



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Ciências Sociais

Faculdade de Ciências Econômicas

Luan Cordeiro de Andrade Moraes

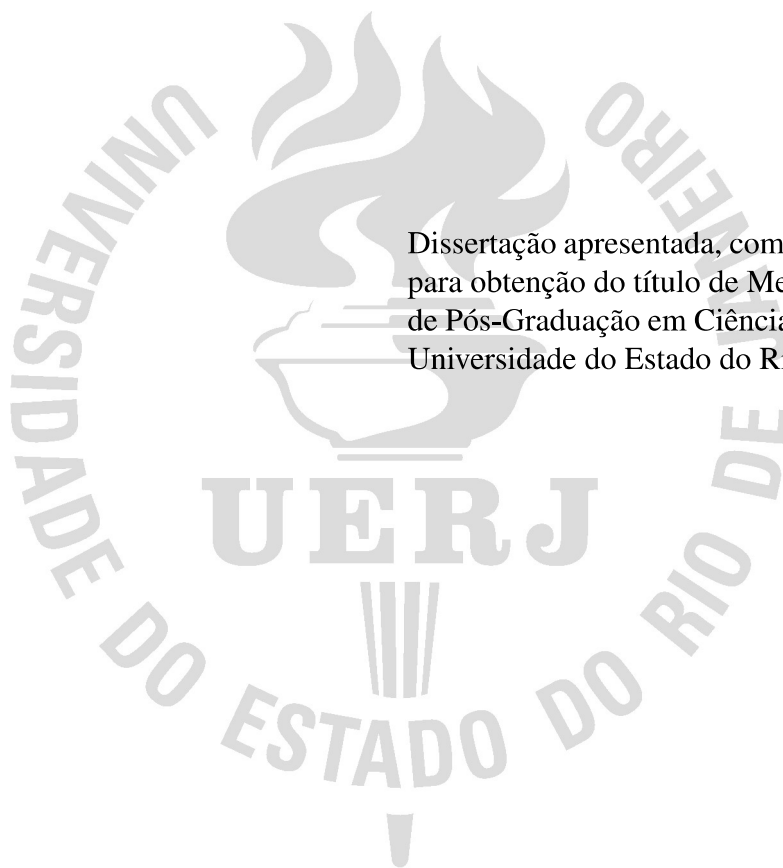
**Análise econométrica de fundos imobiliários no Brasil**

Rio de Janeiro

2023

Luan Cordeiro de Andrade Moraes

**Análise econométrica de fundos imobiliários no Brasil**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antônio Lucena Aiube

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CCS/B

M828 Moraes, Luan Cordeiro de Andrade  
Análise econométrica de fundos imobiliários no Brasil / Luan  
Cordeiro de Andrade Moraes – 2023.  
66 f.

Orientadora: Fernando Antônio Lucena Aiube  
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro, Faculdade de Ciências Econômicas.

1. Investimentos imobiliários – Brasil - Teses. 2. Fundos de  
investimentos – Teses. I. Aiube, Fernando Antônio Lucena. II.  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Ciências  
Econômicas. III. Título.

CDU 336.57

Bibliotecária: Lucia Andrade – CRB7/5272

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta  
dissertação.

---

Assinatura

---

Data

Luan Cordeiro de Andrade Moraes

**Análise econométrica de fundos imobiliários no Brasil**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Aprovada em 23 de agosto de 2023

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Fernando Antônio Lucena Aiube (Orientador)  
Faculdade de Economia - UERJ

---

Andrea Ugolini  
Faculdade de Economia - UERJ

---

Edison Americo Huarsaya Tito  
Instituto de Matemática e Estatística - UERJ

---

Ariel Levy  
Universidade Federal Fluminense

Rio de Janeiro  
2023



## **DEDICATÓRIA**

Eu dedico essa tese para minha mãe e avó pelo suporte, cuidado e carinho durante todos esses anos, que me fizeram chegar até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer à UERJ e sobretudo ao seu Instituto de Economia pela possibilidade de ter estudado em uma faculdade tão especial e rica de grandes economistas e profissionais, que fazem com que o ensino seja fluido e eficiente e o aprendizado dinâmico e sofisticado. Ao mesmo tempo, sem o apoio da CAPES através do financiamento de estudos através de seu programa de oferecimento de bolsas, a continuidade da formação de diversas pessoas não seria viabilizada. Além disso, gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Fernando Aiube pela ajuda na produção desse trabalho e pela atenção durante todo o processo de elaboração até a sua finalização. E por fim a todos que contribuíram para a minha educação e carreira seja direta ou indiretamente.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A ciência é o grande antídoto do veneno do entusiasmo e da superstição.

*Adam Smith*

## RESUMO

CORDEIRO DE ANDRADE MORAES, M. *Análise econométrica de fundos imobiliários no Brasil*. 2023. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Este trabalho tem o objetivo de realizar um estudo sobre fundos imobiliários no Brasil e obter informações sobre a estrutura, operacionalização e dinâmica desse mercado. Para isso, utiliza-se da econometria para a realização de cálculos, ao aplicar modelos de regressão multivariados da família GARCH para o estudo. Os ativos foram selecionados conforme características consideradas relevantes para o trabalho como valor patrimonial, número de cotistas e liquidez, abrangendo os principais segmentos do mercado de acordo com a ANBIMA. Pela perspectiva de um investidor, o Ibovespa, Ifix e um título de renda fixa de longo prazo - NTN-B são os índices mais úteis e comumente utilizados para a realização de comparações de retorno, volatilidade e correlação dos ativos com os mesmos. Além disso, é feita uma simulação de composição de uma carteira de investimentos com os ativos utilizados para o estudo. O estudo tem por meio a análise dos valores encontrados pelos cálculos que corroborem para a criação de um parecer sobre os dados coletados no que tange ao binômio risco-retorno e da criação e análise de uma carteira eficiente, observando critério de mínima volatilidade e máximo retorno.

Palavras-chave: Fundos Imobiliários. Modelo GARCH. Correlação. Volatilidade.

## ABSTRACT

CORDEIRO DE ANDRADE MORAES, M. *Econometric study on real estate funds in Brazil*. 2023. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

In this work we produce a study about real estate funds in Brazil as well as retake information on structure, operations and dynamics of these market. For that, we use econometrics to calculate the data in these study, in case three multivariate GARCH models. The assets were chosen following relevant characteristics such as private equity, number of shareholders and liquidity as well as the most important areas of the market according to ANBIMA. From an investor's standpoint, Ibovespa, Ifix and a long term and risk free asset - called NTN-B - are the most useful and the most common indexes to elaborate all the calculus behind this work. The study focus on analyse the results to make an appointment about the real estate funds and the market with focus on the risk-return binomial. Besides, these work creates and analyzes an asset portfolio looking to its efficiency minimizing volatility and maximizing returns.

Keywords: Real estate funds. GARCH Models. Correlation. Volatility.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura	1 - Correlações Dinâmicas - HGRE . . . . .	36
Figura	2 - Volatilidade - HGRE . . . . .	37
Figura	3 - Correlações Dinâmicas - HGLG . . . . .	40
Figura	4 - Volatilidade - HGLG . . . . .	41
Figura	5 - Correlações Dinâmicas - KNIP . . . . .	44
Figura	6 - Volatilidade - KNIP . . . . .	45
Figura	7 - Correlações Dinâmicas - ABCP . . . . .	48
Figura	8 - Volatilidade - VISC . . . . .	49
Figura	9 - Correlações Dinâmicas - MXRF . . . . .	52
Figura	10 - Volatilidade - MXRF . . . . .	53
Figura	11 - Fronteira Eficiente . . . . .	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela	1 - Ativos Escolhidos . . . . .	14
Tabela	2 - Evolução do Número de Investidores na Bolsa com Posição em Custódia .	24
Tabela	3 - Número de Investidores por Tipo de Investidor . . . . .	24
Tabela	4 - Evolução do Volume de Negociações na Bolsa . . . . .	24
Tabela	5 - Participação no Volume Negociado . . . . .	25
Tabela	6 - Volatilidade dos Índices . . . . .	32
Tabela	7 - Estatísticas Básicas - Fundos de Lajes Corporativas . . . . .	33
Tabela	8 - Testes - Fundos de Lajes Corporativas . . . . .	34
Tabela	9 - Fundos de Lajes Corporativas . . . . .	35
Tabela	10 - Volatilidade e Correlação - Fundos de Lajes Corporativas . . . . .	35
Tabela	11 - Estatísticas Básicas - Fundos de Logística . . . . .	38
Tabela	12 - Testes - Fundos de Logística . . . . .	38
Tabela	13 - Fundos de Logística . . . . .	39
Tabela	14 - Volatilidade e Correlação - Fundos de Logística . . . . .	39
Tabela	15 - Estatísticas Básicas - Fundos de Papel . . . . .	42
Tabela	16 - Testes - Fundos de Papel . . . . .	42
Tabela	17 - Fundos de Papel . . . . .	43
Tabela	18 - Volatilidade e Correlação - Fundos de Papel . . . . .	43
Tabela	19 - Estatísticas Básicas - Fundos de Shopping . . . . .	46
Tabela	20 - Testes - Fundos de Shopping . . . . .	46
Tabela	21 - Fundos de Shopping . . . . .	47
Tabela	22 - Volatilidade e Correlação - Fundos de Shopping . . . . .	48
Tabela	23 - Estatísticas Básicas - Fundos Híbridos . . . . .	50
Tabela	24 - Testes - Fundos Híbridos . . . . .	50
Tabela	25 - Fundos Híbridos . . . . .	51
Tabela	26 - Volatilidade e Correlação - Fundos Híbridos . . . . .	51
Tabela	27 - Volatilidade Geral Ponderada . . . . .	55
Tabela	28 - Risco, Retorno e Índice de Sharpe . . . . .	60
Tabela	29 - Composição das Carteiras . . . . .	61

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Grand Plaza Shopping
ANBIMA	Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiros e de Capitais
ARCH-LM	Modelo Autoregressivo de Heterocedasticidade Condicional Multiplicado de Lagrange (Autoregressive Conditional Heterocedasticity Lagrange) Multiplier
B3	Bolsa de Valores do Brasil
BRCR	BTG Pactual Corporate Office
BTLG	BTG Pactual Logística
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DCC GARCH	Dynamic Conditional Correlation GARCH
EGARCH	Modelo Autoregressivo de Heterocedasticidade Condicional Exponencial (Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity)
FII	Fundos de Investimento Imobiliário
FIIB	Industrial do Brasil
GARCH	Modelo Autoregressivo de Heterocedasticidade Condicional Geral (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity)
GGRC	GGR Covepi
GJR GARCH	Glosten Jagannathan Runkle GARCH
GTWR	Green Towers Fundo Imobiliário
HCTR	Hectare CE Fundo Imobiliário
HGBS	CSHG Brasil Shopping
HGCR	CGHG Recebíveis Imobiliários
HGLG	CGHG Logística
HGPO	CSHG Prime Offices
HGRE	CSHG Real Estate
HGRU	CSHG Renda Urbana
HSML	HSI Mall Fundo Imobiliário
IBOV	Índice da Bolsa de Valores de São Paulo
IFIX	Índice de Fundos Imobiliários do Brasil
IRDM	Iridium Recebíveis Imobiliários
JSRE	JS Real Estate Multigestão
KNCR	Kinea Rendimentos Imobiliários
KNHY	Kinea High Yield
KNIP	Kinea Índice de Preços
KNRI	Kinea Renda Imobiliária
LVBI	VBI Logístico
MALL	Malls Brasil Plural



