo. O excesso de retorno é considerado uma boa medida de desempenho para que os investidores avaliem os retornos esperados antes de tomarem uma decisão de investimento.

Ngene et al. (2020) [11] analisam os FIIs e a forma como proporcionam diversificação de portfólio e benefícios fiscais, além de um fluxo estável de renda e proteção contra a inflação para os investidores. Assim, os autores, por meio do emprego de um modelo de autorregressão, investigam as estruturas de dependência dos retornos dos FIIs. Analisam os efeitos marginais e agregados do sinal e tamanho dos retornos, ciclos de negócios, vo-

latilidade e na estrutura de dependência diária dos fundos. Em seus resultados gerais, os autores destacam que a previsibilidade dos retornos dos FIIs é determinada pelo estado do mercado, sinal, tamanho, volatilidade e frequência dos retornos.

Chudy e Cubbage (2020) [4] pesquisaram, de forma geral, o contexto histórico bem como um resumo dos investimentos florestais e financeiros, com foco em investimentos de capital florestal feitos por investidores institucionais e em fundos de investimentos imobiliários florestais, não incluindo terras públicas ou pequenos proprietários florestais privados individuais. Os autores apontam que os ativos florestais, caracterizados como uma classe de investimento, se expandiram devido a avanços analíticos, mudanças de propriedade, mercados globalizados e sustentabilidade dos fatores florestais. Os principais componentes que afetam os investimentos florestais são os retornos esperados dos ativos, diversificação, proteção contra inflação e liquidez e riscos naturais.

Olanrele et al. (2021) [12] analisam os efeitos causais dos preditores macroeconômicos sobre o desempenho dos dividendos dos fundos de investimentos imobiliários nigerianos. Para isso, os autores consideraram com indicadores macroeconômicos: taxa de juros, taxa de câmbio, taxa de inflação, capitalização de mercado e índice de todas as ações. Fazem uso do modelo ARDL (Autoregressive Distributed Lag).

Mpofu et al. (2023) [10] analisaram, até que ponto a epidemia do COVID-19 afetou a relação entre a inflação e os retornos dos fundos de investimento imobiliário na África do Sul. Para isto, os pesquisadores utilizaram o teste de cointegração de Johansen para verificar a existência de cointegração de longo prazo entre as variáveis, entre dezembro de 2013 e julho de 2022. Os autores identificaram que não houve evidência de uma relação de longo prazo entre retornos de inflação e retornos dos fundos de investimento imobiliários na África do Sul, por meio de um modelo VAR com um intervalo de período para cada variável que melhor descreve a relação.

3 Metodologia

Para efeito de aplicação empírica, no presente trabalho será investigada a relação de causa e efeito entre a inflação da construção civil no Brasil, utilizando como proxy, o Índice Nacional da Construção Civil – INCC, produzido pela Fundação Getulio Vargas, e os retornos dos fundos de investimento imobiliário no Brasil utilizando como proxy, o índice IFIX da B3. Assim, busca-se avaliar se os aumentos dos retornos dos fundos de investimento imobiliários no Brasil estão gerando pressão inflacionaria sobre os insumos da construção civil.

Para isto, no presente trabalho será proposto um modelo VAR/VECM e, de modo a viabilizar a possibilidade de execução da modelagem multivariada, será avaliada a função de correlação cruzada, passo este fundamental para o ajuste dos dados ao modelo proposto. Logo após, serão executados os testes para verificar a presença de estacionariedade na série temporal das variáveis de modo que, caso a série não apresente raiz unitária, será conduzido as estimativas pelo VAR com séries em nível; caso a série temporal possua raiz unitária mas sem a presença de cointegração, será necessária a diferenciação dos dados até que se tornem estacionários e assim estimar o VAR com as séries resultantes da diferenciação; e

caso a série temporal possua raiz unitária e seja cointegrada, o modelo será estimado por meio de um VECM com as variáveis em nível.

Serão utilizados os dados do Índice Nacional da Construção Civil - INCC, representado pela variável “incc”, a variação percentual IFIX, representado pela variável “ifix”, a variação percentual do Produto Interno Bruto – “pib” e o prêmio de risco do Título Notas do Tesouro Nacional, Série B (NTN-B), com vencimento em 2030, representado pela variável “ntn” como proxy da taxa de juros que pode ser arbitrada pelos investidores em substituição às cotas de FII’s.

Sendo assim, foi definido o modelo VAR/VECM descrito na equação (2):

$$\text{incc}_t = c_1 + \sum_{i=1}^p \phi_{11,i} \text{incc}_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{12,i} \text{ifix}_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{13,i} \text{pib}_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{14,i} \text{ntnb}_{t-i} + \epsilon_{\text{incc},t} \quad (2a)$$

$$\text{ifix}_t = c_2 + \sum_{i=1}^p \phi_{21,i} \text{incc}_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{22,i} \text{ifix}_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{23,i} \text{pib}_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{24,i} \text{ntnb}_{t-i} + \epsilon_{\text{ifix},t} \quad (2b)$$

$$\text{pib}_t = c_3 + \sum_{i=1}^p \phi_{31,i} \text{incc}_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{32,i} \text{ifix}_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{33,i} \text{pib}_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{34,i} \text{ntnb}_{t-i} + \epsilon_{\text{pib},t} \quad (2c)$$

$$\text{ntnb}_t = c_4 + \sum_{i=1}^p \phi_{41,i} \text{incc}_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{42,i} \text{ifix}_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{43,i} \text{pib}_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{44,i} \text{ntnb}_{t-i} + \epsilon_{\text{ntnb},t} \quad (2d)$$

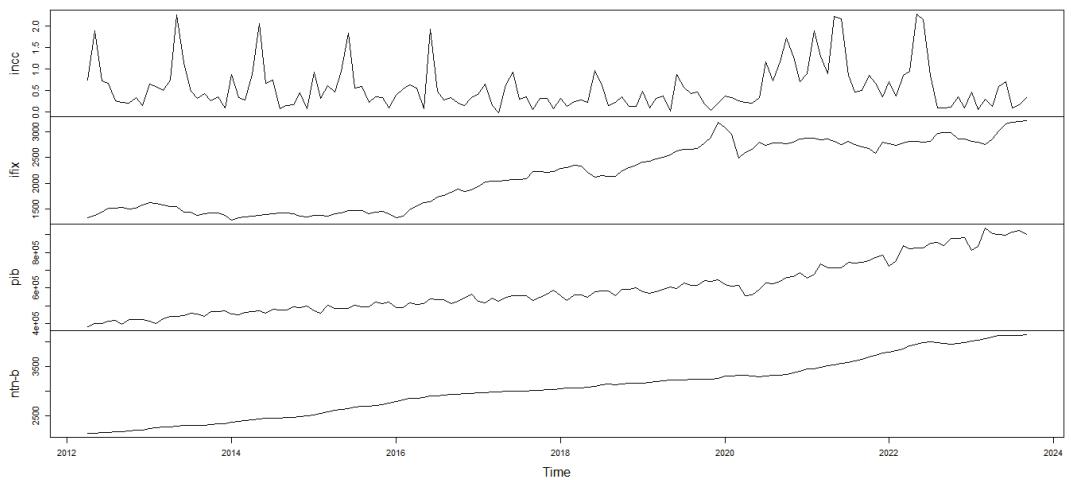
onde *incc* representa o INCC; *ifix* é a taxa de variação do IFIX, *pib* é a taxa de variação do PIB e *ntnb* é a taxa de variação do NTN-B com vencimento em 2030.

Os dados utilizados são todos oriundos do repositório de dados do Banco Central do Brasil, intitulado, Sistema Gerenciador de Séries Temporais, estando eles melhor descritos conforme segue:

- (i) (incc) INDICE NACIONAL DA CONTRUÇÃO CIVIL – INCC, dados mensais entre maio de 2012 e setembro de 2023, produzido pelo IBRE/FGV;
- (ii) (ret.ifix) VARIAÇÃO DO INDICE DE FUNDOS DE INVESTIMENTOS IMOBILIÁRIOS - IFIX, dados mensais entre maio de 2012 e setembro de 2023, disponibilizado pela B3;
- (iii) (ret.pib) VARIAÇÃO DO PRODUTO INTERNO BRUTO - PIB, dados mensais entre maio de 2012 e setembro de 2023, disponibilizados Banco Central do Brasil;
- (iv) (ret.ntn) VARIAÇÃO DA TAXA DE PRÊMIO DE RISCO DO NTN-B (2030), dados mensais entre maio de 2012 e setembro de 2023, disponibilizados pelo Banco Central do Brasil.

A Figura 2 apresenta sobre os dados que serão utilizados no modelo econométrico.

Figura 2: Comportamento das séries de dados



Assim, de acordo com o observado na Figura 2, com exceção da variável incc, as demais apresentam comportamento errático, indicando a possível presença de tendência e/ou sazonalidade.

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas dos dados.

Tabela 1: Estatística Descritiva das Variáveis do modelo

Estatística	INCC	IFIX	PIB	NTN-B
Média	0,5676	2147,423	592678,7	3052,514
Desvio Padrão	0,5226	625,95	142415,65	571,118
Assimetria	1,7399	0,02978	0,8274	0,2066
Curtose	2,6435	-1,569143	-3,004463	-8,996592
Máximo	2,2800	3219,28	938166,6	4139,230
Mínimo	0,0200	1282,040	381795,3	2133,880

Fonte: Os autores

4 Resultados

Para verificar a estacionariedade das séries será realizado o teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF).

A Tabela 2 apresenta os resultados do teste ADF com os valores críticos de cada uma

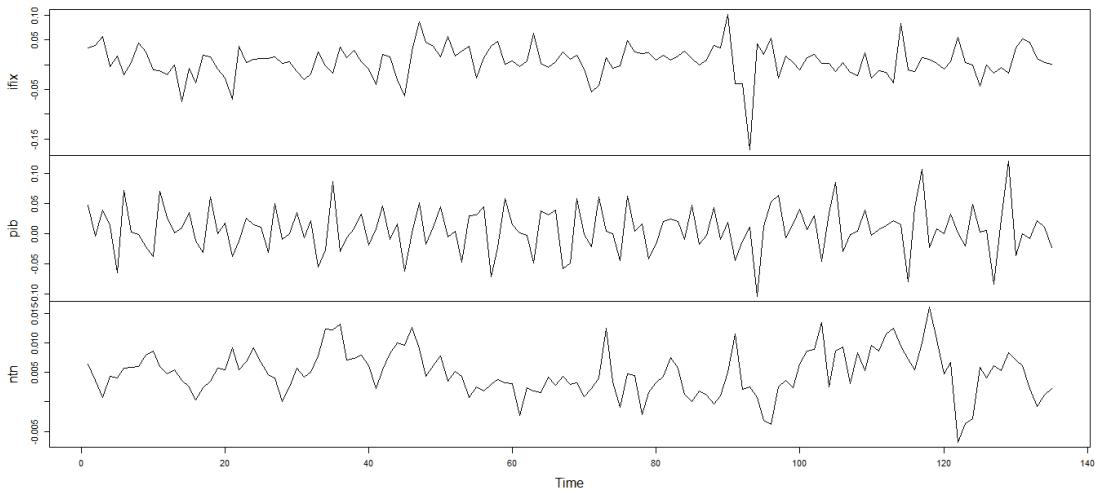
das variáveis do modelo. A variável incc é estacionária, não sendo necessário nenhum tratamento adicional, diferentemente das demais variáveis que deverão se diferenciadas. Após a diferenciação, as três séries temporais são apresentadas na Figura 3]. Aparentemente, as séries temporais relativas ao ifix, pib e ntn-b se comportam-se como estacionárias. A Tabela 3 confirma a estacionariedade das séries. Assim, no modelo VAR(p) será considerada a variável incc integrada e as demais variáveis ret.ifix, ret.pib e ret.ntn-b diferenciadas. Foi definido o número de defasagens do modelo VAR(p). Seguindo o critério de informação de Akaike foi encontrado $p = 1$. Realizada a estimativa do modelo na equação (2) com uma defasagem obtém-se os resultados na Tabela 4.

Tabela 2: Teste de Estacionariedade de Dickey-Fuller Aumentado

Variável	p-valor	Teste de Hipótese	Conclusão
incc	0,01	Rejeita a Hipótese Nula	Estacionário
ifix	0,396	Não Rejeita a Hipótese Nula	Não é estacionário
pib	0,961	Não Rejeita a Hipótese Nula	Não é estacionário
ntn-b	0,902	Não Rejeita a Hipótese Nula	Não é estacionário

Fonte: Os autores

Figura 3: Comportamento das variáveis não estacionárias após diferenciação



Ao analisar os resultados obtidos no modelo VAR(1) proposto, observa-se que, para a equação que explica o incc, além da constante, os coeficientes das variáveis defasadas, dados por $\phi_{1,1}$ e $\phi_{4,1}$ são significativas e diferentes de zero, afetando, portanto, o comportamento da variável incc. Entretanto, o coeficiente da variável ifix, ou seja, $\phi_{2,1}$ não é estatisticamente significante, indicando que os retornos defasados do IFIX não exercem impactos sobre a variável contemporânea do INCC.

Tabela 3: Teste de Estacionariedade de Dickey-Fuller Aumentado

Variável	p-valor	Teste de Hipótese	Conclusão
ret.ifix	0,01	Rejeita a Hipótese Nula	Estacionário
ret.pib	0,01	Rejeita a Hipótese Nula	Estacionário
ret.ntn-b	0,01734	Rejeita a Hipótese Nula	Estacionário

Fonte: Os autores

Tabela 4: Resultados da estimativa do modelo VAR(1)

	incc	ret.ifix	ret.pib	ret.ntnb
$\phi_{1,i}$	0,471*** (0,076)	-0,002 (0,005)	0,012** (0,006)	0,0001 (0,001)
$\phi_{2,i}$	0,685 (1,2116)	0,166* (0,087)	0,034 (0,096)	-0,003 (0,008)
$\phi_{3,i}$	0,894 (1,070)	0,019 (0,077)	-0,195** (0,085)	0,019** (0,007)
$\phi_{4,i}$	21,870** (10,359)	0,388 (0,743)	-0,680 (0,819)	0,582*** (0,070)
c_i	0,186** (0,079)	0,004 (0,006)	0,003 (0,006)	0,002*** (0,001)
R^2	0,252	0,029	0,077	0,370
R^2 Ajustado	0,229	-0,001	0,048	0,351
$\sigma_{\epsilon,i}$	0,463	0,033	0,037	0,003
Estatística F	10,856***	0,962	2,688**	18,971***

Entre parênteses o p-valor: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

Fonte: Os autores

Porém, antes de serem realizadas previsões sobre o comportamento das variáveis, se faz necessário realizar a análise dos resíduos e proceder os testes clássicos mencionados anteriormente, quais sejam: (i) Teste de Autocorrelação Serial Ljung-Box; (ii) Teste de Heterocedasticidade ARCH-LM; e (iii) Teste de Normalidade Jarque-Bera.

Os resultados dos testes indicam a presença de autocorrelação serial nos resíduos, ausência de normalidade e de heterocedasticidade. Foi realizado o teste de quebra estrutural nas variáveis que compõem o modelo e houve a rejeição da mesma no período analisado.

Segundo Greene (2008) [7], a causalidade no sentido definido por Granger (1969) [7] e Sims (1972) [14], é inferida quando os valores defasados de uma variável têm poder explicativo em uma regressão de uma outra variável defasada. O resultado do teste de causalidade não rejeita a hipótese nula de que não há evidências sobre a presença da causalidade de Granger.

Diante das propriedades observadas de não estacionariedade das séries foi realizada a análise de cointegração. Essa relação é modelada por meio de vetores de cointegração. Além

disso, modelos de correção de erros (*Error Correction Models - ECM*) são frequentemente usados em conjunto com modelos VAR(p) cointegrados. Esses modelos incorporam a ideia de que, a longo prazo, as variáveis retornam ao seu equilíbrio após qualquer desvio de curto prazo.

O teste de cointegração de Johansen indicou a presença de cointegração entre as variáveis fazendo-se necessário o uso do VECM. O modelo VECM transforma as variáveis não estacionárias em combinações lineares de variáveis estacionárias chamadas vetores de cointegração, facilitando a análise da dinâmica de curto e longo prazos, permitindo examinar a relação de equilíbrio de longo prazo e os ajustes de curto prazo separadamente, por meio do método de estimação da máxima verossimilhança ou pelo método dos mínimos quadrados ordinários.

Os resultados da estimativa paramétrica do modelo VECM(1) são similares àqueles do VAR(1), deixando evidente que a relação de cointegração observada no teste de Johansen é uma relação fraca, evidenciando que o INCC e as demais variáveis não mantêm um equilíbrio de longo prazo.

A análise das funções impulso-resposta mostra que, após o choque a variável incc tem seu comportamento alterado no período seguinte requerendo dez períodos seguintes para retornar ao seu nível original. Quando o choque gerado pela variável incc, ocorre uma queda no IFIX no período seguinte retornando ao nível original em quatro períodos.

5 Conclusão

Ao longo do presente trabalho, buscou-se analisar a relação de causa e efeito entre a evolução do INCC e os retornos do IFIX, utilizando uma série de dados temporais entre abril de 2012 e setembro de 2023 de modo a testar a hipótese de que o crescimento do mercado de fundos imobiliários no Brasil poderiam causar pressões inflacionárias na economia, notadamente no mercado da construção civil, mercado este responsável por absorver cerca de 7,5% da população ocupada nacional..

Assim, foi realizado uma pesquisa bibliográfica sobre o tema para levantar as principais contribuições acadêmicas que versam sobre a relação entre o INCC e o IFIX, entretanto, não foram localizadas, indicando a escassez de trabalhos nesse sentido. Os trabalhos levantados tratam de termos que giram em torno do mercado de fundos imobiliários, tais como trabalhos que discutem a possibilidade dos fundos imobiliários atuarem como hedge contra a inflação ou o impacto dos fundos imobiliários nas notícias macroeconômicas sobre investimento imobiliário nos EUA

Outros trabalhos apontaram a relação entre os fundos imobiliários e os impactos macroeconômicos enquanto outros trataram de questões relativas aos benefícios fiscais e diversificação de portfólio, demonstrando que a análise da relação entre o retorno dos fundos imobiliários e os impactos inflacionários decorrentes disso ainda são pouco abordados na literatura, objeto este que o presente trabalho tentar cobrir.

Sendo assim, a metodologia utilizada para a elaboração da pesquisa empírica foi a aplicação do modelo VAR(p) para um conjunto de variáveis que podem explicar a evolução do INCC, quais sejam: IFIX, PIB e NTN-B.

Ao implementar as análises preliminares, verificou-se que a série incc era estacionaria, condição necessária para modelos econométricos de séries temporais, como é o caso do VAR(p). Entretanto, as demais variáveis do modelo não apresentaram estacionariedade, sendo necessário diferenciá-las até que fossem estacionarias. Após uma única diferença nas variáveis IFIX, PIB e NTN-B, foi possível alcançar um conjunto de dados estacionários para construir o modelo VAR(p) que permitisse explicar o INCC, como variável dependente do modelo.

O próximo passo consistiu na definição no número de defasagens necessárias, o que no modelo VAR(p) é chamado de “ordem p do VAR”. Para isto, foi calculado os critérios de identificação de Akaike, Hanna-Quin, Schwarz e FPE. A literatura que trata da econometria de séries temporais recomenda que a escolha seja parcimoniosa de modo que o número de defasagens seja o menor possível. Sendo assim, como os critérios de Hanna-Quin e Schwarz recomendam apenas uma única defasagem nas variáveis, no presente trabalho o modelo executado será um VAR(1), contendo apenas uma única defasagem em suas variáveis.

Ao calcular o modelo VAR(1), conforme apontado na Figura 4, verificou-se que o impacto dos retornos do IFIX no INCC não eram estatisticamente significativos, sendo o INCC do período anterior o principal responsável pela evolução do INCC contemporâneo. O mesmo ocorre para os retornos do IFIX que são afetados pela IFIX do período anterior, fazendo com que a hipótese testada no presente trabalho fosse rejeitada.

Entretanto, para que as estimativas presentes nos resultados do VAR(1), contidos na Figura 4, possam ser considerados fidedignos, é necessários realizar alguns testes, entre eles, os testes nos resíduos (autocorrelação serial, homoscedasticidade e normalidade). Os testes realizados apontaram a presença de autocorrelação serial e de não normalidade dos resíduos, o que é relativamente normal ocorrer com dados econômicos reais. Seguindo o protocolo de testes nos dados, foi testada a presença de quebra estrutura sendo esta hipótese rejeitada para as séries de dados utilizadas no período entre abril de 2012 e setembro de 2023. Foi testada ainda a causalidade de Granger onde foi verificado que as variáveis INCC e IFIX não possuem causalidade no sentido de Granger.

Em seguida, foi verificado para o conjunto de dados utilizados no modelo VAR(1) a presença de cointegração entre as variáveis e, dado que a série do INCC era originalmente estacionária, verificou-se que não há cointegração entre o INCC e as demais variáveis, entretanto, é possível que as demais variáveis sejam cointegradas entre si, recomendando-se a execução de um modelo de correção de erros (VECM). Ao executar o modelo VECM verificou-se que os seus resultados são exatamente os mesmos do modelo VAR(1) indicando que deve haver alguma relação de cointegração entre as demais variáveis do modelo o que explicaria o resultado do teste de Johansen, sendo este fato suficiente para descartar a presença de cointegração entre o INCC e as demais variáveis, fazendo com que os resultados do VECM

sejam idênticos ao VAR(1).

Por fim, foi executado a função impulso-resposta para verificar o impacto que um choque do IFIX poderia causar no INCC e os resultado indicam que os impactos são baixos e que em poucos períodos a variável que sofreu o choque retorna para sua trajetória original.

Desta forma, com base nos dados e nos procedimentos econométricos executados no presente trabalho, verifica-se que os impactos dos retornos do IFIX na evolução do INCC não são estatisticamente significativos, para o conjunto de dados utilizados, sendo possível rejeitar a hipótese de que a evolução do mercado de fundos imobiliários no Brasil poderia causar impactos inflacionários capturados pelo INCC. Destaca-se que por e tratar de um tema com pouca produção acadêmica, recomenda-se que futuros trabalhos sejam desenvolvidos de modo a identificar quais as variáveis que são mais impactadas pela evolução do mercado de fundos imobiliários no Brasil, com destaque para o mercado de aluguéis domiciliares e comerciais, de modo que sejam elaboradas políticas públicas que protejam os mercados e os seus agentes econômicos.