MXRF	Maxi Renda
NTNB	Nota do Tesouro Nacional Série B
RBRP	RBR Properties
RCRB	Rio Bravo Fundo Imobiliário
VILG	Vinci Logística
VINO	Vinci Offices Fundo Imobiliário
VISC	Vinci Shopping Centers
XPLG	XP Logística
XPML	XP Malls

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
1	<b>FUNDAMENTAÇÃO</b>	17
1.1	<b>Conceitualização Geral</b>	17
1.2	<b>Mercado de Fundos Imobiliários</b>	17
1.3	<b>Tipos de Fundos Imobiliários</b>	19
1.3.1	<u>Fundos de Lajes Corporativas</u>	19
1.3.2	<u>Fundos de Logística</u>	20
1.3.3	<u>Fundos de Papel</u>	20
1.3.4	<u>Fundos de Shopping</u>	21
1.3.5	<u>Fundos Híbridos</u>	21
2	<b>PESQUISA BIBLIOGRÁFICA</b>	23
2.1	<b>Informação Inicial</b>	23
2.2	<b>Revisão Conceitual</b>	23
3	<b>ENSAIO ECONOMÉTRICO</b>	29
3.1	<b>Revisão Econométrica</b>	29
3.2	<b>Modelagem</b>	29
3.3	<b>Procedimentos</b>	31
4	<b>RESULTADOS</b>	33
4.1	<b>Fundos de Lajes Corporativas</b>	33
4.2	<b>Fundos de Logística</b>	37
4.3	<b>Fundos de Papel</b>	41
4.4	<b>Fundos de Shopping</b>	45
4.5	<b>Fundos Híbridos</b>	49
4.6	<b>Volatilidade Média Geral Ponderada</b>	53
5	<b>ENSAIO DE PORFÓLIO</b>	56
5.1	<b>Revisão Técnica</b>	56
5.2	<b>Procedimentos</b>	58
5.3	<b>Resultados</b>	59
	<b>CONCLUSÃO</b>	62
	<b>REFERÊNCIAS</b>	64

## INTRODUÇÃO

### Objetivo

Este trabalho tem por meio realizar um estudo econométrico sobre fundos imobiliários no Brasil no que tange à obtenção de informação sobre o comportamento dos ativos pesquisados no mercado financeiro assim como da interação destes com os principais índices de referência utilizados na bolsa para a construção de estratégias de investimento e alocação de carteira. Foram selecionados para o trabalho 30 ativos. A escolha destes seguiu certos requisitos como maior valor patrimonial, maior número de cotistas e de maior liquidez. A parte quantitativa do trabalho foi feita através do cálculo de estatísticas básicas descritivas como média, variância e desvio padrão, teste de heterocedasticidade, autocorrelação e normalidade. Além disso, a modelagem financeira utilizou-se de quatro modelos de volatilidade condicional da família GARCH: GARCH de Bollerslev (1986), GJR GARCH de Glosten, Jagannathan e Runkle (1993); EGARCH de Nelson (1991); e o modelo de correlação condicional DCC GARCH de Engle (2002).

Para além dos ativos, foram coletadas informações referentes aos principais índices da bolsa de valores utilizados por investidores e agentes econômicos. A utilização desses índices se fez necessária para análise, compreensão e comparação do binômio risco-retorno destes com os ativos selecionados para assim chegar-se a um parecer sobre o comportamento deles no mercado, objetivo final do trabalho. Sobre os índices, foram selecionados o índice da bolsa de valores de São Paulo - Ibovespa, índice de fundos imobiliários do Brasil - Ifix e um título de renda fixa de longo prazo, isto é, uma nota do tesouro nacional - NTN-B - com vencimento em 2035. Todas as informações coletadas dos ativos e dos índices foram registradas até a data de 31/12/2022.

Por fim, foi feita uma simulação de composição de carteira utilizando 10 ativos utilizados no trabalho. Este trabalho se baseou no trabalho de Markowitz (1952) referente a teoria de carteira e fronteira eficiente. Sobre a parte conceitual de finanças, utilizou-se do trabalho de Brealey, Myers e Allen (2018) no que tange à definição de risco, retorno e índice de Sharpe. Neste caso, o objetivo do trabalho também se mantém na análise do binômio risco-retorno, com foco agora na composição dos ativos na carteira ótima, abrangendo dois critérios de escolha: um fundo com uma composição que apresenta a menor volatilidade possível; e um fundo que apresenta a maior rentabilidade possível.

## Justificativa

O motivo pela escolha da realização do trabalho e do tema à ser abordado estão relacionados ao entendimento de que o mercado de fundos imobiliários no Brasil ainda é pouco explorado pelo ponto de vista acadêmico, tendo poucos trabalhos focados sobre essa área do mercado financeiro, sobretudo do ponto de vista econométrico. Recentemente, houve uma grande popularidade desses ativos no mercado no que tange à formação de carteiras e obtenção de maiores rentabilidades por parte dos agentes por meio de outros tipos de ativos para além dos convencionais. Além disso, o estudo tem por meio ampliar o acesso à informação sobre o mercado financeiro no Brasil, isto é, a sua democratização e acesso de diferentes classes sociais no mercado, contribuindo para a ampliação do próprio mercado e do desenvolvimento da economia brasileira.

## Desenvolvimento

O desenvolvimento do trabalho é majoritariamente quantitativo, baseando-se no uso da econometria para a realização dos cálculos e geração de resultados, apesar de apresentar aspectos conceituais sobre o tema e suas características. Toda a coleta de informações dos ativos e dos índices foram obtidas da plataforma *yahoofinance* com exceção do Ifix que foi obtido através da plataforma da bolsa de valores do Brasil, a B3<sup>1</sup> e da NTN-B que foi obtida pelo próprio site do Tesouro Nacional<sup>2</sup>. Destes canais de informação, foram coletados séries temporais, em especial séries financeiras dos preços ajustados diários desses ativos, sendo que, para cada série, foram calculados os retornos contínuos destes em formas de logarítimos, isto é, da forma  $\log(P_t) - \log(P_{t-1})$ , onde  $P_t$  é o preço de fechamento diário. Os ativos escolhidos para o trabalho encontram-se na tabela 1. Todos os valores foram observados e registrados até a data 31/12/2022.

---

<sup>1</sup> [https://www.b3.com.br/pt\\_br/market\\_-\\_data\\_-\\_e\\_-\\_indices/indices/indices\\_-\\_de\\_-\\_segmentos\\_-\\_e\\_-\\_setoriais/indice\\_-\\_fundos\\_-\\_de\\_-\\_investimentos\\_-\\_imobiliarios\\_-\\_ifix\\_-\\_estatisticas\\_-\\_historicas.html](https://www.b3.com.br/pt_br/market_-_data_-_e_-_indices/indices/indices_-_de_-_segmentos_-_e_-_setoriais/indice_-_fundos_-_de_-_investimentos_-_imobiliarios_-_ifix_-_estatisticas_-_historicas.html)

<sup>2</sup> <https://sisweb.tesouro.gov.br/apex/f?p=2031:2:0:::>

Tabela 1 - Ativos Escolhidos

ATIVO	TICKER	VALOR ATUAL	VALOR PATRIMONIAL	VALOR DE MERCADO	Nº COTAS	Nº COTISTAS	TIPO	SEGMENTO
CSHG REAL ESTATE	HGRE	R\$ 116,26	R\$ 1.906.065.148,00	R\$ 1.373.933.591,00	11.817.767	137.475	RENDA	LAJES
RBR PROPERTIES	RBRP	R\$ 48,05	R\$ 995.754.550,00	R\$ 585.209.887,00	12.179.186	95.522	RENDA	OUTROS
CSHG PRIME OFFICES	HGPO	R\$ 256,25	R\$ 469.168.147,00	R\$ 449.220.856,00	1.753.057	9.075	RENDA	LAJES
GREEN TOWERS FDO IMOB	GTWR	R\$ 73,23	R\$ 1.176.568.906,00	R\$ 878.760.000,00	12.000.000	25.558	RENDA	LAJES
RIO BRAVO FDO IMOB	RCRB	R\$ 119,90	R\$ 773.491.666,00	R\$ 442.514.331,00	3.690.695	30.637	RENDA	LAJES
VINCI OFFICES FDO IMOB	VINO	R\$ 47,90	R\$ 892.828.948,00	R\$ 793.475.906,00	16.565.259	125.737	RENDA	LAJES
CSHG LOGÍSTICA	HGLG	R\$ 162,10	R\$ 3.466.816.467,00	R\$ 3.802.327.018,00	23.456.675	334.388	RENDA	LOGÍSTICA
BTG PACTUAL LOGÍSTICA	BTLG	R\$ 97,35	R\$ 2.089.628.168,00	R\$ 2.050.861.936,00	21.066.892	201.785	RENDA	HÍBRIDO
GGR COVEPI	GGRC	R\$ 112,73	R\$ 966.621.344,00	R\$ 874.607.701,00	7.758.429	102.624	HÍBRIDO	LOGÍSTICA
XP LOGÍSTICA	XPLG	R\$ 96,20	R\$ 3.102.791.996,00	R\$ 2.607.122.068,00	27.101.061	301.441	HÍBRIDO	LOGÍSTICA
VBI LOGÍSTICA	LVBI	R\$ 96,31	R\$ 1.360.113.107,00	R\$ 1.134.067.297,00	11.775.177	64.297	RENDA	LOGÍSTICA
VINCI LOGÍSTICA	VILG	R\$ 98,12	R\$ 1.704.831.705,00	R\$ 1.471.544.496,00	14.997.396	156.468	RENDA	LOGÍSTICA
KINEA HIGH YIELD	KNHY	R\$ 96,65	R\$ 1.806.172.258,00	R\$ 1.787.139.976,00	18.490.843	14.621	PAPEL	PAPEL
KINEA ÍNDICE DE PREÇOS	KNIP	R\$ 89,93	R\$ 7.645.646.524,00	R\$ 7.252.598.020,00	80.647.148	66.274	PAPEL	PAPEL
KINEA RENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS	KNCR	R\$ 98,26	R\$ 5.747.307.324,00	R\$ 5.610.359.769,00	57.097.087	176.543	PAPEL	PAPEL
CSHG RECEBÍVEIS IMOBILIÁRIOS	HGCR	R\$ 101,91	R\$ 1.560.262.167,00	R\$ 1.571.259.182,00	15.418.106	78.003	PAPEL	PAPEL
IRIDIUM RECEBÍVEIS IMOBILIÁRIOS	IRDM	R\$ 92,70	R\$ 3.389.714.939,00	R\$ 3.377.415.763,00	36.433.827	273.838	PAPEL	PAPEL
HECTARE CE FDO IMOB	HCTR	R\$ 101,37	R\$ 2.681.663.951,00	R\$ 2.238.675.557,00	22.084.202	208.140	PAPEL	PAPEL
GRAND PLAZA SHOPPING	ABCP	R\$ 69,22	R\$ 1.120.589.959,00	R\$ 844.749.251,00	12.203.832	19.548	RENDA	SHOPPING
MALLS BRASIL PLURAL	MALL	R\$ 100,97	R\$ 1.094.178.737,00	R\$ 921.316.819,00	9.124.659	110.158	RENDA	SHOPPING
CSHG BRASIL SHOPPING	HGBS	R\$ 180,11	R\$ 2.169.800.063,00	R\$ 1.801.100.000,00	10.000.000	91.261	RENDA	SHOPPING
HSI MALL FDO IMOB	HSMI	R\$ 74,79	R\$ 1.536.624.397,00	R\$ 1.180.232.046,00	15.780.613	145.651	RENDA	SHOPPING
XP MALLS	XPML	R\$ 94,00	R\$ 2.057.877.597,00	R\$ 1.910.073.420,00	20.319.930	287.425	RENDA	SHOPPING
VINCI SHOPPING CENTERS	VISC	R\$ 104,94	R\$ 2.033.799.531,00	R\$ 1.857.042.796,00	17.696.234	233.292	RENDA	SHOPPING
BTG PACTUAL CORPORATE OFFICE	BRCR	R\$ 60,47	R\$ 2.673.022.814,00	R\$ 1.610.812.075,00	26.638.202	155.516	HÍBRIDO	HÍBRIDO
KINEA RENDA IMOBILIARIA	KNRI	R\$ 137,02	R\$ 3.867.931.624,00	R\$ 3.310.008.719,00	24.157.121	241.023	RENDA	HÍBRIDO
MAXI RENDA	MXRF	R\$ 10,14	R\$ 2.282.646.736,00	R\$ 2.292.042.183,00	226.039.663	722.410	HÍBRIDO	HÍBRIDO
INDUSTRIAL DO BRASIL	FIIB	R\$ 466,00	R\$ 312.133.950,00	R\$ 319.210.000,00	685.000	16.944	HÍBRIDO	HÍBRIDO
CSHG RENDA URBANA	HGRU	R\$ 117,00	R\$ 2.208.731.665,00	R\$ 2.153.555.586,00	18.406.458	188.979	RENDA	HÍBRIDO
JS REAL ESTATE MULTIGESTÃO	JSRE	R\$ 70,49	R\$ 2.355.388.203,00	R\$ 1.463.888.951,00	20.767.328	83.228	HÍBRIDO	HÍBRIDO