Referências

- [1] ALCOCK, J., AND STEINER, E. Unexpected inflation, capital structure, and real risk-adjusted firm performance. *Abacus* 53, 2 (2017), 273–298.
- [2] CAVALCANTI, M. A. Identificação de modelos var e causalidade de granger: uma nota de advertência. *Economia Aplicada* 14 (2010), 251–260.
- [3] CHANG, K.-L. Does reit index hedge inflation risk? new evidence from the tail quantile dependences of the markov-switching grg copula. *The North American Journal of Economics and Finance* 39 (2017), 56–67.
- [4] CHUDY, R., AND CUBBAGE, F. W. Research trends: Forest investments as a financial asset class. *Forest policy and economics* 119 (2020), 102273.
- [5] DA ROCHA LIMA JR, J. Fundos imobiliários têm futuro no brasil? *Real Estate Mercado* (2011).
- [6] DA SILVA, A. E. M., AND GALDI, F. C. Determinantes de performance dos fundos de investimentos imobiliários brasileiros (fiis), 2015.
- [7] GREENE, W. H. Econometric analysis 4th edition. *International edition, New Jersey: Prentice Hall* (2008), 201–215.
- [8] HANCK, C., ARNOLD, M., GERBER, A., AND SCHMELZER, M. Introduction to econometrics with r. In *Introduction to econometrics with R: Hanck, Christoph/ uArnold, Martin/ uGerber, Alexander/ uSchmelzer, Martin.* Essen, Germany: University of Duisburg-Essen, Department of Business . . . , 2024.
- [9] MARFATIA, H. A., GUPTA, R., AND CAKAN, E. The international reit's time-varying response to the us monetary policy and macroeconomic surprises. *The North American Journal of Economics and Finance* 42 (2017), 640–653.
- [10] MPOFU, B., MOOBELA, C., AND SIMBANEGBAVI, P. Effects of covid-19 on the relationship between inflation and reits returns in south africa. *Journal of Property Investment & Finance* 41, 5 (2023), 506–522.
- [11] NGENE, G. M., MANOHAR, C. A., AND JULIO, I. F. Overreaction in the reits market: new evidence from quantile autoregression approach. *Journal of Risk and Financial Management* 13, 11 (2020), 282.
- [12] OLANRELE, O. O., FATEYE, O. B., ADEGUNLE, T. O., AJAYI, C., SAID, R., AND BAAKI, K. Causal effects of macroeconomic predictors on real estate investment trust's (reit's) performance in nigeria. *Pacific Rim Property Research Journal* 26, 2 (2020), 149–171.
- [13] ORRU NETO, A. *Fundos de investimento imobiliário e suas características de hedge contra inflação no Brasil.* PhD thesis, 2015.
- [14] SIMS, C. Money, income, and causality. *Rational Expectations and Econometric Practice, ed. Lucas RE and Sargent T. J (University of Minnesota Press, 1981)* (1981), 387–403.

- [15] SIMS, C. A. Macroeconomics and reality. *Econometrica: journal of the Econometric Society* (1980), 1–48.
- [16] VICTOR, E. S., AND RAZALI, M. N. Macroeconomic impact on the excess returns of asian reits. *International Journal of Built Environment and Sustainability* 6, 1-2 (2019), 137–145.

Modelagem Preditiva do IFIX com Deep Learning

Edison Tito *

Fernando Aiube †

Marlon M. López-Flores ‡

24 de janeiro de 2025

Resumo

A participação de investidores no mercado de fundos imobiliários no Brasil tem crescido de forma significativa. Como consequência, observou-se um aumento do interesse dos agentes econômicos na previsão dos preços nesse mercado. Este artigo analisa a previsão do Índice de Fundos Imobiliários (IFIX) utilizando dois métodos: o modelo clássico de séries temporais ARMA-GARCH e redes neurais com a arquitetura *Long Short-Term Memory* (LSTM). Os resultados demonstram que a capacidade preditiva do modelo baseado em redes LSTM supera, de maneira significativa, o desempenho do método clássico.

Palavras-chave: Fundos de Investimento Imobiliário; IFIX; LSTM; Deep Learning; Machine Learning

Código JEL: C22; C45

1 Introdução

O mercado imobiliário brasileiro desempenha um papel crucial na economia nacional, contribuindo significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) e sendo um dos principais geradores de emprego no país. Nesse contexto, os Fundos de Investimento Imobiliários (FIIs) surgem como instrumentos financeiros que permitem aos investidores participarem do mercado imobiliário de forma indireta. Esses fundos oferecem vantagens como diversificação de portfólio, maior liquidez em relação à posse direta de imóveis e benefícios fiscais, incluindo isenção de imposto de renda sobre os rendimentos distribuídos a pessoas físicas, desde que atendidas determinadas condições.

O Índice de Fundos de Investimento Imobiliário (IFIX), calculado pela B3 (Brasil, Bolsa, Balcão), serve como referência para o desempenho dos FIIs no Brasil, refletindo a variação média dos preços das cotas dos principais fundos negociados no mercado. A previsão precisa do IFIX é essencial para investidores e gestores de portfólio, auxiliando na tomada de

*Instituto de Matemática e Estatística, UERJ - email: edison.tito@gmail.com

†Faculdade de Ciências Econômicas, UERJ - email: faiube@gmail.com

‡Departamento de Economia, PUC-Rio - email: mmlf@econ.puc-rio.br

decisões estratégicas de investimento, antecipando movimentos de mercado e otimizando retornos.

Nos últimos anos, observou-se um crescimento expressivo na participação de investidores pessoa física no mercado de FIIs. Dados da B3 indicam que, até 2023, o número de investidores pessoa física em fundos imobiliários ultrapassou os 2 milhões, representando mais de 99% do total de cotistas. Esse aumento reflete fatores como a busca por alternativas de investimento mais rentáveis em um cenário de juros baixos e a acessibilidade proporcionada pelas plataformas digitais de investimento.

A previsão de preços de ativos financeiros tem sido historicamente um desafio acadêmico. As séries temporais financeiras são frequentemente modeladas por métodos econométricos clássicos, como ARMA-GARCH, que consideram o comportamento heterocedástico da volatilidade. No entanto, características como não-linearidade, não estacionariedade, dependência temporal de curto e longo prazos, assimetria, caudas pesadas, autocorrelação, efeito alavanca e não-Gaussianidade dos retornos tornam a previsão dessas séries uma tarefa extremamente complexa.

Mais recentemente, métodos de aprendizado de máquina (*Machine Learning* - ML) têm sido aplicados com sucesso à previsão de variáveis econômicas. Entre esses, o *Deep Learning* (DL) tem demonstrado capacidade superior na precisão de previsões, superando as limitações dos métodos econométricos tradicionais. Dell (2024) [3] apresenta uma revisão sistemática sobre diversas aplicações de DL em economia. Redes Neurais Recorrentes (RNNs), especialmente as arquiteturas *Long Short-Term Memory* (LSTM) e *Gated Recurrent Unit* (GRU), destacam-se pela habilidade de modelar séries temporais financeiras, capturando dependências de longo prazo e padrões complexos nos dados (Hochreiter e Schmidhuber, 1997 [7]; Cho et al., 2014 [2]). Além disso, esses modelos possuem *lags* dinâmicos e flexíveis.

Estudos recentes mostram que modelos baseados em LSTM e GRU superam técnicas tradicionais na previsão de séries temporais financeiras, proporcionando maior acurácia e robustez nas previsões (Goodfellow et al., 2016 [6]; Nelson et al., 2018 [9]). A aplicação dessas metodologias à previsão do IFIX pode oferecer subsídios valiosos para a tomada de decisão dos investidores, identificando tendências e antecipando movimentos no mercado imobiliário brasileiro.

Este artigo compara a previsão do IFIX utilizando redes neurais com arquitetura LSTM e o modelo econométrico clássico ARMA-EGARCH. Dessa forma, busca-se avaliar a eficácia de métodos baseados em DL em comparação com técnicas tradicionalmente aplicadas a séries temporais financeiras.

A estrutura do artigo está organizada da seguinte forma: a Seção 2 apresenta uma revisão da literatura; a Seção 3 detalha as metodologias utilizadas; a Seção 4 descreve os dados; a Seção 5 apresenta os resultados obtidos; e, finalmente, a Seção 6 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2 Revisão da Literatura

A previsão de índices financeiros, como o IFIX no Brasil e os Real Estate Investment Trusts (REITs) nos Estados Unidos, tem sido objeto de diversos estudos acadêmicos. Essas pesquisas utilizam tanto métodos econométricos tradicionais quanto técnicas mais recentes de DL, como redes neurais LSTM e GRU.

A literatura específica sobre a previsão do IFIX é relativamente limitada. No entanto, alguns estudos utilizam metodologias clássicas aplicadas ao setor imobiliário brasileiro. Bernardo et al. (2023) [1] analisam a viabilidade de diversificação de portfólios com fundos imobiliários brasileiros por meio de modelos da família GARCH. Pereira e Perlin (2023) [10] investigam os resgates em FIIs utilizando simulações baseadas em modelos GARCH.

Nos Estados Unidos, a previsão de REITs tem sido amplamente estudada. Fletcher et al. (2004) [5], Rapach e Strauss (2009) [11] e Stevenson (2004) [12] exploram o setor imobiliário americano com métodos econométricos clássicos. Liow e Webb (2009) [8] empregam modelos VAR para analisar as inter-relações entre REITs e outras classes de ativos, destacando a importância da dinâmica multivariada na previsão desses investimentos. Yilmaz e Kestel (2018) [13] utilizam abordagens baseadas em processos estocásticos para modelar os preços.

Com o avanço do DL, modelos como LSTM e GRU têm sido aplicados à previsão de séries financeiras, graças à sua capacidade de capturar dependências temporais de longo prazo. Hochreiter e Schmidhuber (1997) [7] introduziram as redes LSTM, projetadas para superar as limitações das redes neurais recorrentes tradicionais. Inicialmente desenvolvidas para o Processamento de Linguagem Natural (NLP), as LSTMs foram posteriormente adaptadas para séries temporais. Cho et al. (2014) [2] propuseram as GRUs como uma alternativa mais simples às LSTMs, mantendo desempenho comparável. Estudos recentes, como o de Fischer e Krauss (2018) [4], mostram que modelos LSTM podem superar métodos tradicionais na previsão de retornos financeiros.

3 Os Modelos

A abordagem econômética clássica aplicada a séries financeiras é amplamente discutida em diversos artigos e livros-textos. No contexto do setor imobiliário, Rapach e Strauss (2009) [11] exploram a previsibilidade dos retornos de ativos, considerando as séries temporais de retornos de imóveis.

A metodologia tradicionalmente utilizada para o estudo de séries financeiras univariadas é baseada nos modelos da família GARCH. Neste estudo, seguimos essa abordagem ao adotar um modelo GARCH como base para comparação com a metodologia de *Deep Learning* (DL), descrita posteriormente. Essa escolha permite avaliar a eficácia relativa dos modelos econôméticos tradicionais em relação às técnicas avançadas de DL.

3.1 Abordagem Clássica

Considere \mathbf{r}_t como o vetor dos log-retornos do IFIX. A equação da média é definida como:

$$\Phi(L)r_t = \mu + \Theta(L)\varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (1a)$$

$$\varepsilon_t = z_t\sigma_t^{\frac{1}{2}}, \quad (1b)$$

onde L é o operador de defasagem (*lag operator*) aplicado aos polinômios autorregressivo (AR) e de médias móveis (MA), definidos por $\Phi(L) = 1 - \phi_1L - \dots - \phi_rL^r$ e $\Theta(L) = 1 + \theta_1L + \dots + \theta_sL^s$, respectivamente. Aqui, z_t representa um processo *iid* com média zero e variância unitária.

A variância condicional, $E(\varepsilon_t^2 | \mathcal{F}_t) = \sigma_t$, onde \mathcal{F}_t é o conjunto de informações disponíveis até o tempo t , segue um processo EGARCH(1,1), definido como:

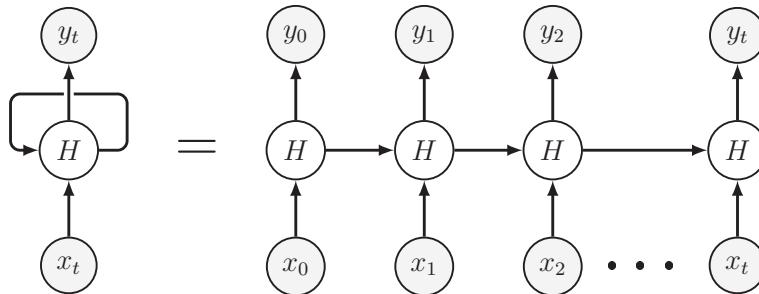
$$\ln \sigma_t = \omega + \alpha_1 z_{t-1} + \gamma_1(|z_{t-1}| - E(|z_{t-1}|)) + \beta_1 \ln \sigma_{t-1}, \quad (2)$$

onde os parâmetros α_1 , γ_1 e β_1 não precisam satisfazer restrições para garantir a positividade de σ_t .

3.2 Abordagem por Redes Neurais

No contexto de redes neurais, as Redes Neurais Recorrentes (RNNs) foram propostas para capturar aprendizados baseados em sequências, onde a ordem dos dados é relevante. Essa estrutura é particularmente adequada para séries temporais, pois as camadas ocultas atuam como memória dos estados anteriores, permitindo modelar como os valores passados influenciam os mais recentes. A Figura 1 ilustra a arquitetura de uma RNN clássica, onde x_i , $i = 1, \dots, t$, representa a sequência de dados de entrada, enquanto os valores de y_i representam a saída correspondente. A unidade H da rede é iterada ao longo do tempo, armazenando informações de estados anteriores.

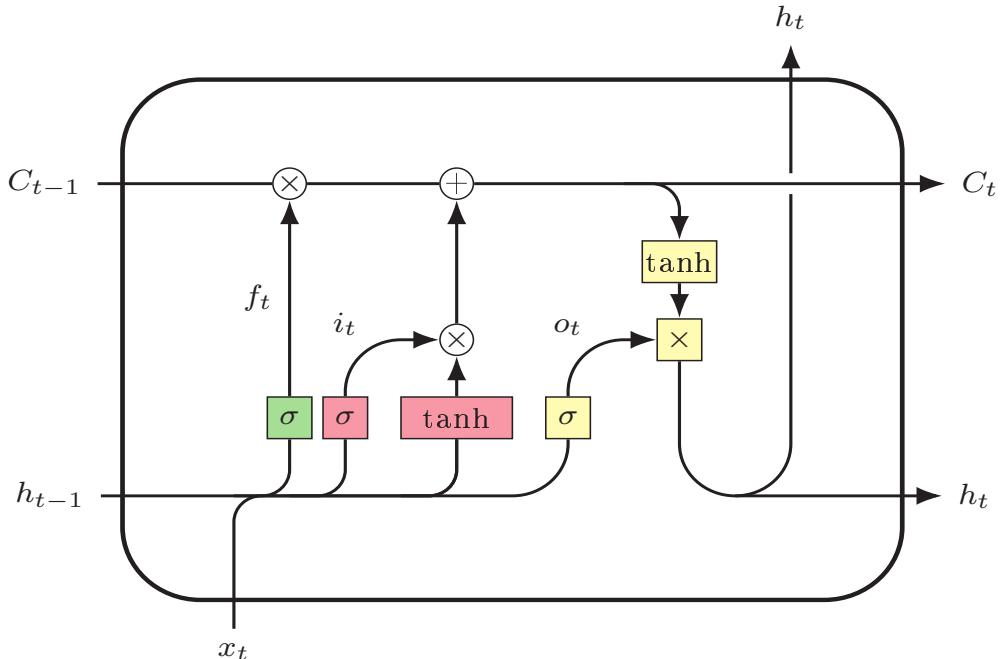
Figura 1: Representação esquemática de uma RNN clássica



Apesar de seu potencial, a estrutura da RNN apresenta desvantagens significativas, como a rápida deterioração do gradiente, que pode levar ao problema do gradiente desaparecer (*vanishing gradient*) ou explodir (*exploding gradient*). Esses problemas tornam as RNNs inadequadas para capturar dependências de longo prazo em séries temporais.

Para superar essas limitações, a arquitetura *Long Short-Term Memory* (LSTM) foi desenvolvida. A LSTM é uma variante da RNN que incorpora uma célula de memória na unidade H , projetada especificamente para lidar com dependências temporais de longa duração. A Figura 2 ilustra a estrutura de uma célula LSTM, que contém três portas principais: a porta de esquecimento (destacada em verde), a porta de entrada (vermelha) e a porta de saída (amarela). Essas portas permitem controlar de forma eficaz o fluxo de informações, regulando a memória de curto e longo prazo. A seguir, resumimos os componentes principais da célula:

Figura 2: Célula LSTM no instante t



C_{t-1} representa a memória de longo prazo proveniente do instante $t - 1$ (ou da célula anterior); h_{t-1} representa a saída da célula no instante $t - 1$ (ou da célula anterior) é o estado oculto (*hidden state*) e carrega a memória de curto prazo; x_t é a variável de entrada no instante t ; C_t é a memória de saída referente ao instante t ; h_t representa o valor estimado referente ao instante oculto t ; σ em cor verde corresponde à função sigmoide, associada à porta de esquecimento (*forget gate*); σ e $\tanh(\cdot)$ em cor vermelha representam as funções sigmoide e tangente hiperbólica, respectivamente, associadas à porta de entrada (*input gate*); enquanto σ e $\tanh(\cdot)$ em cor amarela referem-se às funções sigmoide e tangente hiperbólica da porta de saída (*output gate*).

Note que o estado C_t atravessa todas as portas da célula, e em cada porta, o nível de informação (memória) é armazenado ou descartado. Cada porta combina a função sigmoide com uma operação de multiplicação, podendo ou não incluir a função \tanh . A saída da função sigmoide está no intervalo $[0, 1]$, onde 0 indica ausência de passagem de informação, e 1 indica passagem total da informação.

Em cada porção da célula, os valores são calculados de acordo com o conjunto de equações:

$$f_t = \sigma(W_f \cdot \langle h_{t-1}, x_t \rangle + b_f) , \quad (3a)$$

$$i_t = \sigma(W_i \cdot \langle h_{t-1}, x_t \rangle + b_i) , \quad (3b)$$

$$\tilde{C}_t = \tanh(W_C \cdot \langle h_{t-1}, x_t \rangle + b_C) , \quad (3c)$$

$$C_t = f_t \circ C_{t-1} + i_t \circ \tilde{C}_t , \quad (3d)$$

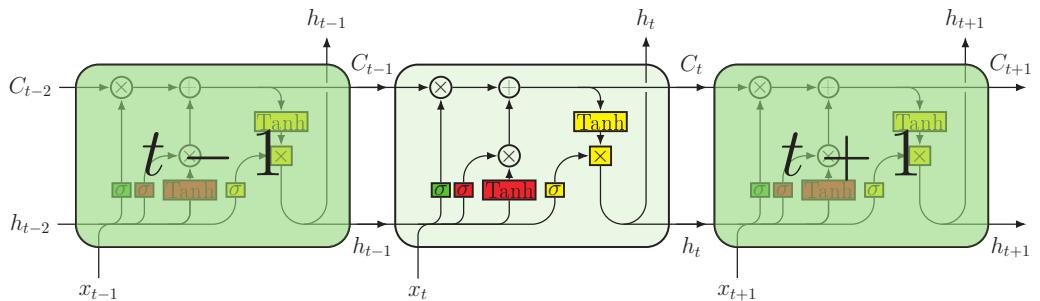
$$o_t = \sigma(W_o \cdot \langle h_{t-1}, x_t \rangle + b_o) , \quad (3e)$$

$$h_t = o_t \circ \tanh(C_t) , \quad (3f)$$

onde W e b representam os pesos e *bias* treinados; f_t , i_t e o_t correspondem aos valores calculados nas portas de esquecimento, entrada e saída, respectivamente; \tilde{C}_t é a saída da função \tanh na porta de entrada e representa nova informação potencial para a célula C_t (veja equação (3d)). Para obter a memória C_t na equação (3d) usa-se o produto Hadamard simbolizado aqui por \circ (*element-wise operator*).

A junção da célula LSTM básica com as células anterior e posterior está ilustrada na Figura 3.

Figura 3: Células LSTM nos instantes $t - 1$, t e $t + 1$



A aplicação da rede LSTM pode ser implementada utilizando pacotes como TensorFlow /- Keras e PyTorch.

Trabalhos como o de Fischer e Krauss (2018) [4] demonstraram o uso de LSTMs na previsão de movimentos do mercado de ações, destacando que as redes LSTM apresentam desempenho superior em relação a métodos de *Machine Learning* (ML) que não incorporam memórias. Outro exemplo é o estudo de Nelson et al. (2017) [9], que aplicou LSTMs para prever preços de ações, evidenciando melhorias significativas em comparação com métodos tradicionais.

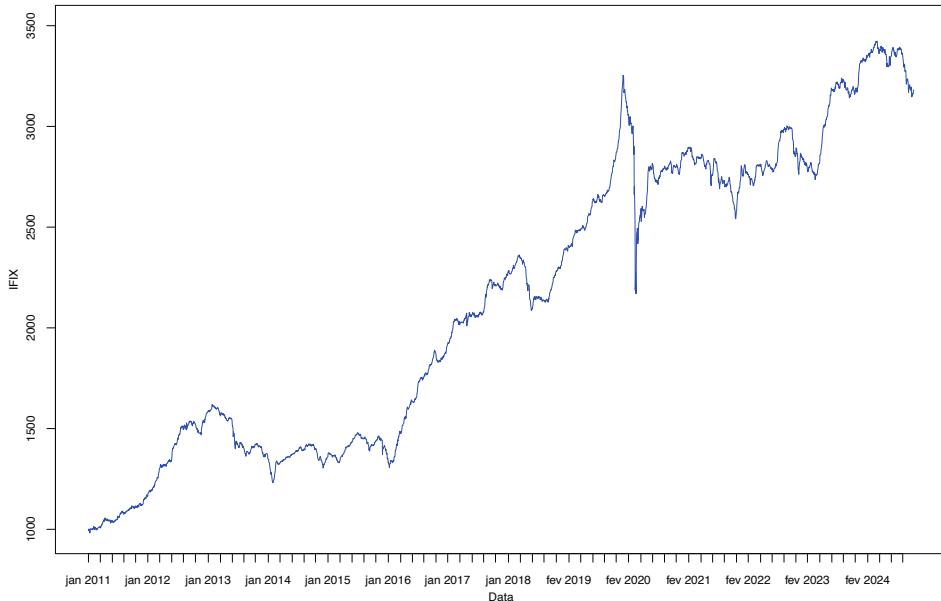
A função de perda utilizada neste estudo é o erro quadrático médio (*Mean Squared Error* - MSE), definido como:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 , \quad (4)$$

onde n é o tamanho da amostra, e y_t e \hat{y}_t representam os valores reais e previstos, respectivamente.

4 Dados

Figura 4: Evolução do IFIX de 03/01/2011 a 25/11/2024



A amostra do IFIX comprehende o período de 03/01/2011 a 25/11/2024, totalizando 3447 observações. Ela foi dividida em três subamostras: o período de treinamento (03/01/2011 a 29/12/2022); o período de validação (02/01/2023 a 28/12/2023); e o período de teste (02/01/2024 a 25/11/2024).

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas dos log-retornos para a amostra completa, calculados como $r_t = \log IFIX_t - \log IFIX_{t-1}$, onde $IFIX_t$ é o índice de fechamento diário ajustado para o pagamento de dividendos. Observa-se um elevado valor de curtose, refletindo as fortes quedas observadas durante o início da pandemia de COVID-19 em 2020. Esse comportamento é também evidenciado pelas estatísticas de Jarque-Bera e ARCH-LM, que rejeitam as hipóteses nulas de normalidade e ausência de heterocedasticidade, respectivamente.