Fonte: O autor, 2023

Primeiro, são definidos os segmentos do mercado de fundos imobiliários de acordo com a categorização feita pela ANBIMA<sup>3</sup> que farão parte de todo o estudo. Os segmentos escolhidos são: lajes corporativas; logística; papéis; shopping; e híbridos.

Logo em seguida, é trabalhada a forma como os ativos serão selecionados para fazerem parte do estudo. A forma escolhida para a escolha dos ativos seguiu os principais pontos: valor patrimonial acima de 1 bilhão de reais; maior número de cotas; maior número de cotistas; maior liquidez; e ativos mais transacionados no mercado.

Alguns ativos escolhidos apresentaram em maior ou menor grau pontos que não se encaixavam nos pontos citados acima, mas mesmo assim foram selecionados por serem considerados estratégicos e de grande importância no mercado.

Quanto à parte quantitativa, a econometria se faz necessária pois o trabalho utiliza-se do uso de séries temporais em sua análise, com o intuito de realizar estimações de valores quanto à volatilidade, heterocedasticidade e correlação de series financeiras. Para isso, os modelos de regressão linear multivariadas da família GARCH se mostram presentes durante todo o trabalho, no que serviu de ferramenta para a geração dos cálculos e análise das informações.

A geração dos cálculos assim como da criação de gráficos e tabelas para a ilustração do trabalho foram feitas utilizando-se da linguagem de programação R, linguagem essa utilizada durante todo o período de estudo do tema. Os pacotes para análise estatística e econométrica no R utilizados no presente trabalho são: FinTS; TSA; timeSeries; fpp; tseries; forecast; fpp2; rmgarch; ggplot2; tidyverse; plotly; dplyr; tidyr; tibble; timetk; tidyquant e forcats. Tais pacotes facilitam o trabalho e a realização de operações econométricas e estatísticas de séries temporais financeiras.

## **Pesquisa Bibliográfica**

A parte conceitual do trabalho foi elaborada por meio da leitura de textos, artigos, livros e papers de autores especialistas na área, ao utilizar-se dos trabalhos de Baroni e Bastos (2018) que expõe detalhadamente informações sobre fundos imobiliários, seu mercado, seus ativos e seus agentes, abordando tais pontos de forma simples e objetiva. Além disso, também foram usados como base os trabalhos feitos pelo departamento de Real Estate da Escola Politécnica da USP sob o comando do professor Dr. João da Rocha Lima Júnior como os trabalhos de Junior (2020b), Junior (2020a), Junior (1996), Alencar (2018), Alencar (2011a), Alencar (2011b), Junior (2003), Porto (2020), Alencar (2020) e Monetti (2021).

Sobre a parte quantitativa, o material utilizado para estudo foram os trabalhos de Aiube

---

<sup>3</sup> [https://www.anbima.com.br/pt\\_br/noticias/fundos-imobiliarios-ganham-classificacao-inedita-no-mercado.htm](https://www.anbima.com.br/pt_br/noticias/fundos-imobiliarios-ganham-classificacao-inedita-no-mercado.htm)

e Faquieri (2020) e Aiube (2013) sobre a utilização do modelo GARCH para análise do comportamento de ativos no mercado financeiro no que se refere a retorno, volatilidade e correlação; Greene (2003), Gujarati (2011), Morettin (2006) e Wooldridge (2012) no que se refere ao detalhamento de equações e propriedades matemáticas, econometria para modelos de regressão e estimação de volatilidade, retorno e correlação de séries temporais.

Por fim, para a parte de finanças e composição da carteira eficiente, foi utilizado o material de Markowitz (1952) e Brealey, Myers e Allen (2018).

## **Organização**

O trabalho está dividido em cinco capítulos e uma conclusão: conceitualização sobre o tema; pesquisa bibliográfica; modelagem quantitativa; análise de resultados; e ensaio de portfólio.

No primeiro capítulo, há uma conceitualização geral sobre o tema, isto é, são abordadas questões sobre o mercado de fundos imobiliários, sua estrutura, seus agentes, seus segmentos, características específicas do mercado e seu comportamento diante de adversidades e incertezas, isto é, como a mesma se comporta com a ação de vetores internos e externos que impactam o mercado e a tomada de decisão dos agentes.

O segundo capítulo estabelece uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, ao buscar trabalho de autores que realizaram estudos sobre o tema.

O terceiro capítulo apresenta o aparato matemático por trás da construção dos modelos econométricos do tipo GARCH para a estimação de dados, fator essencial para obtenção de resultados que corroboram com a proposta do trabalho. Aqui, busca-se esclarecer os procedimentos para a realização dos cálculos e obtenção de resultados.

Quarto capítulo refere-se a interpretação e análise dos resultados, com o intuito de estabelecer um panorama sobre as informações coletadas de cada ativo de cada fundo assim como uma compilação de informações que foram geradas para então estabelecer um parecer sobre o objetivo do trabalho, isto é, sobre o binômio risco-retorno, observando características descritivas das estatísticas dos ativos, testes de heterocedasticidade, normalidade e autocorrelação assim como da própria modelagem econométrica financeira das séries temporais.

Por fim, o quinto capítulo apresenta um estudo de caso ao simular composições de carteiras ótimas de investimento sob os critérios de minimização de volatilidade e maximização de retorno, seguindo a base do trabalho referente a análise do binômio risco-retorno. Aqui, informações como variabilidade, prêmio de risco e índice de Sharpe são calculados para montar a composição ótima das carteiras e calcular a fronteira eficiente de investimento.

# 1 FUNDAMENTAÇÃO

## 1.1 Conceitualização Geral

O mercado de fundos de investimentos é apenas um dos segmentos dentre os diversos mercados de renda variável existentes no mercado financeiro. Como ativo, caracteriza-se por ser um produto financeiro, pois interliga agentes que necessitam de capital para aplicação no mercado imobiliário com agentes que detém capital e decidem investir nestes ativos com a intenção de obter ganho devido ao retorno que estes proporcionam. Assim, antes da análise quantitativa do mercado de fundos imobiliários, faz-se necessária uma breve introdução conceitual sobre tal ativo, tema central do trabalho.

## 1.2 Mercado de Fundos Imobiliários

O mercado de fundos imobiliários é um mercado em que agentes demandam e ofertam ativos que atuam no segmento de imóveis. Neste mercado, os imóveis podem ser utilizados em diversas atividades e serviços: imóveis para habitação, escritórios, logística, hospitais, escolas, shoppings, etc.

O mercado de fundos imobiliários surgiu como um avanço ao mercado imobiliário tradicional, visto que as características apresentadas pelo novo mercado fazem com que o mesmo seja mais dinâmico, de fácil acesso atrelada a maior liquidez. Isto porque o investimento em imóveis geralmente envolve a compra de um imóvel e todos os trâmites legais que o levam ao agente deter juridicamente do direito de propriedade do ativo e de ter a liberdade de usá-lo como bem quiser, o que retarda o processo de aquisição. Tal fato gera um custo de oportunidade para o investidor, ao considerar a possibilidade de investimento em outros ativos em outros mercados.

Observando-se aspectos negativos que o mercado imobiliário apresentava, os fundos imobiliários abriram janelas de oportunidades para a resolução de tais questões. Um desses pontos refere-se à desburocratização da compra de um ativo imobiliário. Pois agora o investidor não é afetado pela baixa liquidez de um imóvel físico. Pelo contrário, ele garante a propriedade de frações - ou cotas - do imóvel, detendo do direito de venda de tal fração a qualquer momento. Dessa forma, o agente comprador da cota não será o detentor do imóvel mas sim da cota que lhe gera uma rentabilidade, passível de ser negociada rapidamente, sem correr riscos de baixa liquidez. A estratégia de fracionar o direito de propriedade do imóvel também foi importante pois contribuiu para a entrada de novos agentes no mercado, investidores estes com menor padrão de aporte de capital através da aquisição indireta do imóvel.

Portanto, os fundos de investimento imobiliários - ou FIIs - são uma alternativa de investimento neste setor, relativamente mais fácil e menos burocrático.



Outra característica que atraiu os agentes à aportarem seu capital neste ativo foi a possibilidade de receber pagamento de dividendos periodicamente, mais especificamente de forma mensal. Tal pagamento segue de acordo com a rentabilidade do fundo até a data de pagamento do dividendo assim como do montante de cotas detidas pelo investidor. Assim, a rentabilidade do fundo e conseqüentemente o dividendo pago ao agente pode variar, no qual depende de fatores internos - da própria gestão e administração dos imóveis - e externos - se a economia durante o período está aquecida, se o cenário político interno favorece o investimento no setor, etc. - o que caracteriza o ativo como sendo do tipo renda variável.

Os fundos imobiliários atuam em diversos segmentos. Entretanto, suas áreas de atuação são regulados pela Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiros e de Capitais - ANBIMA. A entidade realiza, dentre diversos serviços, a classificação dos ativos por objetivo, segmento de atuação e tipo de gestão.

Como objetivos, isto é, as formas como os fundos se apresentam e atuam no mercado, a ANBIMA (2015) classifica os ativos da seguinte forma:

- Desenvolvimento para renda: fundos que utilizam 2/3 do seu patrimônio líquido no desenvolvimento ou aquisição de bens imobiliários direto na planta - projeto - ou já em construção, com o objetivo de gerar renda por meio de aluguéis e arrendamentos;
- Desenvolvimento para venda: fundos que utilizam 2/3 do seu patrimônio líquido para o financiamento da aquisição ou desenvolvimento de construções e bens imobiliários para gerar renda por meio da alienação futura à terceiros;
- Renda: fundos que utilizam 2/3 do seu patrimônio líquido para o financiamento e/ou compra de empreendimentos imobiliários já construídos, para geração de renda por meio de locação e arrendamento;
- Títulos e Valores Mobiliários: fundos que utilizam 2/3 do seu patrimônio líquido na compra de outros ativos financeiros - títulos e valores mobiliários;
- Híbridos: fundos de investimento em que as estratégias de investimento não se encaixam em nenhuma das citadas anteriormente, isto é, cuja estratégia de investimento não observa nenhuma concentração das classificações anteriores.