A Figura 4 exibe a série histórica do IFIX para o período completo analisado. Nota-se uma queda abrupta no início de 2020, atribuída aos impactos iniciais da pandemia de COVID-19, seguida por uma recuperação do índice. No segundo semestre de 2024, observa-se uma

Figura 5: Previsão do IFIX de 02/01/2024 a 25/11/2024 modelo ARMA-EGARCH

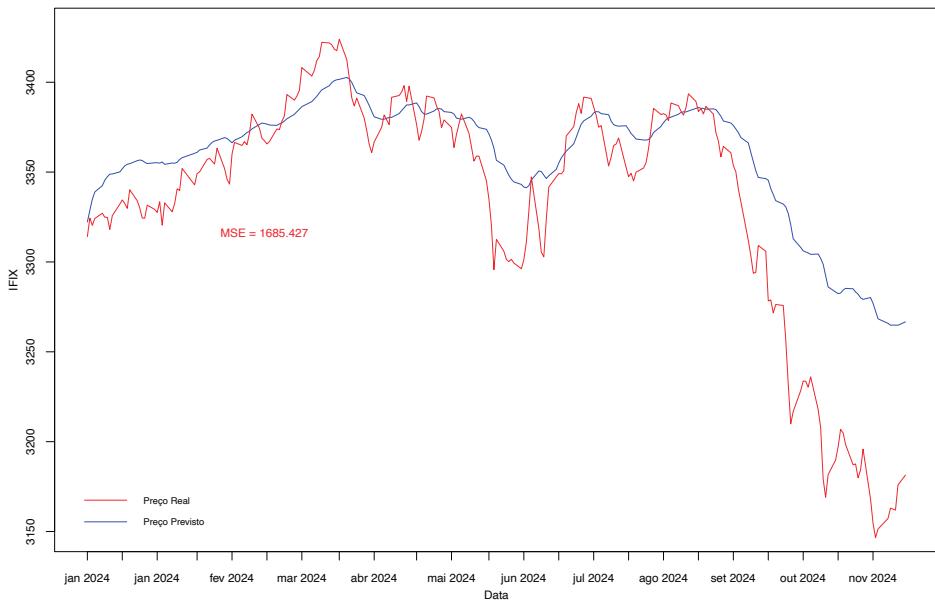
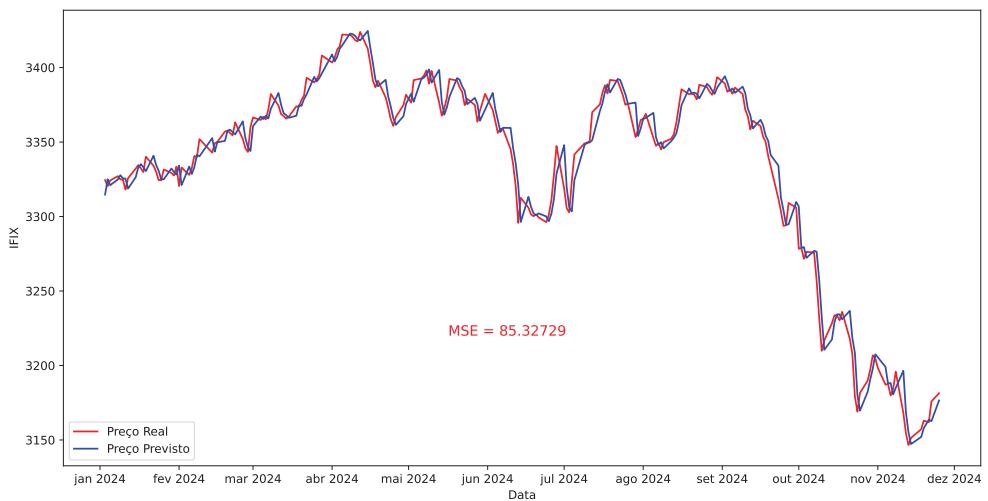


Figura 6: Previsão do IFIX de 02/01/2024 a 25/11/2024 rede LSTM



nova queda, associada às taxas de juros futuros persistentemente elevadas.

Tabela 1: Estatísticas da série de retornos do IFIX

Estatística	IFIX
Média	0,0003355
Desvio-padrão	0,00504
Assimetria	-7,7014
Curtose	207,45
Mínimo	-0,14191
Máximo	0,056656
Jarque-Bera	6.220,550 (0,0000)
ARCH-LM	417,15 (0,0000)

Notas: Curtose refere-se ao excesso de curtose. Entre parênteses, o p-valor das respectivas estatísticas de teste.

5 Resultados

A previsão realizada no período de validação em ambas metodologias foi feita considerando um passo à frente. Posteriormente, foram realizadas as previsões um passo à frente para o período de teste.

A Figura 5 mostra o IFIX no período de teste usando o modelo ARMA-EGARCH. O MSE obtido foi de 1685. No segundo semestre de 2024 houve um movimento decrescente do IFIX que sofreu o efeito da alta persistente da taxa de juros. Nota-se neste período o descolamento do previsto com os valores reais. O modelo estimado no período de treinamento não foi hábil para capturar o movimento descendente do IFIX.

A Figura 6 mostra a previsão do IFIX calculado pela arquitetura da rede neural LSTM. Nota-se claramente que a previsão acompanha mais precisamente a evolução do IFIX, resultando em um MSE bem inferior e igual a 85.

6 Conclusão

Este artigo realiza a previsão do índice dos fundos imobiliários no Brasil. Trata-se de um mercado com um vertiginoso crescimento e tem recebido crescente atenção de investidores, grande parte constituída de pessoas físicas.

A previsão foi realizada um passo à frente em bases diárias por duas diferentes metodologias: o modelo ARMA-EGARCH tradicional em modelagem financeira e através de redes neurais usando a arquitetura LSTM. A previsão por redes neurais apresentou um MSE muito inferior.

O uso de redes neurais tem se tornado muito usual recentemente na literatura de economia quando pretende-se fazer previsão. Trabalhos futuros nesta direção podem ser conduzidos comparando-se os diferentes tipos de arquiteturas como LSTM/GRU, convolution neural networks (CNN), mecanismo de atenção (AM-Attention Mecanism) e modelos híbridos como CNN-LSTM, CNN-LSTM-AM.

No caso específico de fundos imobiliários, há que se investigar o efeito das taxas de juros futuras neste mercado, usando-se também os modelos de redes neurais e comparando-se com a previsão obtida de forma univariada. Abre-se portanto, a perspectiva de vários trabalhos que podem ser conduzidos dentro da perspectiva de redes neurais combinando-se com variáveis relevantes do modelo econômico.

Referências

- [1] BERNARDO, M. R., CAMPANI, C. H., AND ROQUETE, R. M. Brazilian REITs: Are they an opportunity for diversification and performance? *Journal of Real Estate Portfolio Management* 29, 2 (2023), 127–139.
- [2] CHO, K., VAN MERRIËNBOER, B., AND GULCEHRE, C. E. A. Learning phrase representations using rnn encoder-decoder for statistical machine translation. *Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)* (2014), 1724–1734.
- [3] DELL, M. Deep learning for economists. Tech. rep., National Bureau of Economic Research, 2024.
- [4] FISCHER, T., AND KRAUSS, C. Deep learning with long short-term memory networks for financial market predictions. *European Journal of Operational Research* 270, 2 (2018), 654–669.
- [5] FLETCHER, M., MANGAN, J., AND RAEBURN, E. Comparing hedonic models for estimating and forecasting house prices. *Property Management* 22, 3 (2004), 189–200.
- [6] GOODFELLOW, I., BENGIO, Y., AND COURVILLE, A. *Deep Learning*. MIT Press, Cambridge, MA, 2016.
- [7] HOCHREITER, S., AND SCHMIDHUBER, J. Long Short-Term Memory. *Neural Computation* 9, 8 (1997), 1735–1780.
- [8] LIOW, K. H., AND WEBB, J. R. Dynamic analysis of REIT returns: Multivariate var analysis. *Real Estate Economics* 37, 1 (2009), 99–126.
- [9] NELSON, D. M. Q., PEREIRA, A. C. M., AND DE OLIVEIRA, R. A. Stock market's price movement prediction with LSTM neural networks. In *2018 International joint conference on neural networks (IJCNN)* (2017), Ieee, pp. 1419–1426.
- [10] PEREIRA, L., AND PERLIN, M. S. Qual é a taxa de retirada sustentável para o Brasil? *Brazilian Review of Finance* 21, 3 (2023), 37–72.
- [11] RAPACH, D. E., AND STRAUSS, J. K. Differences in housing price forecastability across US states. *International Journal of Forecasting* 25, 2 (2009), 351–372.
- [12] STEVENSON, S. New empirical evidence on heteroscedasticity in hedonic housing models. *Journal of Housing Economics* 13, 2 (2004), 136–153.
- [13] YILMAZ, B., AND SELCUK-KESTEL, A. A stochastic approach to model housing markets: The US housing market case. *Numerical Algebra Control and Optimization* 8, 4 (2018).

Análise bibliométrica sobre a produção científica em fundos de investimento imobiliário

Marcus Antonio Cardoso Ramalho*

Ariel Levy†

Eduardo Camilo da Silva‡

25 de fevereiro de 2025

Resumo

Este estudo analisa a literatura sobre Fundos de Investimento Imobiliário (FIIs) no Brasil e no exterior, destacando a predominância de pesquisas sobre a performance dos ativos. Embora os FIIs venham ganhando relevância no mercado brasileiro, a maioria dos artigos indexados internacionalmente trata dos REITs estadunidenses e asiáticos, evidenciando uma lacuna na representação dos trabalhos locais. O objetivo é mapear tendências de pesquisa, identificar periódicos, palavras-chave e autores, por meio de análise bibliométrica aplicada às bases Scopus, Web of Science e Periódicos CAPES (2013–2023). Os resultados apontam a necessidade de melhorar a indexação e fomentar colaborações internacionais. Limitações metodológicas, especialmente na qualidade dos metadados, sugerem que futuros estudos aprofundem a análise das redes de citação e integrem dados locais e internacionais.

Palavras-Chave: Fundos de Investimento Imobiliário, Performance de ativos, Bibliometria, Colaboração Internacional, Indexação.

*Mestre em administração pelo PPGAd - UFF

†Professor do PPGAd - UFF

‡Professor do PPGAd - UFF

Agradecemos ao projeto Lagoa Viva, uma parceria entre a Universidade Federal Fluminense e a CODEMAR de Maricá pelo apoio e colaboração, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

1. Introdução

A crescente sofisticação e diversidade dos instrumentos financeiros disponíveis na Bolsa de Valores de São Paulo, Brasil Bolsa Balcão (B3), têm favorecido a expansão das alternativas de investimento em renda variável, dentre as quais os Fundos de Investimento Imobiliário (FIIs) conquistam posição de destaque. Esses fundos, instituídos pela Lei 8.668/93 e regulamentados pela Instrução CVM 472/2008 (CVM, 2008), oferecem aos investidores pessoa física a oportunidade de obter renda passiva e diversificar portfólios com investimentos em ativos imobiliários de alto valor, mesmo com aporte de capital relativamente reduzido. Essa acessibilidade e as características intrínsecas, como a distribuição mensal de rendimentos e, sob determinadas condições, isenção do imposto de renda sobre os dividendos, têm impulsionado não somente o interesse prático de investidores, mas também estimulado uma expressiva produção acadêmica no país.

No plano internacional, os FIIs possuem uma contraparte bem estabelecida, os Real Estate Investment Trusts (REITs), que predominam no mercado norte-americano, referência incontestável no cenário imobiliário global. Entretanto, a literatura internacional dedica sua maior parte à análise dos REITs, o que acentua a lacuna existente na representação e no estudo dos FIIs brasileiros em bases indexadas, como Scopus e Web of Science. Além disso, a limitada integração dos dados coletados a partir de fontes locais, notadamente a base Periódicos CAPES, restringe a compreensão abrangente das tendências específicas que caracterizam o mercado doméstico, influenciado pelas peculiaridades da dinâmica de uma economia emergente.

Estudos como os de Teófilo et al. (2022) e Weise et al. (2017) demonstram que, embora a produção científica sobre fundos imobiliários tenha experimentado crescimento desde o início dos anos 2000, o foco das publicações se concentra majoritariamente nos REITs americanos, em detrimento de pesquisas aprofundadas sobre os FIIs brasileiros. Essa lacuna na literatura constitui o principal motivador do presente estudo, que se propõe a identificar, por meio de uma abordagem bibliométrica, as principais tendências de pesquisa acerca dos FIIs em âmbito nacional e internacional. Para isso, os dados oriundos das bases Scopus, Web of Science e Periódicos CAPES foram integrados, permitindo a análise dos periódicos mais relevantes, das palavras-chave predominantes e dos autores que mais contribuíram para o avanço do tema.

Ao incorporar informações de bases internacionais e nacionais, este trabalho não só amplia o escopo do debate sobre os FIIs, mas também evidencia a necessidade de aprimoramento na indexação e padronização dos metadados, bem como na promoção de redes colaborativas que incluem pesquisadores brasileiros em contextos globais. Dessa forma, espera-se contribuir para uma compreensão mais robusta e integrada da produção científica, suscitando novas perspectivas e oportunidades para investigações futuras no contexto dos fundos de investimento imobiliário.

2. Referencial Teórico

Os Fundos de Investimento Imobiliário (FIIs) no Brasil foram viabilizados pela Lei nº 8.668, de 25 de junho de 1993 (Câmara dos deputados, 1993). O seu desenvolvimento se insere no contexto de reestruturação econômica decorrente do Plano Real, proporcionando aos pequenos e médios investidores o acesso ao mercado imobiliário, anteriormente restrito a grandes corporações com elevado poder de investimento.

A administração dos FIIs é realizada por instituições financeiras que captam recursos de investidores, sejam pessoas físicas ou jurídicas, através de oferta pública inicial, distribuindo cotas passíveis de negociação no mercado secundário, seja em bolsa ou no mercado de balcão. Os recursos captados podem ser direcionados para a aquisição de diversos tipos de imóveis ou investidos em ativos de renda fixa (Mendes, 2018).

Segundo Yokoyama (2014), os FIIs podem ser classificados conforme a natureza dos investimentos, a tipologia dos ativos imobiliários e os objetivos da aplicação, resultando nas categorias: imobiliários (ou de tijolo), de renda fixa (ou de papel), de títulos e multiclasse. Os FIIs de tijolo concentram-se na aquisição e gestão de empreendimentos imobiliários – tais como escritórios, lajes corporativas, empreendimentos industriais, varejo, shopping centers, residenciais, hospitais e instituições de ensino –, enquanto os de papel priorizam instrumentos financeiros, como debêntures, certificados de depósito e letras hipotecárias. Já os FIIs de títulos investem em outros valores mobiliários registrados na Comissão de Valores Mobiliários (CVM), e os multiclasse combinam duas ou mais naturezas de ativos.

A criação dos REITs remonta à década de 1960, quando o Congresso americano autorizou a instituição destes por meio de legislação destinada a facilitar o investimento individual em imóveis comerciais, oferecendo benefícios equiparáveis à propriedade direta (Block, 2012). Embora os primeiros REITs tivessem desempenho razoável, eles enfrentavam desafios como conflitos na gestão externa, portfólios fragmentados e baixa participação acionária. Durante a década de 1980, o mercado imobiliário norte-americano passou por um período de intensa especulação, impulsionado por incentivos fiscais e um fervor generalizado pelo investimento em imóveis – fenômeno que culminou em preços inflacionados e subsequente retração, sobretudo após a entrada em vigor da Lei de Reforma Tributária de 1986.

A repercussão desse contexto levou pesquisadores, como Gupta et al. (2019), a investigar a influência de fatores macroeconômicos nos REITs. Utilizando modelos de vetores autorregressivos (VAR) com pontos de mudança, os autores analisaram dados mensais do índice FTSE Nareit U.S. ALL REITs para o período de 1972 a 2016, identificando quatro regimes macroeconômicos distintos, com predomínio de choques de oferta no início e de política monetária e de spreads no final da amostra.

Paralelamente, outros estudos examinaram o efeito moderador da liquidez na relação entre o endividamento e o desempenho financeiro dos REITs. Pesquisas conduzidas por Zainudin et al. (2017) e Zainudin et al. (2019) identificaram que a liquidez pode transfor-

mar a relação negativa entre dívida e desempenho em uma relação positiva, apontando um nível ótimo de liquidez de 5,78% dos ativos líquidos totais para os MERITs na Malásia.

No âmbito brasileiro, embora a literatura sobre FIIs seja menos expressiva do que a produção internacional referente aos REITs, os temas de pesquisa convergem para uma análise quantitativa dos mercados e de seus stakeholders. Contribuições empíricas, como as de Scolese et al. (2015), utilizaram modelos de regressão linear múltipla (OLS) para classificar FIIs conforme o risco e comparar seus retornos com índices representativos dos mercados de renda fixa, variável e imobiliário. Estudos subsequentes, como o de Guimarães (2013), evidenciaram que carteiras com maior rentabilidade tendem a apresentar performance mais persistente, enquanto trabalhos de Oliveira & Milani (2020) apontaram o Índice Ibovespa como variável determinante na explicação dos retornos dos FIIs, embora com a identificação de uma quebra estrutural em 2015.

Adicionalmente, pesquisas bibliométricas recentes, como as de Teófilo et al. (2022) e Weise et al. (2017), têm mapeado a produção científica sobre fundos imobiliários, evidenciando um crescimento consistente nas publicações e identificando lacunas na abordagem de avaliação e seleção dos fundos, especialmente quando considerada a perspectiva multicritério.

Em síntese, a literatura tanto internacional quanto nacional sobre FIIs e REITs oferece uma base robusta para compreender os mecanismos de performance e os desafios enfrentados na gestão desses fundos, abrindo espaço para novas investigações que possam contribuir para o aprimoramento dos modelos de análise e para a promoção de colaborações que enriqueçam o debate científico sobre investimentos imobiliários.

3. Metodologia

Este estudo emprega uma abordagem bibliométrica para mensurar quantitativamente a produção científica sobre Fundos de Investimento Imobiliário (FIIs), método que se distingue da revisão sistemática por seu escopo mais amplo e capacidade de processar grandes volumes de dados (Donthu et al., 2021). Conforme Chueke & Amatucci (2022), esta metodologia permite mensurar quantitativamente variáveis relacionadas à produção acadêmica através dos metadados e do corpo documental, além de identificar gaps e oportunidades de pesquisa, redes de citações e tendências temáticas (Donthu et al., 2021).

A pesquisa utilizou três bases de dados: Scopus, Web of Science e Periódicos CAPES, abrangendo o período de 2013 a 2023. A escolha das bases internacionais alinhou-se com estudos bibliométricos anteriores (Teófilo et al., 2022; Weise et al., 2017), enquanto a inclusão da base Periódicos CAPES fundamentou-se nos argumentos de Mugnaini et al. (2019), que demonstrou as limitações de estudos que utilizam exclusivamente bases internacionais. Esta escolha também dialoga com Rosa & Romani-Dias (2019), que identificaram a baixa presença e impacto de periódicos brasileiros em bases internacionais, especialmente na área de ciências sociais aplicadas.

A string de busca padronizada incluiu os termos *real estate funds*, *REIT*, *real estate investment trust* e *fundo* de investimento imobiliário*. Para a base Periódicos CAPES, a string foi adaptada para incorporar *Brasil* ou *Brazil*, mantendo-se as demais restrições metodológicas. Esta adaptação mostrou-se fundamental ao constatar-se que apenas cinco artigos brasileiros encontravam-se indexados nas bases internacionais, volume insuficiente para uma análise robusta das tendências temáticas nacionais.

O processamento dos dados foi realizado no ambiente R, empregando um conjunto integrado de pacotes especializados: bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2023) para análise bibliométrica central, RefManageR (McLean, 2017) para gestão das referências, tm (Feinerer & Hornik, 2023) para mineração textual, wordcloud (Fellows, 2018) para visualização das frequências terminológicas, e text2vec (Selivanov et al., 2022) para vetorização textual e análises semânticas.

Figura 1: Qualidade dos metadados (Scopus e Web of Science)

Metadata	Description	Missing Counts	Missing %	Status
AB	Abstract	0	0.00	Excellent
DT	Document Type	0	0.00	Excellent
SO	Journal	0	0.00	Excellent
LA	Language	0	0.00	Excellent
PY	Publication Year	0	0.00	Excellent
TI	Title	0	0.00	Excellent
TC	Total Citation	0	0.00	Excellent
AU	Author	2	0.21	Good
C1	Affiliation	5	0.52	Good
CR	Cited References	28	2.93	Good
DI	DOI	152	15.88	Acceptable
DE	Keywords	197	20.59	Poor
RP	Corresponding Author	232	24.24	Poor
ID	Keywords Plus	662	69.17	Critical
NR	Number of Cited References	957	100.00	Completely missing
WC	Science Categories	957	100.00	Completely missing

Fonte: Elaboração própria.

A análise da qualidade dos metadados, ilustrada na figura 1, revelou alta consistência em campos como Abstract e Journal, comuns a todas as bases, contrastando com discrepâncias em campos específicos como Science Categories e Keyword Plus. A base Periódicos CAPES apresentou menor granularidade informacional, principalmente na ausência de dados de citação, limitando certas possibilidades analíticas. Como destacado por (Rosa & Romani-Dias, 2019), esta é uma característica comum em bases não indexadas.

das internacionalmente, embora estas restrições não tenham comprometido a robustez do estudo.

O corpus final constituiu-se de 948 trabalhos da Scopus, 281 da Web of Science e 43 artigos dos Periódicos CAPES, todos submetidos a revisão por pares e restritos às áreas de economia e finanças. A integração destes dados permitiu uma análise sistemática e rigorosa, possibilitando a identificação de padrões e tendências na produção científica sobre FIIs tanto no contexto nacional quanto internacional, superando as limitações inerentes à utilização isolada de bases indexadas, conforme sugerido por (Mugnaini et al., 2019) e corroborado por (Rosa & Romani-Dias, 2019).

4. Resultados

A análise bibliométrica, compreendendo o período de 2013 a 2023, identificou 957 documentos originados de 224 fontes distintas, com uma taxa de crescimento anual de -2,45%. A rede de colaboração envolve 1342 autores, dos quais 125 produziram documentos de autoria única. A colaboração internacional representou 10,76% da produção, com uma média de 2,55 coautores por documento. Foram identificadas 2102 palavras-chave de autores, 30452 referências bibliográficas, e uma idade média dos documentos de 4,94 anos. Cada documento recebeu, em média, 6,145 citações, conforme mostrado na figura 2.

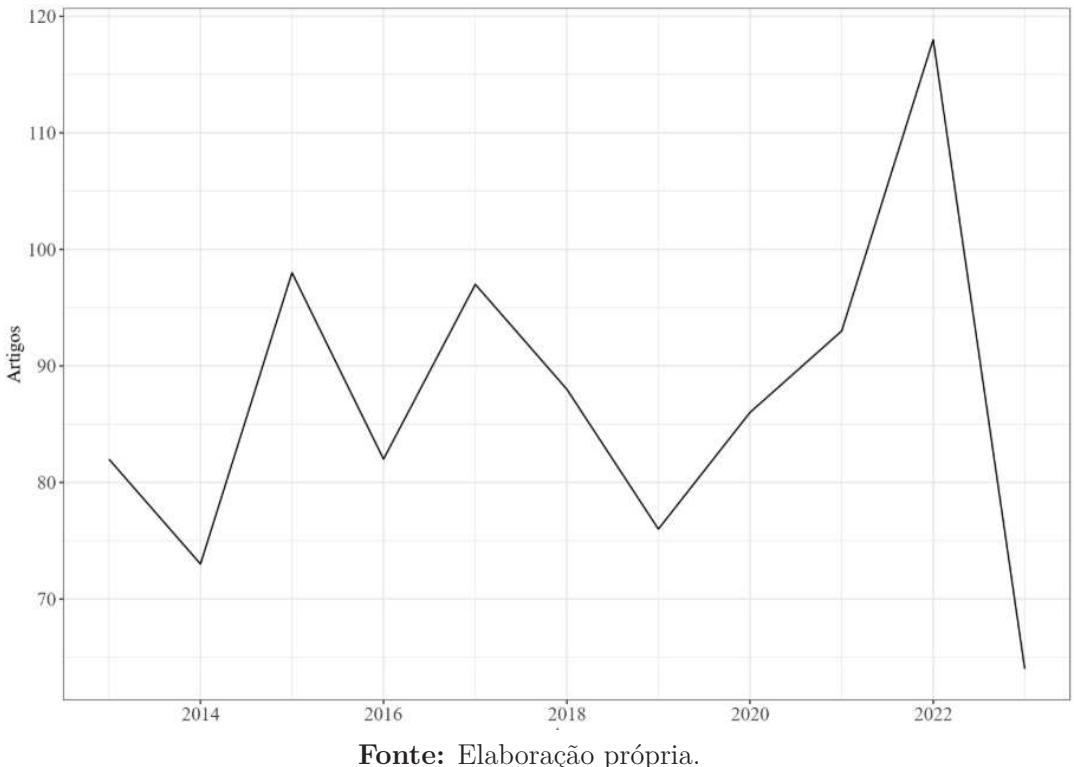
Figura 2: Dashboard de resultados (Scopus e Web of Science)



Fonte: Elaboração própria.