Quanto à parte de gestão, a ANBIMA (2015) classifica os fundos conforme é definido a seguir:

- Passiva: fundos de investimentos que especificam em seus regulamentos o imóvel ou o conjunto de imóveis que comporá sua carteira de investimento ou aqueles que têm por objetivo acompanhar um indicador do setor;
- Ativa: todos os tipos de fundos que não seguem os critérios da gestão passiva.

Quanto ao segmento, há diversos segmentos que os produtos financeiros podem atuar devido a variedade de atividades que um imóvel pode ser utilizado: escolas; residências; galpões de logística; hospitais; hotéis; lajes corporativas; agências bancárias, *shoppings*, etc. Entretanto, Baroni e Bastos (2018) esclarecem que os fundos devem se enquadrar em termos para serem definidos. Um dos principais termos é de investir dois terços do patrimônio líquido nestes tipos de imóveis, como apontado pela ANBIMA como um dos critérios de formação de um fundo imobiliário.

Além da ANBIMA, a CVM também atua na regulamentação do mercado, por meio do estabelecimento de regras e normas de ética e conduta por parte de administradores e gestores de fundos de investimento. A administração destes ativos é feita por instituições financeiras que atuam no mercado financeiro autorizadas pelo órgão.

Por determinação da CVM, é obrigatório para os administradores o compartilhamento de informações quanto à contabilidade e as finanças das instituições devido à lei de acesso à informação e principalmente para a definição de estratégias de alocação de recursos.

### 1.3 Tipos de Fundos Imobiliários

Diversas são as áreas que os fundos imobiliários podem atuar. Abaixo, é explicitado os principais tipos de fundos do mercado que também foram selecionados para serem analisados no trabalho. O critério de seleção dos tipos de fundo seguiu o critério de principais escolhas dos investidores e volume transacional destes no mercado diariamente.

#### 1.3.1 Fundos de Lajes Corporativas

Estes fundos caracterizam-se por apresentarem em seu portfólio imóveis físicos para atuar no segmento corporativo como sedes de empresas, salas comerciais e escritórios. Ou seja, são espaços de trabalho concebidos para atuação de empresas, seja elas de grande, média ou alto porte para acomodação de funcionários em um ambiente que seja propício para o exercício de uma determinada atividade.

No geral, a carteira do fundo é constituída de imóveis físicos, em que o fundo utiliza-os para captação de recursos. Tal captação provém da compra ou financiamento de construção de imóveis, com o intuito de gerar retorno por meio de arrendamento e/ou venda. Logo, é um tipo de fundo que busca rentabilidade à longo prazo, em um setor com alto potencial de valorização e periodicidade de reajustes no valor do arrendamento.

Um dos principais riscos que esse tipo de fundo apresenta é o risco de escassez de locatários - vacância. A falta de inquilinos ou de possíveis clientes gerariam custos indesejados para o fundo e conseqüentemente para os cotistas, no que afetaria a rentabilidade do ativo.

Assim, investidores e gestores devem realizar um trabalho minucioso de análise sobre quais imóveis farão parte de seus portfólios, da localização e inserção desses imóveis assim como do estado de conservação destes. Tais pontos são parâmetros relevantes durante o processo de escolha do gestor do fundo pois tais pontos são critérios que impactam o pagamento de dividendos.

Por fim, o mercado caracteriza esse tipo de fundo também como pertencente a um tipo de grupo de fundos de investimento: os fundos de tijolo. Baroni e Bastos (2018) define esse grupo como ativos reais que geram aluguéis e podem ser afetados pelos clássicos riscos imobiliários: inadimplência, vacância e deterioração do ativo.

### 1.3.2 Fundos de Logística

Os fundos de logística se assemelham aos fundos de lajes pois caracterizam-se por apresentarem em seu portfólio imóveis físicos. Entretanto, estes atuam no segmento de logística, isto é, na compra ou arrendamento de imóveis seja para recebimento e armazenamento de mercadorias assim como para a distribuição destes produtos.

É importante ressaltar que, para um imóvel ser apto a servir como um centro de armazenamento ou distribuição, o imóvel deve apresentar um grande espaço capaz de alocar as mercadorias que serão distribuídas. Além disso, se o imóvel estiver alocado em regiões próximas a rodovias e centros urbanos, os custos de transporte e entrega se reduzem. Assim, critérios como espaço e localização são cruciais para um fundo que atua neste segmento pois podem afetar a rentabilidade e o pagamento de dividendos do fundo.

Esse tipo de fundo também apresenta riscos e o principal é o macroeconômico. Como os imóveis do fundo servem para alocação e distribuição de mercadorias, quanto maior for o fluxo transacional de bens e mercadorias, maior será a demanda por esses imóveis. Ou seja, quanto mais a economia estiver aquecida, mais utilidade terão estes imóveis e conseqüentemente mais importantes serão os fundos de investimento no mercado pois a rentabilidade deles será elevada.

### 1.3.3 Fundos de Papel

Os fundos de papel são fundos de investimentos que investem em títulos de dívida imobiliária, seja no mercado do tipo renda fixa seja no de tipo renda variável. O retorno gerado pelo fundo é estabelecido por meio dos valores recebidos por esses produtos no mercado financeiro. A partir do momento do fechamento dos contratos de tais dívidas, o fundo estabelece uma nova estratégia de compra de novos títulos mobiliários, renovando o patrimônio do fundo. Os principais títulos de dívida imobiliária que compõem o portfólio dos fundos de papel são: Letras de Câmbio Imobiliárias, Letras Hipotecárias e Certificados de Recebíveis Imobiliários. Baroni

e Bastos (2018) definem os fundos de papel como sendo essencialmente operações de crédito, isto é, ativos de renda fixa com lastro em operações imobiliárias - lotes, residências, shoppings, prédios, galpões, hospitais - cujo rendimento futuro contratado possa ser securitizado.

O risco que o investidor incorre sobre esse tipo de ativo é o risco de crédito visto que, como o fundo é lastreado em papéis de dívida, há o risco de *default*, isto é, insolvência.

#### 1.3.4 Fundos de Shopping

Os fundos de shopping seguem o padrão dos fundos de lajes e de logística, aplicando seus recursos em ativos tangíveis, no que os fazem também parte do grupo dos chamados fundos de tijolo. Estes fundos captam recursos e os aplicam na compra e arrendamento de imóveis para atuarem como áreas de comércio e lazer.

Estes imóveis caracterizam-se por serem de grande porte com o intuito de alocarem um número grande de lojas e pessoas. Além disso, o imóvel deve ter uma boa localização, em especial nos centros urbanos, que colabore com o que o local tenha um nível elevado de fluxo de pessoas nestes estabelecimentos. Sendo assim, os critérios que são relevantes para os investidores analisarem se um determinado fundo é estratégico para ser encarteirado é o nível de vacância e a localização.

Semelhante ao fundo de lajes corporativas, o risco desse ativo refere-se ao risco de vacância mas sobretudo ao risco macroeconômico. A falta de clientes, ocasionando um baixo fluxo de pessoas nestes imóveis, em correlação a um cenário econômico de baixa atratividade, inflação e desemprego, afetaria a captação de recursos dos administradores destes fundos e consequentemente o repasse de dividendos para os investidores. Logo, este fundo apresenta uma correlação direta com o nível de aquecimento da economia e deve ser levado em consideração pelos investidores no momento de suas escolhas de investimento.

#### 1.3.5 Fundos Híbridos

Os fundos híbridos são fundos que caracterizam-se por serem compostos de ativos tangíveis e intangíveis, isto é, de imóveis reais e títulos de dívida imobiliário em seu patrimônio. A característica principal desse fundo é a diversificação de seus ativos. Dependendo da estratégia utilizada pelo gestor, o fundo pode apresentar em seu portfólio mais recebíveis imobiliários do que imóveis e vice-versa. Além disso, este fundo não se restringe em atuar somente em um segmento. Tanto os papéis como os imóveis podem ser utilizados em diversos segmentos já listados e fazerem parte do mesmo fundo.

Como este fundo pode atuar em todos os segmentos, o mesmo apresenta também todos os riscos a que tais segmentos estão expostos. Entretanto, a diversificação faz com que esses

riscos se minimizem diante da volatilidade intrínseca do mercado, em que o superaquecimento de um setor e o enfraquecimento de outro estabilizaria os ganhos provenientes do fundo pelos administradores e conseqüentemente o pagamento de dividendos aos cotistas.

## 2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Informação Inicial

Para a compreensão e embasamento do tema proposto no estudo, faz-se necessário a utilização de trabalhos de autores e pesquisadores que atuam na área. Dentro da literatura, os trabalhos com mais contribuição e que serão utilizados durante a construção da dissertação serão os do grupo de pesquisas em Real Estate da Universidade de São Paulo - USP - sob a supervisão do professor João da Rocha Lima Junior e de outros professores titulares do departamento. Serão utilizados trabalhos acadêmicos de graduandos, mestrandos e doutorandos que escreveram sobre fundos imobiliários e que apresentam relação com o tema proposto do estudo. Para a parte econométrica, utiliza-se o trabalho de Aiube (2013), Greene (2003), Morettin (2006) e Aiube e Faquieri (2020). Para a parte finanças, Markowitz (1952) e Brealey, Myers e Allen (2018).

### 2.2 Revisão Conceitual

No Brasil, os fundos de investimento imobiliário foram criados na primeira metade da década de 1990. Entretanto, a popularidade dos ativos surgiu na segunda metade dos anos 2010. Tal informação é comprovada por meio das tabelas 2 e 3, em que demonstram um crescimento dos números de investidores na bolsa de valores brasileira, sobretudo a partir de 2018. Além disso, também faz-se necessário destacar que tal aumento no número de investidores se deu com a inserção de novos investidores do tipo pessoa física, que compõem 1,9 milhão de pessoas.

É importante ressaltar também o volume de negociações que tal mercado transacionou recentemente. Como mostrado na tabela 4, o volume de negociações referentes aos fundos imobiliários cresceu de forma exponencial, alcançando um número de 66,5 bilhões de reais em 2021. De todo esse volume negociado, por meio da tabela 5, percebe-se que os investidores do tipo pessoa física foram os agentes principais de tal resultado.

Sobre a composição do ativo, deve-se dar relevância à forma como o fundo é administrado. Um fundo imobiliário deve ser administrado por uma instituição, que obrigatoriamente deve ser ligada ao mercado financeiro, isto é, ser uma entidade financeira atuante no mercado. (ALENCAR, 2020) Para a regulamentação e fiscalização da administração, o papel da AN-BIMA é central neste caso, em que a mesma, por meio de criação de regulamento, descreveu as obrigações que uma administradora e seus agentes devem seguir para atuarem na criação e gestão de um fundo de investimento imobiliário. Segundo Alencar (2020), ao administrador compete cumprir com a divulgação de todas as informações exigidas pela lei. É sua obrigação a prestação dos serviços de escrituração das cotas, análise e acompanhamento de projetos imo-

Tabela 2 - Evolução do Número de Investidores na Bolsa com Posição em Custódia

Ano	Nº Investidores (Milhares)
2009	12
2010	21
2011	36
2012	102
2013	101
2014	93
2015	89
2016	89
2017	121
2018	208
2019	645
2020	1.172
2021	1.546
2022	1.952

Fonte: O autor, 2023

Tabela 3 - Número de Investidores por Tipo de Investidor

Tipo	Nº Investidores
Pessoa Física	1.948.926
Outros	3.555
Investidor Institucional	2.370
Investidor Não Residente	126
Instituição Financeira	37

Fonte: O autor, 2023

Tabela 4 - Evolução do Volume de Negociações na Bolsa

Ano	Volume de Negociações (R\$ Bilhões)
2016	7,2
2017	9,3
2018	11,1
2019	32,2
2020	54,1
2021	66,5
2022	50,2

Fonte: O autor, 2023

Tabela 5 - Participação no Volume Negociado

Tipo	Valor Percentual
Pessoa Física	67,7%
Outros	0,8%
Investidor Institucional	21,8%
Investidor Não Residente	8,7%
Instituição Financeira	1%

Fonte: O autor, 2023

biários, auditoria, custódia de valores mobiliários, e gestão dos valores mobiliários do fundo.

Uma das características importantes dos fundos imobiliários é que a mesma pode adentrar em diversos ramos do mercado imobiliário. Consequentemente, os fundos imobiliários podem ser identificados e classificados. A classificação estabelece que os fundos imobiliários podem ser divididos em mandato e tipo de gestão.

Quanto ao mandato, temos 5 classificações referindo-se aos tipos de fundos de investimento imobiliário:

- Fundos de Desenvolvimento para Venda: São fundos de investimento que investem mais de 2/3 do seu patrimônio líquido na construção ou compra de imóveis com o objetivo de auferir lucros por meio da venda futura destes imóveis a terceiros;
- Fundos de Desenvolvimento para Renda: São fundos de investimento que investem mais de 2/3 do seu patrimônio líquido na construção ou compra de imóveis com o objetivo de auferir lucros por meio da geração de dividendos/retornos seja por meio de alocação ou arrendamento;
- Fundos de Renda: São fundos de investimento que investem mais de 2/3 do seu patrimônio líquido na incorporação de imóveis com o objetivo de auferir lucros por meio da geração de dividendos/retornos seja por meio de alocação ou arrendamento;
- Fundos de Títulos e Valores Mobiliários: São fundos de investimento que investem mais de 2/3 do seu patrimônio líquido na alocação em valores mobiliários - títulos públicos, ações, debêntures, cotas de sociedades, etc. Neste caso, os investimentos nestes ativos só são possíveis se as políticas internas administrativas de tais ativos corresponderem com as diretrizes e atividades permitidas pelos fundos imobiliários, ou seja, em detrimento com a CVM e a ANBIMA;
- Fundos Híbridos: fundos cuja estratégia de investimento não observe nenhuma concentração das classificações acima mencionadas, conforme definido em seu regulamento.(ALENCAR, 2020)



Quanto ao tipo de gestão, a gestão pode ser do tipo ativa ou passiva:

- **Gestão Passiva:** São fundos que seguem um determinado índice, isto é, que medem o seu desempenho por meio de um *benchmark* - IFIX, Ibovespa, CDI - como forma de referência para a sua atuação;
- **Gestão Ativa:** São fundos de investimentos em que o gestor atua com o intuito de superar a rentabilidade do seu índice de referência - *benchmark*. Dependendo do objetivo do gestor e do fundo, o ativo pode admitir diferentes níveis de volatilidade em relação ao seu *benchmark*. Sendo assim, a gestão ativa dedica-se a buscar a melhor relação risco-retorno para o investidor do fundo em que o gestor se preocupará sempre em gerar uma rentabilidade maior que a do *benchmark*.

Por um ponto de vista mais detalhado, a gestão passiva possui a característica de "usar o gestor como intermediário para investir em um ativo que ele próprio escolheu", segundo Alencar (2020). Logo, caso fatores externos macroeconômicos e políticos não gerem grandes impactos que causem uma grande volatilidade no ativo, presume-se que o gestor detém de uma certa previsibilidade quanto aos rendimentos que o fundo irá gerar. Entretanto, se houver um grande impacto, seja na economia interna ou externa, tal fato afetará de forma expressiva a sua rentabilidade. Logo, neste caso, o rendimento é dependente dos fatores externos e internos que acontecem na economia e na política, sendo o seu retorno volátil.

Em contrapartida, a gestão ativa se caracteriza pela atuação do gestor por meio de suas decisões de alocação de investimento do capital do fundo, isto é, da compra e venda dos ativos presentes no mercado. Assim, a atuação do gestor e a sua capacidade administrativa e de noção de mercado são fundamentais para a rentabilidade do fundo.

A classificação dos fundos de investimento também se diferenciam conforme o segmento que o fundo estará inserido no mercado, devendo cada fundo, no ato do registro na ANBIMA, informar seu segmento. Dentre as classificações dos ativos presentes no trabalho, estes se encaixam nas seguintes opções:

- **Lajes Corporativas:** São fundos de investimento que investem mais de 2/3 do seu patrimônio líquido na construção ou compra de imóveis com o objetivo de auferir lucros através de escritórios comerciais e corporativos;
- **Logística:** São fundos de investimento que investem mais de 2/3 do seu patrimônio líquido na construção ou compra de imóveis com o objetivo de auferir lucros atuando no seguimento logístico, isto é, imóveis para armazenamento e logística, galpões e centros de distribuição, entre outros;
- **Títulos e Valores Mobiliários (Papéis):** São fundos de investimento que investem mais de 2/3 do seu patrimônio líquido na compra ou venda de valores mobiliários com o objetivo de auferir lucros através do aporte de capital na compra de ações, cotas de sociedades,

FIP e FIDC cujas políticas ou propósitos se enquadrem entre as atividades permitidas aos FII, cotas de FII, fundos de investimento em ações setoriais, CEPAC, CRI, LH, LCI ou qualquer outro valor mobiliário permitido pela legislação vigente (ALENCAR, 2020);

- Shopping: São fundos de investimento que investem mais de 2/3 do seu patrimônio líquido na construção ou compra de imóveis com o objetivo de auferir lucros utilizando-os como instalações comerciais, isto é, *shoppings centers*, sedes de lojas e centros comerciais;
- Híbridos: São fundos de investimento que investem mais de 2/3 do seu patrimônio líquido na construção ou compra de imóveis com o objetivo de auferir lucros atuando em mais de um tipo de seguimento;

Das informações e regulamentações impostas pela CVM e ANBIMA, dos trabalhos realizados por diversos autores que estudaram o mercado como Alencar (2020), Porto (2020), Junior (2020b), Baroni e Bastos (2018), e do tema proposto por esta dissertação, pode-se listar as características dos principais segmentos que compõem o mercado de fundos imobiliários: fundos de lajes corporativas; logística; shopping; híbridos; e de valores imobiliários.

Quanto à rentabilidade dos fundos de lajes corporativas, a rentabilidade está atrelada à receita da locação, que geralmente é fixa e corrigida pela inflação, sendo firmados contratos geralmente de curta e média duração. Além disso, tal setor é cíclico, em que é afetado pelo aquecimento e recessão da economia assim como pela localização dos imóveis. Alencar (2020) aponta que em períodos de crise econômica, quando há uma tendência de aumento de vacância dos grandes centros e redução dos valores de locação, os melhores imóveis tendem a sofrer menos os impactos, pois é mais difícil que as grandes empresas encerrem seus contratos de locação. Já quando os inquilinos são empresas menores, que possuem menos fôlego para passar por adversidades, há um maior risco de inadimplência ou devolução dos imóveis.

Sobre os fundos de logística, caracterizam-se por imóveis que são utilizados para atividades logísticas no geral como galpões, armazéns, centrais de distribuição, fábricas e condomínios industriais. Da mesma forma que os fundos de lajes, a receita dos fundos de logística apresentam-se por terem um montante fixo corrigido periodicamente pela inflação. Uma das vantagens desse ativo é o forte crescimento que o setor teve, puxado pela ascensão do *e-commerce*, principalmente durante o período da pandemia do coronavírus.

Os fundos de shopping obtêm receita através da locação das lojas, da receita de vendas e estacionamento. Logo, a rentabilidade desse ativo assemelha-se à dos fundos de lajes, pois caminham em paralelo com o crescimento e produtividade da economia. Assim, período de vendas ruins ou crises econômicas que impactem no consumo podem reduzir a rentabilidade dos fundos. (ALENCAR, 2020) O ativo atrai muitos investidores pois em um mesmo imóvel é possível a locação de diversos tipos de segmentos e setores, no qual a diversificação acontece no próprio segmento, fazendo com que a diversificação aconteça pela própria característica do fundo.

Quanto aos fundos de valores mobiliários, são ativos que atuam no investimento de recebíveis imobiliários, ou seja, ativos de renda fixa atuantes no financiamento do setor imobiliário. Ao adquirir tais ativos, o investidor será remunerado periodicamente através de juros mais um indexador que irão atualizar o valor do investimento realizado. Segundo Alencar (2020), temos que os fundos de papel, por serem um investimento em renda fixa com necessidade de distribuição de 95% do lucro, o fundo praticamente não sofre alteração em seu patrimônio. Desta forma o valor da cota tende a ficar muito próximo ao valor de emissão. Estes fundos costumam sofrer menos em crises que afetam o mercado imobiliário, já que, o empreendimento tendo uma boa performance ou não, o tomador da dívida precisa pagar o título. Caso não o faça, existem vários mecanismos de garantia, como alienação fiduciária, cessão fiduciária ou fundo de reserva.

### 3 ENSAIO ECONOMÉTRICO

#### 3.1 Revisão Econométrica

Há uma vasta variedade e aplicação de modelos econométricos da família GARCH na literatura. Em geral, a aplicação desses modelos visa investigar a volatilidade e correlação entre diferentes classes de ativos e as implicações que estas apresentam para então estabelecerem estratégias para alocação de carteiras.

Neste trabalho, o modelo é utilizado também para este objetivo. Além disso, o mesmo mostrou-se eficiente em demonstrar e explicar fatos estilizados como heterocedasticidade, volatilidade e correlação condicional entre as variáveis. No trabalho de Aiube e Faquieri (2020), os autores realizam uma análise sobre o comportamento de ativos frente a variações na taxa de juros com o intuito de escolher quais dos ativos são os melhores para *hedge*.

Quanto à parte econométrica, a dissertação seguiu conforme o trabalho de Aiube (2013), visto a escassez de trabalhos econométricos sobre fundos imobiliários.

#### 3.2 Modelagem

Em termos de modelagem, foi coletada informações das séries de preços diários dos ativos para a realização de cálculo dos log-retornos destas séries financeiras. A série de retornos é útil para o estudo pois a mesma contém as informações necessárias para a tomada de decisão dos investidores, pois estes não estão interessados em saber o preço dos ativos mas sim os retornos que tais ativos podem lhes gerar.

Matematicamente, o retorno em  $n$  períodos entre os intervalos  $t - n$  e  $t$  é dado da seguinte forma:

$$R_t(k) = \frac{P_t - P_{t-n}}{P_{t-n}} \equiv 1 + R_t(k) = \frac{P_t}{P_{t-n}} \quad (1)$$

Quando o intervalo de tempo é pequeno, os instantes  $t$  e  $t - \Delta t$  são próximos assim como o retorno entre estes instantes, tal que  $R_t \ll 1$ . Assim, podemos definir o log-retorno por:

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-n}}\right) = \ln(P_t) - \ln(P_{t-n}) = R_t \quad (2)$$

Criadas as séries de retornos dos ativos, utilizou-se desta base de dados para o cálculo de modelos de volatilidade condicional e correlação. Os modelos escolhidos para tal foram os

da família GARCH. Em geral, a aplicação desse modelo visa investigar a correlação entre diferentes classes de ativos e as implicações que tais ativos apresentam para então os investidores estabelecerem estratégias de alocação de recursos.

Para isso, foram considerados quatro tipos da família GARCH: GARCH tradicional de Bollerslev (1986) ; EGARCH de Nelson (1991); GJR GARCH de Glosten, Jagannathan e Runkle (1993); e DCC GARCH de Engle (2002) . Estes tipos de modelos de regressão foram utilizados em cada um dos ativos para analisar os retornos dos fundos, suas volatilidades e principalmente a correlação condicional que estes ativos apresentam com os índices escolhidos para esse trabalho, isto é, Ibovespa, IFIX e NTNFB.