Os resultados sobre produção científica anual denotam um interesse crescente sobre o tema, como pode ser visto na figura 8, porém, também é possível notar que houve um decréscimo na produção entre 2018 e 2019. A produção para o ano de 2023 vai até o mês de julho, quando haviam sido publicados 57 artigos.

Figura 3: Produção anual de artigos sobre Fundos de investimento imobiliário (Scopus e Web of Science)



Fonte: Elaboração própria.

Na figura 4 foram selecionadas as palavras chave com mais ocorrência nos trabalhos, os resultados mostram que a performance é o ponto de maior interesse dos autores.

Figura 4: Palavras-chave (Scopus e Web of Science)



Fonte: Elaboração própria.

A partir da análise do mapa de coocorrência mostrado na figura 5 é possível verificar que o termo performance geralmente aparece associado a palavras como risco, retornos e investimento. O que reforça a interpretação de que a literatura está voltada para as características que explicam o desempenho dos fundos.

Figura 5: Rede de coocorrência de palavras chave (Scopus e Web of Science)

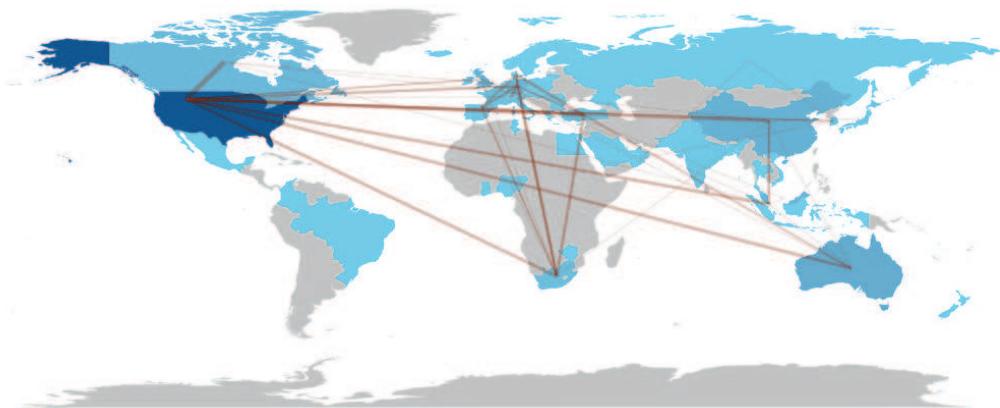


Fonte: Elaboração própria.

Não se apresentam redes de colaboração entre autores brasileiros e estrangeiros. As

redes se destacam como hubs nos Estados Unidos, África do Sul e Austrália. Além desses, há núcleos menores de colaboração na Europa e na Ásia, como mostra a figura 6 .

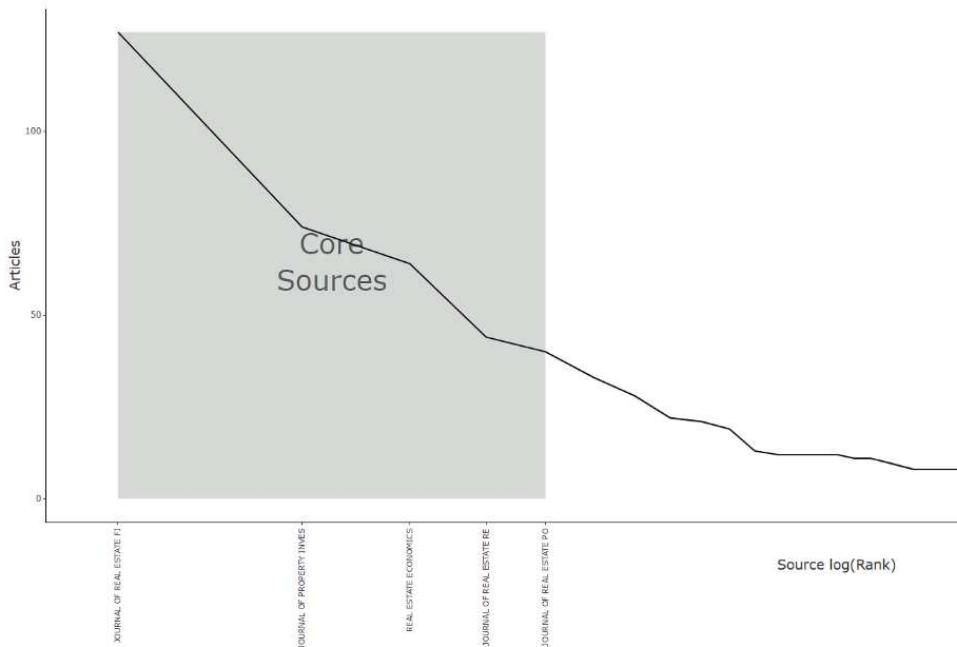
Figura 6: Mapa da rede de colaboração (Scopus e Web of Science)



Fonte: Elaboração própria.

A figura 7 apresenta as fontes mais relevantes para o tema de acordo com a Lei de *Bradford*, um conceito bibliométrico que afirma que os autores tendem a obter suas citações de alguns periódicos principais em sua área de estudo (Sembay et al., 2020). O periódico mais relevante é o *Journal of Real State Finance and Economics* que apresenta um número de citações muito superior ao *Journal of Property Investment and Finance* e *Real Estate Economics*.

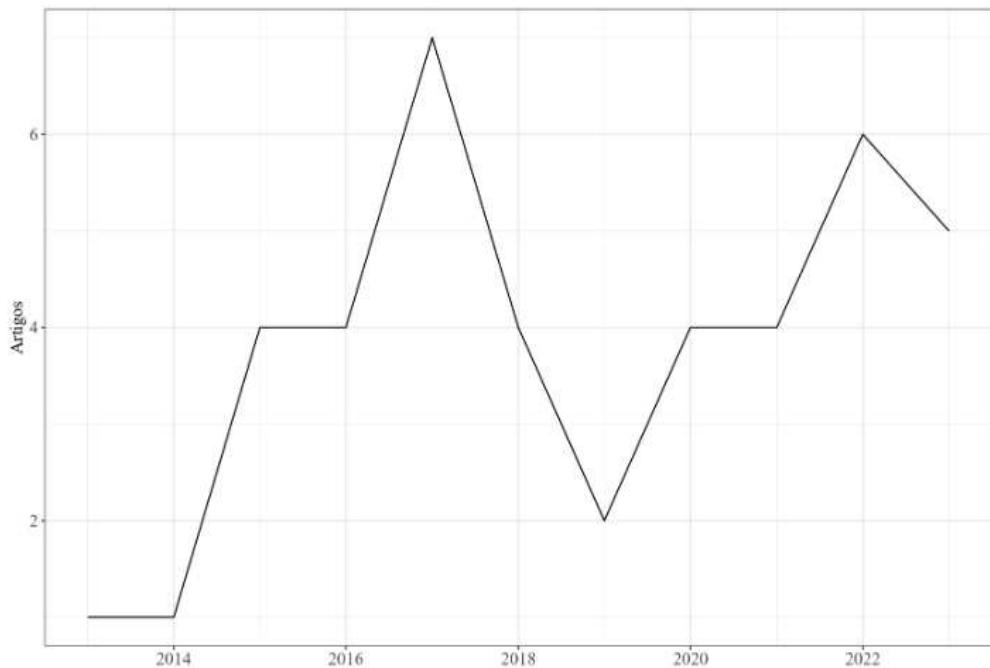
Figura 7: Principais fontes de acordo com a Lei de Bradford - (Scopus e Web of Science)



Fonte: Elaboração própria.

Os resultados sobre a produção nacional mostram que as tendências no número de pesquisas têm acompanhado a produção mundial, porém, o número de artigos brasileiros é muito inferior. Um ponto a se destacar foi que assim como indicado na figura 3 para as fontes internacionais, o número de artigos brasileiros também apresentou uma queda entre 2018 e 2019, como denota a figura 8.

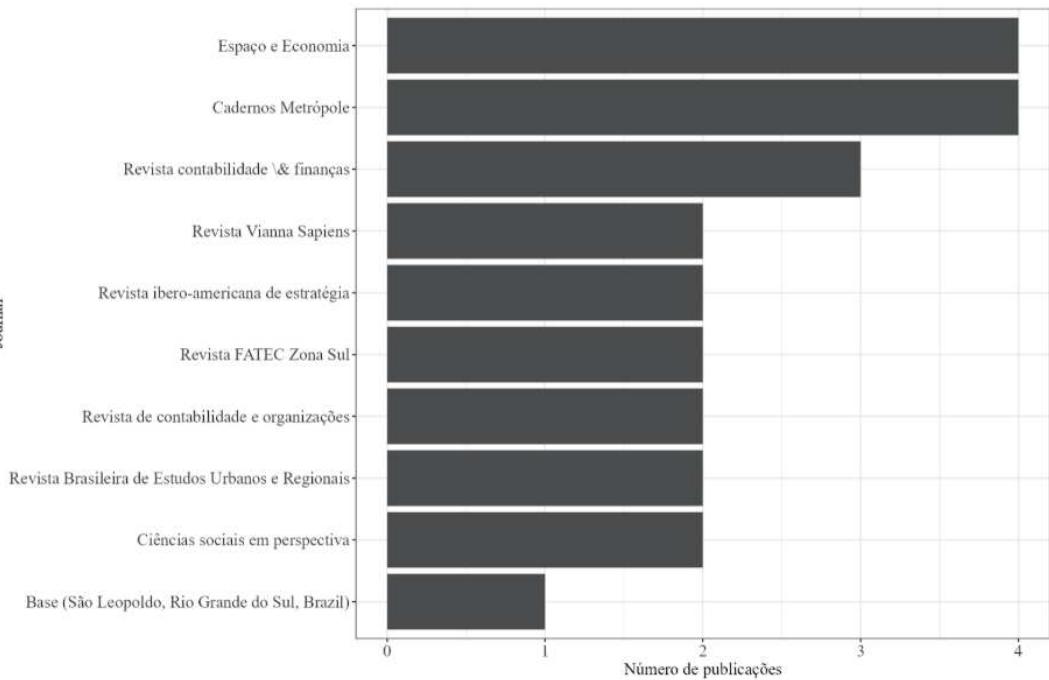
Figura 8: Produção anual de artigos sobre Fundos de investimento imobiliário (Periódicos CAPES)



Fonte: Elaboração própria.