Logo, foram ajustados modelos ARMA-GARCH às séries dos log-retornos  $r_t$ .

Logo, o modelo ARMA(p,q) para a série temporal  $r_t$  é definido pela equação:

$$\phi(L)r_t = \mu + \theta(L)\varepsilon_t \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

em que  $\phi(L)$  e  $\theta(L)$  são polinômios de grau  $p$  e  $q$  em que  $\phi(L)$  define a parte autoregressiva do modelo enquanto  $\theta(L)$  define a parte de médias móveis;  $L$  representa o operador de defasagem tal que  $L^i y_t = y_{t-i}$ ; e  $\varepsilon_t$  é um erro aleatório no tempo  $t$  com média zero e variância constante, em que  $t - p > 0$  no que  $\varepsilon_t = h_t^{1/2} z_t$  e  $\varepsilon \sim iid(0, 1)$  . O modelo GARCH(p,q) de Bollerslev (1986), tem-se que a variância  $h_t$  é dada por:

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

Os parâmetros desse modelo devem satisfazer  $w > 0$ ,  $\alpha_j > 0$  e  $\beta_j > 0$  para garantir que  $h_t > 0$ .

O modelo EGARCH(p,q) de Nelson (1991), temos que:

$$\ln(h_t) = w + \sum_{j=1}^q \alpha_j z_{t-j} + \gamma_j (|z_{t-j}| - E(|z_{t-j}|)) + \sum_{j=1}^p \beta_j \ln(h_{t-j}) \quad (5)$$

Para esse modelo, os parâmetros  $\alpha_j$ ,  $\gamma_j$  e  $\beta_j$  não precisam de nenhuma restrição para que  $h_t$  seja não negativo.

Em seguida, para a definição de um modelo GJR GARCH(p,q) de Glosten, Jagannathan e Runkle (1993):

$$h_t = w + \sum_{j=1}^q (\alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \gamma_j I_{t-j} \varepsilon_{t-j}^2) + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} \quad (6)$$

Neste modelo,  $I$  é uma função que vale 1 quando  $\varepsilon \leq 0$  e 0 caso contrário. Para garantir a positividade de  $h_t$ ,  $w > 0$ ,  $2\alpha + \gamma > 0$  e  $\beta > 0$ .

Por fim, para um modelo do tipo DCC GARCH(p,q) de Engle (2002), utiliza-se primeiramente uma matriz de correlação condicional  $\mathbf{R}_t$ :

$$h_t = \mathbf{D}_t \mathbf{R}_t \mathbf{D}_t, \quad (7)$$

Aqui,  $\mathbf{R}_t$  deve ser inversível e positivamente definida e  $\mathbf{D}_t = \text{diag}(\sqrt{h_{11t}}, \dots, \sqrt{h_{nnt}})$  é a diagonal da matriz composta de  $h_{ij}$ . Para garantir que  $\mathbf{R}_t$  é positivamente definida, uma matriz  $\mathbf{Q}_t$  é usada e definida como:

$$\mathbf{Q}_t = (1 - a - b) \bar{\mathbf{Q}} + a \mathbf{z}_{t-1} \mathbf{z}_{t-1}^T + b \mathbf{Q}_{t-1}, \quad (8)$$

onde  $a$  e  $b$  são não-negativos e  $a + b < 1$  para ser estacionário.  $\bar{\mathbf{Q}}$  é a matriz incondicional do erro padrão  $\mathbf{z}_t$ . A matriz de correlação condicional  $\mathbf{R}_t$  é dada por:

$$\mathbf{R}_t = \text{diag}(\mathbf{Q}_t)^{-1/2} \mathbf{Q}_t \text{diag}(\mathbf{Q}_t)^{-1/2}, \quad (9)$$

### 3.3 Procedimentos

Foram selecionados para a realização do trabalho o preço de fechamento diário de 33 variáveis sendo 30 ativos e 3 índices de referência da bolsa de valores já citados anteriormente. A escolha dos ativos seguiu alguns critérios considerados importantes para o estudo como valor atual e patrimonial, número de cotas e cotistas, tipo e segmento do ativo categorizados pela própria ANBIMA.

Primeiramente, foi calculado a série de retornos dos ativos através da coleta feita das séries temporais dos preços justados diários dos ativos. Logo em seguida, obteve-se os resultados das estatísticas básicas dos ativos utilizando como base a série de retornos calculada anteriormente. Ou seja, foram obtidas informações básicas dos ativos como média, variância, desvio padrão, assimetria, curtose, máximo e mínimo. Além disso, também foram feitos testes para colher informações sobre heterocedasticidade e autocorrelação das séries financeiras para verificação dos fatos estilizados. Os testes feitos foram Jarque-Bera, Box-Ljung e ARCH-LM.

Após a obtenção das informações das estatísticas básicas e da realização dos testes, foi feito o ajuste para cada ativo e nos índices considerando os modelos da família GARCH. O melhor modelo, isto é, aquele que apresentava o menor critério de informação do tipo Akaike (1974), foi o escolhido. Através dessa mensuração, é possível selecionar o modelo de melhor

Tabela 6 - Volatilidade dos Índices

ÍNDICES	VOLATILIDADE	MÉDIA	VARIÂNCIA	DISTRIBUIÇÃO
IFIX	58,78%	ARMA(3,5)	GJR GARCH(1,1)	Skew Student
IBOV	23,07%	ARMA(2,0)	GARCH(1,1)	Skew Student
NTNB	13,11%	ARMA(0,1)	EGARCH(1,1)	Skew Student

Fonte: O autor, 2023

ajuste.

Feita as escolhas dos melhores modelos para os ativos, foram extraídas as respectivas volatilidades. Por fim, calculou-se a correlação condicional do ativo com cada um dos índices selecionados.

Devido à dificuldade da pesquisa em obter dados, os ativos não contém a mesma janela temporal, isto é, o período de tempo não é padronizado. Entretanto, utilizou-se como referencial a janela temporal desse ativo para o cálculo da volatilidade e correlação dos índices selecionados para o trabalho, ou seja, de 01/01/2014 a 31/12/2022, maior período de tempo do estudo. Quanto à volatilidade dos índices e demais informações sobre média, variância e distribuição, estes se encontram na tabela 6.

## 4 RESULTADOS

Nas tabelas 7 a 26 encontram-se os ativos e informações referentes as estatísticas básicas e os testes realizados. Os ativos foram separados em grupos conforme critério definido pela própria ANBIMA. Sobre os testes, os  $p$  – valores estão entre parênteses e tanto o Ljung-Box como o ARCH-LM foram calculados considerando um  $lag = 10$  devido ao fato das séries não apresentarem o mesmo período de tempo e tendo conseqüentemente tamanhos de séries diferentes.

### 4.1 Fundos de Lajes Corporativas

As tabelas 7 e 8 apresentam as estatísticas e os testes para os fundos de lajes corporativas. Observa-se que a média dos log-retornos diários dos ativos selecionados são em sua maioria negativos. Nota-se uma rentabilidade negativa destes ativos. Uma das razões para isso se deu pelo início da pandemia do coronavirus no Brasil a partir do primeiro trimestre de 2020 e com a decisão de *lockdown* para evitar o rápido contágio da doença, o que afetou a economia e todas as cadeias de mercado globais. Mesmo tendo se passado a epidemia, este segmento de fundos imobiliários ainda sofre as conseqüências da crise. Além disso, os valores negativos da média da rentabilidade também está relacionada a baixa produtividade da economia brasileira recente, em grande parte das incertezas sobre a administração do novo governo Lula e das projeções de alta de inflação e juros.

Observa-se também que o excesso de curtose indica a presença de caudas longas e pesadas dos log-retornos para todas as variáveis no período de tempo dos ativos. O teste Box-Ljung rejeita a hipótese nula de não correlação acima de  $lag = 10$ . O teste ARCH-LM rejeita a hipótese nula de não haver heterocedasticidade. Como todos apresentam um  $p$  – valor baixo, rejeita-se a hipótese nula dos testes. Ou seja, há autocorrelação e heterocedasticidade.

Tabela 7 - Estatísticas Básicas - Fundos de Lajes Corporativas

Atv	Per	Med	Var	D. Pad	Assim	Curt	Máx	Min
HGRE	jan/14 a dez/22	-0,04%	5,64%	1,30%	-1.2722	29.5291	0.1004	-0.1956
RBRP	ago/18 a dez/22	-0,03%	8,64%	1,87%	-1.3782	37.9634	0.1711	-0.2359
HGPO	jun/19 a dez/22	0,04%	3,47%	1,19%	-0.6282	7.9017	0.0670	-0.0775
GTWR	jun/19 a dez/22	-0,02%	4,37%	1,17%	-0.2131	5.4931	0.0705	-0.0696
RCRB	fev/20 a dez/22	-0,06%	11,04%	1,96%	-0.4806	17.9437	0.1269	-0.1742
VINO	fev/20 a dez/22	-0,04%	7,15%	1,76%	-0.6280	36.3067	0.1564	-0.1823

Fonte: O autor, 2023



Tabela 8 - Testes - Fundos de Lajes Corporativas

ATIVO	JARQUE-BERA	ARCH-LM	BOX-LJUNG
HGRE	80758.55 (0.00)	396.595 (0.00)	836.0003 (0.00)
RBRP	65699.10 (0.00)	67.16769 (0.00)	76.54701 (0.00)
HGPO	2388.253 (0.00)	301.0867 (0.00)	645.1494 (0.00)
GTWR	1115.816 (0.00)	123.3758 (0.00)	207.0182 (0.00)
RCRB	9642.41 (0.00)	436.3565 (0.00)	969.1396 (0.00)
VINO	39391.77 (0.00)	340.1167 (0.00)	595.7902 (0.00)

Fonte: O autor, 2023

A tabela 9 apresenta os modelos selecionados para média e variância do tipo DCC GARCH para os fundos de lajes corporativas segundo o critério de informação Akaike em que, referente a ordem (p,q) dos modelos, estes foram selecionados seguindo tal critério. E a tabela 10 apresenta as volatilidades e as correlações dos ativos em relação ao IFIX, Ibovespa e NTNFB.

Assim, os resultados dos testes demonstram que houve uma equidade entre os melhores modelos ajustados da família GARCH, isto é, HGRE, RBRP e RCRB foram ajustados para um modelo GARCH padrão e os restantes para um modelo EGARCH. Além disso, referente à distribuição, a maior parte dos ativos seguiu uma distribuição Student padrão com exceção do RBRP e RCRB que apresentaram uma distribuição de Student assimétrica.

Sobre volatilidade e correlação, nota-se que o RCRB é o ativo mais volátil do grupo e dois dos ativos - HGPO e GTWR - apresentam menores volatilidades. A maior correlação observada é entre o VINO e o Ibovespa e a menor é entre RCRB e o IFIX. Isso significa que tais fundos, quando incorporados a carteiras que seguem o Ibovespa, atuam como *hedge*.

Observa-se também que todos os ativos são correlacionados positivamente com os índices, com exceção do RBRP, RCRB e VINO que são negativamente correlacionados com o IFIX. No geral, os ativos se correlacionam com maior grau com Ibovespa e NTNFB e em menor grau com o IFIX.

Como exemplo, verifica-se graficamente a correlação apresentada entre o ativo HGRE e os três índices do estudo na figura 1. Observa-se que durante o início de 2020 houve um aumento na correlação do ativo com o NTNFB e o Ibovespa. A razão para tal se deu pelo fato da pandemia do coronavírus. Por outro lado, durante o mesmo período, a correlação do ativo com o IFIX manteve-se estável, apresentando um grande choque no início de 2016, principalmente

Tabela 9 - Fundos de Lajes Corporativas

ATIVO	MÉDIA	VARIÂNCIA	DISTRIBUIÇÃO
HGRE	ARMA (2,3)	GARCH (1,1)	Student Padrão
RBRP	ARMA (3,3)	GARCH (1,1)	Skew Student
HGPO	ARMA (0,1)	EGARCH (1,1)	Student Padrão
GTWR	ARMA (0,0)	EGARCH (1,1)	Student Padrão
RCRB	ARMA (3,1)	GARCH (1,1)	Skew Student
VINO	ARMA (0,4)	EGARCH (1,1)	Student Padrão

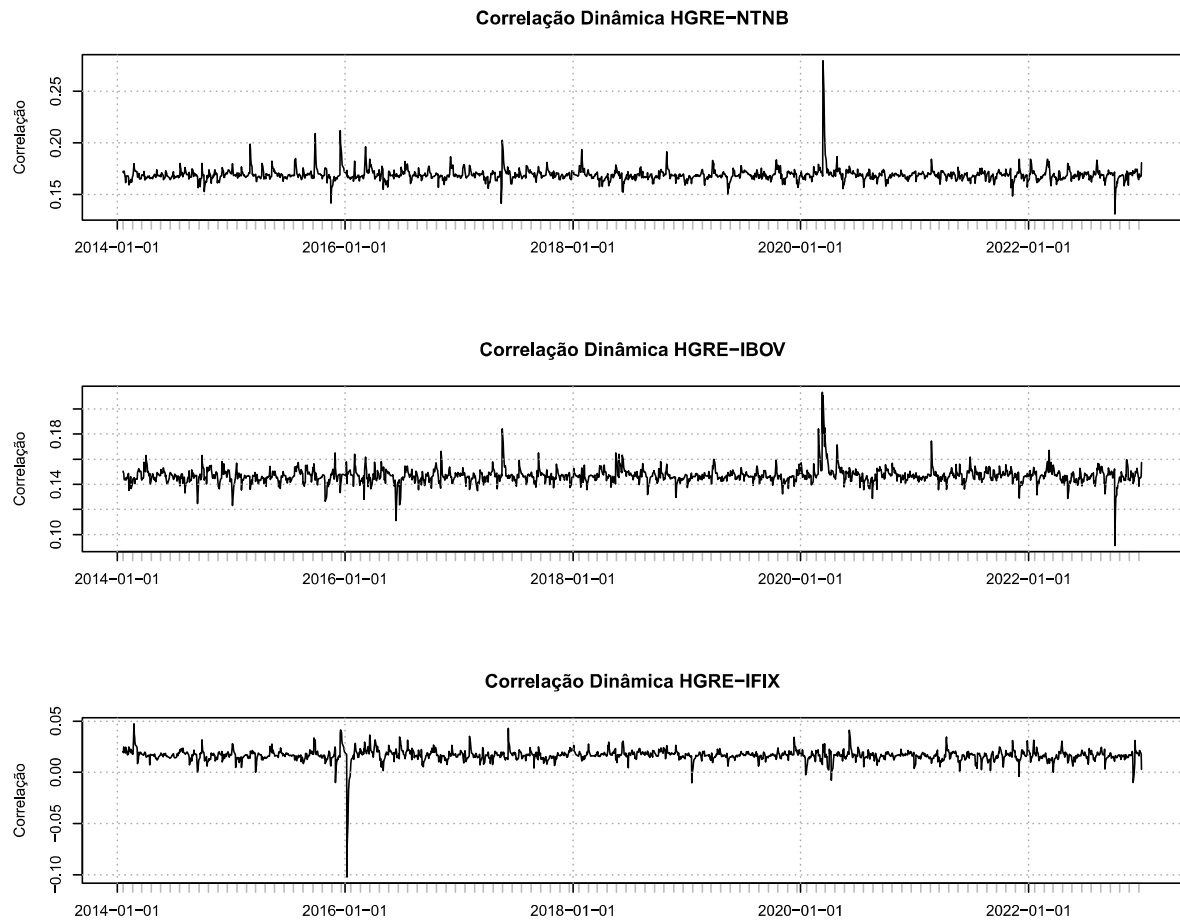
Fonte: O autor, 2023

Tabela 10 - Volatilidade e Correlação - Fundos de Lajes Corporativas

ATIVO	VOL	CORR IBOV	CORR IFIX	CORR NTNBS
HGRE	21,14%	14,67%	1,65%	16,90%
RBRP	19,98%	2,77%	-3,51%	0,01%
HGPO	17,47%	10%	3,19%	12,96%
GTWR	18,86%	13,91%	0,58%	17,63%
RCRB	28,16%	13,92%	-3,86%	10,99%
VINO	21,30%	19,57%	-1,42%	10,81%

Fonte: O autor, 2023

Figura 1 - Correlações Dinâmicas - HGRE

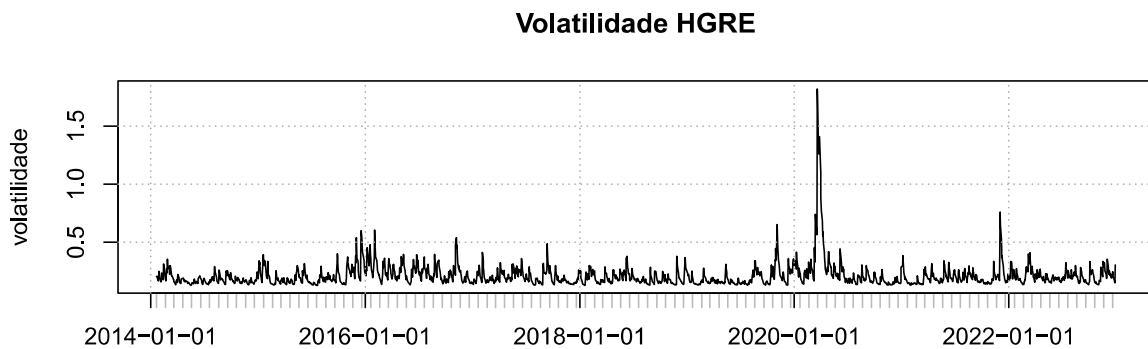


Fonte: O autor, 2023

peelo fator político do impeachment da presidente Dilma Rouseff.

Já a volatilidade para o mesmo ativo é apresentada na figura 2. Observa-se que há uma estabilidade ao longo do período de análise do ativo porém com a presença de alguns picos de alta, sendo o maior no primeiro trimestre de 2020. A razão para tal choque se deu pelo início da pandemia do coronavirus no Brasil.

Figura 2 - Volatilidade - HGRE



Fonte: O autor, 2023

#### 4.2 Fundos de Logística

No caso dos fundos de logística, as tabelas 11 e 12 indicam as estatísticas e os testes respectivamente. Identifica-se uma maioria de rentabilidades positivas frente aos ativos que apresentaram rentabilidade negativa entre os retornos dos ativos, isto é, mais da metade dos ativos apresentam uma média de retornos diários positiva enquanto a outra apresenta uma média negativa. Porém, ambas as médias são bem pequenas. BTLG é o ativo que apresentou a maior média de rentabilidade enquanto VILG e XPLG apresentaram a menor.

Tanto a variância quanto o desvio padrão são baixos, o que demonstra que os valores dos log-retornos tendem a estar perto da média, significando que a distribuição não está afastada e nem espalhada da média. Tais informações são importantes pois impactam na volatilidade do ativo e consequentemente no risco que o ativo apresenta a partir da decisão de alocação em carteira por parte do investidor.

Há excesso de curtose em todas as séries dos ativos, sendo HGLG o ativo que apresentou a maior curtose e XPLG o de menor curtose. Assim, ambos os ativos apresentam caudas longas e pesadas. O teste Box-Ljung rejeita a hipótese nula de não correlação, o teste ARCH-LM rejeita a hipótese nula de não haver heterocedasticidade e o Jarque-Bera rejeita a hipótese da série apresentar uma distribuição normal. Ou seja, há autocorrelação e heterocedasticidade e as séries não seguem uma distribuição normal.

Os modelos estimados para os fundos de logística que foram selecionados para média e variância encontram-se na tabela 13 e informações quanto a volatilidade e correlação na tabela 14.

Diferente dos fundos de lajes, os fundos de logística apresentaram uma heterogeneidade quanto ao melhor modelo ajustado da família GARCH. Isto é, 2 ativos - HGLG e LVBI - foram

Tabela 11 - Estatísticas Básicas - Fundos de Logística

Atv	Per	Med	Var	D. Pad	Assim	Curt	Máx	Min
HGLG	jan/14 a dez/22	0,02%	6,08%	1,41%	-1.5792	50.9389	0.1723	-0.2141
BTLG	ago/14 a dez/22	0,06%	4,94%	1,43%	-1.7856	24.3480	0.0775	-0.1828
GGRC	out/17 a dez/22	0,02%	3,74%	1,20%	-2.2456	29.0891	0.0617	-0.1610
XPLG	jun/20 a dez/22	-0,01%	2,82%	0,98%	0.1511	3.8116	0.0486	-0.0430
LVBI	mar/20 a dez/22	0,03%	4,30%	1,31%	0.6271	4.3087	0.0869	-0.0512
VILG	mar/20 a dez/22	-0,01%	6,15%	1,51%	-2.3134	39.1364	0.1238	-0.1972

Fonte: O autor, 2023

Tabela 12 - Testes - Fundos de Logística

ATIVO	JARQUE-BERA	ARCH-LM	BOX-LJUNG
HGLG	239445.9 (0.00)	78.15786 (0.00)	99.94716 (0.00)
BTLG	52344.33 (0.00)	75.78482 (0.00)	100.4701 (0.00)
GGRC	46796.73 (0.00)	134.0805 (0.00)	209.2185 (0.00)
XPLG	393.6106 (0.00)	31.68317 (0.00)	35.45013 (0.00)
LVBI	583.6279 (0.00)	70.07071 (0.00)	92.48648 (0.00)
VILG	61236.08 (0.00)	183.5146 (0.00)	262.9871 (0.00)

Fonte: O autor, 2023

Tabela 13 - Fundos de Logística

ATIVO	MÉDIA	VARIÂNCIA	DISTRIBUIÇÃO
HGLG	ARMA (1,0)	GARCH (1,1)	Student Padrão
BTLG	ARMA (2,2)	GJR GARCH (1,1)	Skew Student
GGRC	ARMA (3,2)	GJR GARCH (1,1)	Skew Student
XPLG	ARMA (1,0)	EGARCH (1,1)	Student Padrão
LVBI	ARMA (3,1)	GARCH (1,1)	Skew Student
VILG	ARMA (0,0)	EGARCH (1,1)	Student Padrão

Fonte: O autor, 2023

Tabela 14 - Volatilidade e Correlação - Fundos de Logística

ATIVO	VOL	CORR IBOV	CORR IFIX	CORR NTNBN
HGLG	19,99%	8,04%	0,80%	7,96%
BTLG	17,63%	-0,52%	-1,39%	-1,05%
GGRC	17,81%	15,39%	-0,41%	8,40%
XPLG	16,23%	15,22%	5,04%	-0,69%
LVBI	19,77%	11,53%	-4,48%	12,89%
VILG	20,44%	11,43%	0,43%	13,65%