Ao analisar os periódicos mais relevantes para o tema, é possível notar que os artigos brasileiros se concentram em periódicos de economia, administração e contabilidade, como mostra a figura 9. Os periódicos mais relevantes são os Cadernos Metrópole da PUC São Paulo, com classificação qualis A1 (Plataforma Sucupira - Qualis Periódicos, 2023) com 4 artigos publicados dentro do período pesquisado e a Revista Espaço e Economia que possui classificação A2 (Plataforma Sucupira - Qualis Periódicos, 2023) e também publicou 4 trabalhos sobre o tema no mesmo período.

Figura 9: Periódicos mais relevantes (Periódicos CAPES)



Fonte: Elaboração própria.

Para descobrir quais têm sido os temas e palavras-chave mais usados na literatura em periódicos nacionais analisou-se a nuvem de palavras-chave dos artigos selecionados como mostra a figura 10, como restrição escolheu-se o parâmetro de pelo menos 3 ocorrências. Os resultados retratam que os artigos brasileiros têm se concentrado em temas como análise de performance, denotada pela presença de palavras como CAPM, GARCH, e impacto de fundos de empreendimentos imobiliários nas cidades, representado pelas palavras urban e demography.

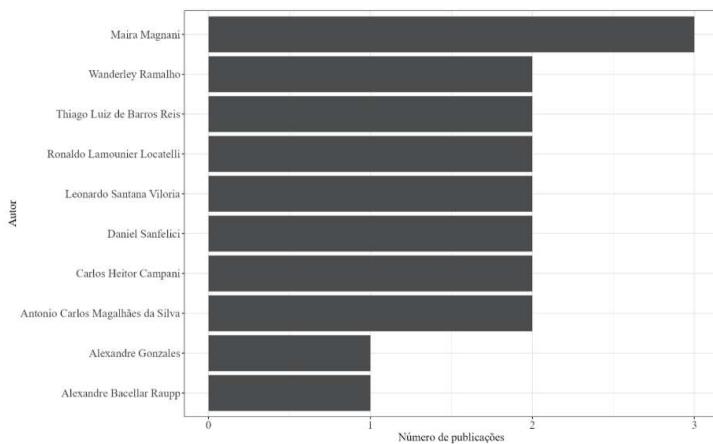
Figura 10: Nuvem de Palavras-chave (Periódicos CAPES)



Fonte: Elaboração própria.

Por último, pretendia-se realizar a análise da produção por autor porém foi prejudicada pela ausência dos dados de citação bibliográfica, então optou-se por apresentar o número de artigos por autor, considerando os dez que mais contribuíram sobre o tema, considerando autoria e coautoria como apresentados na figura 11. Verificou-se que o maior número de artigos, no período analisado, encontra-se bem distribuído entre estes, com uma média aproximada de dois artigos por autor.

Figura 11: Número de artigos por autor (Periódicos CAPES)



Fonte: Elaboração própria.

Assim, conforme os resultados de Weise et al. (2017) e Teófilo et al. (2022), a literatura sobre fundos de investimento imobiliário é dominada por estudos sobre a performance dos ativos. A análise sobre a produção de artigos no Brasil mostrou que o número de trabalhos publicados é muito inferior à produção de outros países como os Estados Unidos ou países do Sudeste Asiático que apresentaram grande rede de colaboração. Contudo, não foi possível verificar colaboração com autores estrangeiros devido a falta de metadados sobre citação.

Os resultados enriquecem as discussões levantadas por Rosa & Romani-Dias (2019) e Mugnaini et al. (2019) sobre a indexação e impacto dos artigos nacionais, visto que foi possível verificar que existem periódicos com boa avaliação dentro do país, porém, a produção não se concentra nos Cadernos Metrópole (qualis A1), como acontece com os artigos publicados no Journal of real estate finance and economics.

5. Conclusão

Esta investigação bibliométrica sobre fundos de investimento imobiliário, conduzida através das bases Scopus, Web of Science e Periódicos CAPES, proporcionou insights significativos sobre as tendências de pesquisa no Brasil e internacionalmente. A primeira contribuição metodológica relevante emerge da incorporação da base Periódicos CAPES como fonte complementar às bases indexadas internacionais, respondendo às preocupações levantadas por Rosa & Romani-Dias (2019) e Mugnaini et al. (2019) sobre a subrepresentação da produção acadêmica brasileira em bases internacionais.

A análise dos resultados corroborou e expandiu as conclusões de Weise et al. (2017) e Teófilo et al. (2022) sobre a predominância de estudos focados na performance dos ativos, evidenciando um padrão consistente na literatura tanto nacional quanto internacional. Identificou-se uma disparidade significativa entre a produção científica brasileira e internacional, com outros países apresentando volume de publicações até cinco vezes superior por ano, especialmente nos Estados Unidos e no Sudeste Asiático. Não obstante, a investigação revelou a existência de periódicos nacionais com classificação Qualis elevada publicando sobre o tema, como os Cadernos Metrópole (A1) e a Revista Espaço e Economia (A2), embora a concentração de publicações não siga o mesmo padrão observado internacionalmente no Journal of Real Estate Finance and Economics.

O estudo enfrentou limitações metodológicas importantes, principalmente relacionadas à qualidade heterogênea dos metadados entre as bases, particularmente na base Periódicos CAPES, que restringiu certas possibilidades analíticas, especialmente relacionadas às redes de citação. A ausência de palavras-chave em aproximadamente 20% dos artigos analisados também impactou a análise de coocorrência terminológica nos artigos nacionais. Adicionalmente, a escassez de dados sobre colaborações internacionais envolvendo pesquisadores brasileiros impossibilitou uma análise mais aprofundada das redes de cooperação acadêmica.

Estas limitações, contudo, apontam direções promissoras para pesquisas futuras. Sugere-se uma análise aprofundada das redes de citação nos periódicos nacionais, investigando se a bibliografia utilizada por autores brasileiros alinha-se com a literatura internacional ou se existem fontes alternativas relevantes fora dos mecanismos de busca indexada. Também se mostra pertinente investigar o impacto internacional da produção brasileira, verificando se e como os artigos nacionais são citados por autores estrangeiros, o que poderia indicar caminhos para a internacionalização da pesquisa nacional.

No âmbito das recomendações práticas, enfatiza-se a necessidade de maior atenção à inclusão e qualidade dos metadados na produção nacional, especialmente quanto às palavras-chave, elemento fundamental para a visibilidade e recuperação dos trabalhos. O estabelecimento e participação em redes de colaboração internacional mostram-se cruciais para ampliar o alcance e impacto da pesquisa brasileira sobre FIIs, assim como um maior direcionamento da produção nacional para bases indexadas internacionalmente, mantendo simultaneamente a publicação em periódicos nacionais de qualidade.

Esta investigação contribui significativamente para o entendimento do panorama da pesquisa sobre FIIs, evidenciando tanto o potencial quanto os desafios da produção científica brasileira nesta área. As limitações identificadas, longe de comprometerem os resultados, apontam caminhos promissores para futuras investigações, enquanto as recomendações práticas oferecem direcionamento concreto para o fortalecimento da pesquisa nacional sobre o tema, especialmente no que tange à sua internacionalização e ao estabelecimento de redes colaborativas mais amplas.

Referências

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2023, junho 15). *bibliometrix: Comprehensive Science Mapping Analysis*. <https://cran.r-project.org/web/packages/bibliometrix/index.html>
- Block, R. L. (2012, janeiro). A History of REITs and REIT Performance. Em R. L. Block (Ed.), *Investing in REITs* (1^a ed., pp. 109–140). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119202325.ch6>
- Câmara dos deputados. (1993). Lei 8668/1993. Recuperado junho 21, 2023, de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8668.htm
- Chueke, G. V., & Amatucci, M. (2022). Métodos de sistematização de literatura em estudos científicos: bibliometria, meta-análise e revisão sistemática. *Internext*, 17(2), 284–292. <https://doi.org/10.18568/internext.v17i2.704>
- CVM. (2008). "Instrução cvm nº 472, de 31 de outubro de 2008". Recuperado junho 21, 2023, de <https://conteudo.cvm.gov.br/export/sites/cvm/legislacao/instrucoes/anexos/400/inst472consolid.pdf>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Feinerer, I., & Hornik, K. (2023). tm: Text Mining Package. <https://CRAN.R-project.org/package=tm>
- Fellows, I. (2018). wordcloud: Word Clouds. <https://CRAN.R-project.org/package=wordcloud>
- Guimarães, J. G. M. (2013). Persistência na performance de fundos de investimento imobiliário brasileiros entre 2008 e 2012.
- Gupta, R., Lv, Z., & Wong, W.-K. (2019). Macroeconomic Shocks and Changing Dynamics of the U.S. REITs Sector. *Sustainability*, 11(10), 2776. <https://doi.org/10.3390/su11102776>
- McLean, M. W. (2017). RefManageR: Import and Manage BibTeX and BibLaTeX References in R. <https://doi.org/10.21105/joss.00338>
- Mendes, R. A. (2018). *Fundos de investimento imobiliário: aspectos gerais e princípios de análise* (1^a ed.). Novatec Editora.
- Mugnaini, R., Damaceno, R. J. P., Digiampietri, L. A., & Mena-Chalco, J. (2019). Panorama da produção científica do Brasil além da indexação: uma análise exploratória da comunicação em periódicos. *Transinformação*, 31, e190033. <https://doi.org/10.1590/2318-0889201931e190033>
- Oliveira, J., & 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>
- Rosa, R., & Romani-Dias, M. (2019). A Presença e o Impacto de Periódicos Brasileiros da Área de Administração, Contabilidade e Turismo em Bases Científicas. *Revista*

- Scolese, D., Bergmann, D. R., Silva, F. L. D., & Savoia, J. R. F. (2015). Análise De Estilo De Fundos Imobiliários No Brasil. *Revista de Contabilidade e Organizações*, 9(23), 24. <https://doi.org/10.11606/rco.v9i23.83452>
- Selivanov, D., Bickel, M., & Wang, Q. (2022). text2vec: Modern Text Mining Framework for R. <https://CRAN.R-project.org/package=text2vec>
- Sembay, M., Luiz Pinto, A., De Macedo, D. D. J., & Moreiro-González, J. (2020). Aplicação da Lei de Bradford a pesquisas relacionadas a Open Government: Application of the Bradford Law to research related to Open Government. *Anales de Documentación*, 23(1). <https://doi.org/10.6018/analesdoc.326771>
- Teófilo, P. L. B. D. C., Souza, H. H. D., Silva, L. P. C. D., & Bergiante, N. C. R. (2022). Análise bibliométrica sobre o apoio à tomada de decisão na escolha de fundos de investimentos imobiliários brasileiros. https://doi.org/10.14488/ENEGET2022_TN_ST_384_1902_45136
- 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
- Yokoyama, K. Y. (2014). *Os Fundos De Investimento Imobiliário Listados Em Bolsa E As Variáveis Que Influenciam Seus Retornos*. [tese de dout., Universidade Federal Do Espírito Santo Centro De Ciências Jurídicas E Econômicas Programa De Pós-Graduação Em Ciências Contábeis].
- Zainudin, Z., Hussain, H. I., Ibrahim, I., & Mohd Said, R. (2017). Debt and Financial Performance of REITs in Malaysia: A Moderating Effect of Financial Flexibility. *Jurnal Pengurusan*, 50, 3–12. <https://doi.org/10.17576/pengurusan-2017-50-01>
- Zainudin, Z., Kantakji, M. H., Thabet, O. B., Ani, N. S., & Rahman, N. A. (2019). An investigation of the moderating effect of liquidity on the relationship between debt and financial performance of reits in malaysia: An optimal liquidity estimation. *CONTEMPORARY ECONOMICS*, (3).



Análise Empírica sobre

Fundos Imobiliários no Brasil

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉️ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- FACEBOOK www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Análise Empírica sobre

Fundos Imobiliários no Brasil

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉️ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- FACEBOOK www.facebook.com/atenaeditora.com.br