Fonte: O autor, 2023

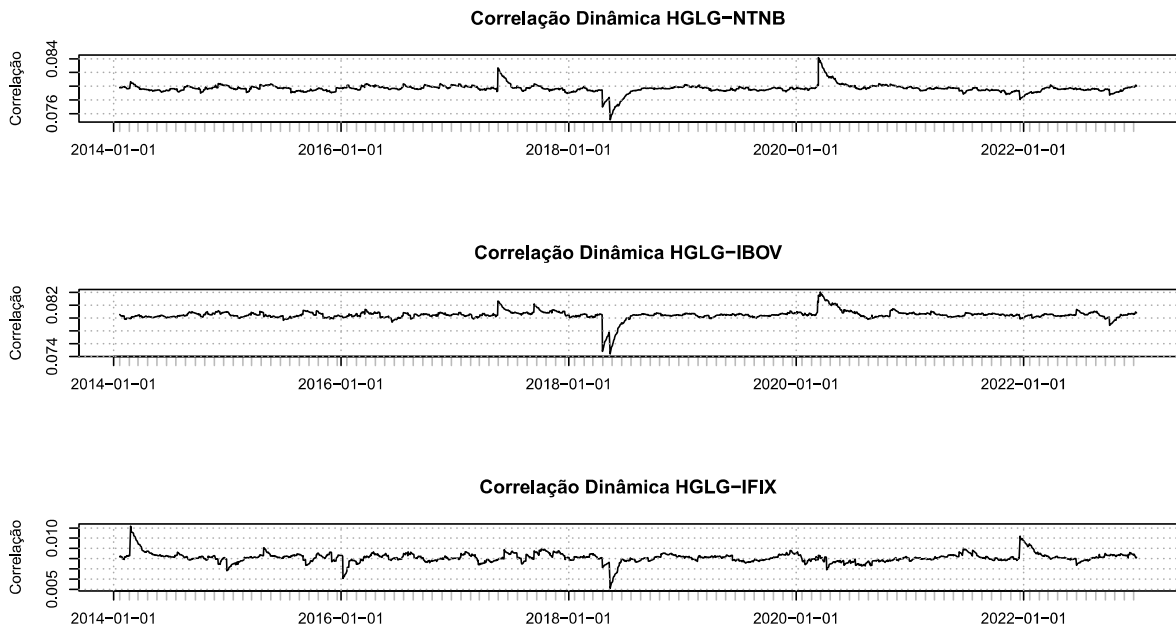
ajustados para um modelo GARCH, 2 ativos - XPLG e VILG - para o modelo EGARCH e os outros 2 ativos - BTLG e GGRC - para o modelo GJR GARCH.

Os ativos mais voláteis do grupo são HGLG e VILG. A menor volatilidade observada é a do XPLG, fazendo com que apresente um menor risco entre os demais. A maior correlação encontrada foi entre GGRC e o Ibovespa enquanto que a menor foi entre BTLG e IFIX.

No geral, o fundo apresenta uma maior correlação com o Ibovespa e em menor grau com o IFIX e com NTNBN. Entretanto, observou-se que o ativo BTLG apresentou baixa correlação com todos os índices escolhidos do trabalho. Já o VILG, notou-se a presença de correlação positiva com todos os índices, enquanto os outros ativos apresentaram tanto correlações positivas e negativas dependendo do índice em que estavam sendo analisados.

A figura 3 pode ser analisada como exemplo. Aqui, o ativo em questão é o HGLG em relação aos três índices do estudo. Verifica-se que a volatilidade entre o ativo e o NTNBN e Ibovespa apresentaram um choque de alta e que depois foi decrescendo progressivamente até se estabilizar durante o primeiro trimestre de 2020. Tal choque também foi causado pela pandemia. Em contrapartida, o ativo em relação com o IFIX não sofreu nenhum choque nesse mesmo período ao ponto de ter a correlação afetada. Além disso, a correlação para os três índices sofreu um choque de baixa no primeiro trimestre de 2018 devido à greve dos caminhoneiros e ao preço do diesel que afetaram o setor de logística nacional.

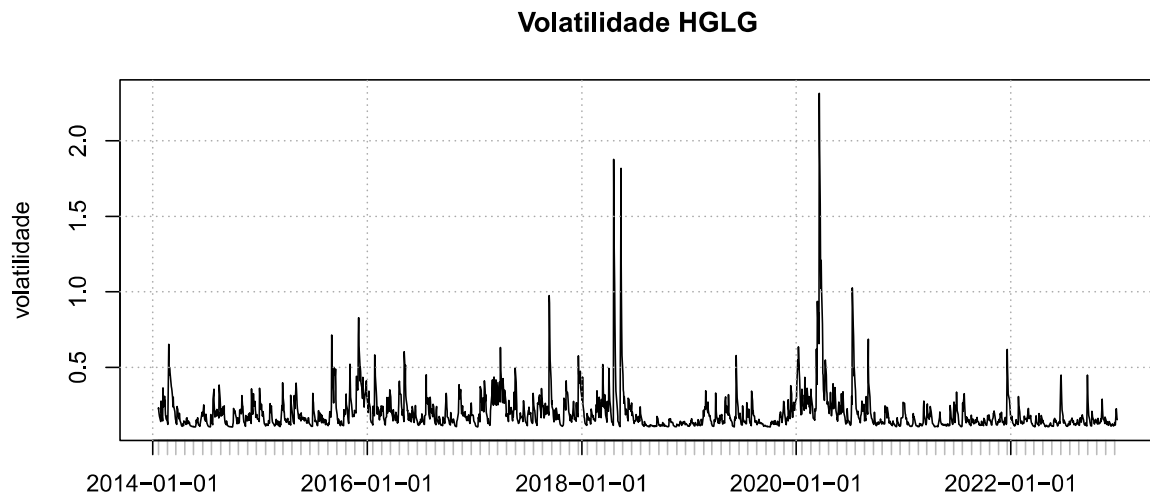
Figura 3 - Correlações Dinâmicas - HGLG



Fonte: O autor, 2023

A volatilidade do HGLG é mostrada na figura 4. Nota-se a presença de dois picos de volatilidade para o ativo: no primeiro trimestre de 2018; e no primeiro trimestre de 2020. O primeiro choque relaciona-se com a greve dos caminhoneiros que prejudicou o fluxo de distribuição de mercadorias em todo território nacional através de reivindicações contra a alta do preço do diesel. O último choque é devido ao início da pandemia do coronavirus no Brasil, que induziu o governo a implantar uma política de *lockdown* que prejudicou o crescimento de todos os mercados no geral.

Figura 4 - Volatilidade - HGLG



Fonte: O autor, 2023

### 4.3 Fundos de Papel

Para os fundos de papel, as informações estatísticas e dos testes encontram-se respectivamente nas tabelas 15 e 16.

Os fundos de papel apresentam retornos diários ligeiramente negativos, isto é, como os fundos de papel são títulos de dívida do mercado imobiliário, um mercado aquecido faz com que sejam obtidos mais financiamentos para a construção de imóveis por meio da emissão desses títulos. Com a economia em baixa produtividade e com um alto nível de desemprego e inflação, poucos eram os agentes dispostos a empreender no setor, pela compra ou arrendamento de um novo imóvel, aumentando consequentemente o nível de vacância dos imóveis.

Semelhante aos outros tipos de fundos analisados, tanto a variância quanto o desvio padrão dos ativos são baixos, o que significa que as séries de preços e dos log-retornos estão próximos da média, isto é, estão distribuídos de forma mais homogênea. Essa informação é importante pois corrobora para o entendimento da volatilidade dos ativos, no qual pressupõe-se que tais ativos tendem a não ser muito voláteis. Os ativos que apresentaram maior variância foram HGRG e HCTR e os menores KNIP e KNCR.

Todos os ativos apresentam excesso de curtose, sendo o ativo com as maiores caudas o KNHY e o de menor cauda o HGCR. No geral, os ativos não apresentam uma distribuição normal pois os  $p$  – valores são baixos assim como os valores de suas assimetrias. Sobre os testes Jarque-Bera e ARCH-LM, todos os ativos rejeitam a hipótese nula de não correlação e heterocedasticidade, com exceção do IRDM que apresentou  $p$  – valore  $> 0,05$ .



Tabela 15 - Estatísticas Básicas - Fundos de Papel

Atv	Per	Med	Var	D. Pad	Assim	Curt	Máx	Min
KNIP	out/17 a dez/22	-0,01%	1,37%	0,74%	-1.9860	26.5399	0.0411	-0.0968
KNHY	ago/18 a dez/22	-0,05%	3,75%	1,15%	-2.6908	51.5204	0.0923	-0.1711
KNCR	ago/14 a dez/22	-0,01%	1,57%	0,80%	-1.6231	27.6217	0.0615	-0.1175
HGCR	ago/14 a dez/22	-0,02%	12,03%	1,20%	-0.7496	7.9047	0.0719	-0.0953
IRDM	jun/20 a dez/22	-0,03%	5,01%	1,17%	-1.8797	13.1333	0.0483	-0.1014
HCTR	jul/17 a dez/22	-0,01%	18,91%	1,46%	-1.2417	11.5400	0.0747	-0.1116

Fonte: O autor, 2023

Tabela 16 - Testes - Fundos de Papel

ATIVO	JARQUE-BERA	ARCH-LM	BOX-LJUNG
KNIP	38872.06 (0.00)	184.9074 (0.00)	249.3861 (0.00)
KNHY	122004,70 (0.00)	126.0619 (0.00)	163.3278 (0.00)
KNCR	66856.63 (0.00)	320.7269 (0.00)	329.2406 (0.00)
HGCR	5597.939 (0.00)	136.6094 (0.00)	228.5802 (0.00)
IRDM	5013.716 (0.00)	10.27487 (0.3161072)	11.5527 (0.00)
HCTR	5045.06 (0.00)	155.9627 (0.00)	197.1858 (0.00)

Fonte: O autor, 2023

Os modelos selecionados para média e variância estão na tabela 17. A volatilidade e correlação encontram-se na tabela 18.

Aqui, houve o predomínio do modelo EGARCH como o melhor modelo ajustado para os ativos. Além disso, todos apresentaram uma distribuição do tipo Student assimétrica exceto KNHY que seguiu uma distribuição do tipo Student padrão.

Foi identificado que o ativo HCTR é o mais volátil do fundo e uma similaridade entre os valores encontrados para KNIP e KNCR como sendo os ativos com a menor volatilidade. Assim, o HCTR, dentre os outros ativos do fundo, caracteriza-se por ser o ativo com o maior risco. Vale ressaltar também que o HGCR apresentou também uma alta volatilidade, sendo ligeiramente menos volátil que o HCTR.

Observa-se que a maior correlação encontrada é entre HCTR e Ibovespa e a menor correlação também é do ativo HCTR, porém com o índice IFIX. A correlação baixa com o Ibovespa indica a possibilidade de diversificação e mitigação do risco.

Tabela 17 - Fundos de Papel

ATIVO	MÉDIA	VARIÂNCIA	DISTRIBUIÇÃO
KNIP	ARMA (2,2)	EGARCH (1,1)	Skew Student
KNHY	ARMA (3,3)	EGARCH (1,1)	Student Padrão
KNCR	ARMA (1,3)	EGARCH (1,1)	Skew Student
HGCR	ARMA (3,1)	EGARCH (1,1)	Skew Student
IRDM	ARMA (0,0)	GARCH (1,1)	Skew Student
HCTR	ARMA (1,0)	EGARCH (1,1)	Skew Student

Fonte: O autor, 2023

Tabela 18 - Volatilidade e Correlação - Fundos de Papel

ATIVO	VOL	CORR IBOV	CORR IFIX	CORR NTNBN
KNIP	11,21%	4,83%	2,18%	6,94%
KNHY	17,24%	7,68%	2,58%	8,54%
KNCR	11,27%	6,73%	-1,62%	0,61%
HGCR	31,86%	8,81%	0,20%	7,71%
IRDM	19,85%	10,99%	-0,96%	10,73%
HCTR	35,33%	15,62%	-3,69%	8,97%

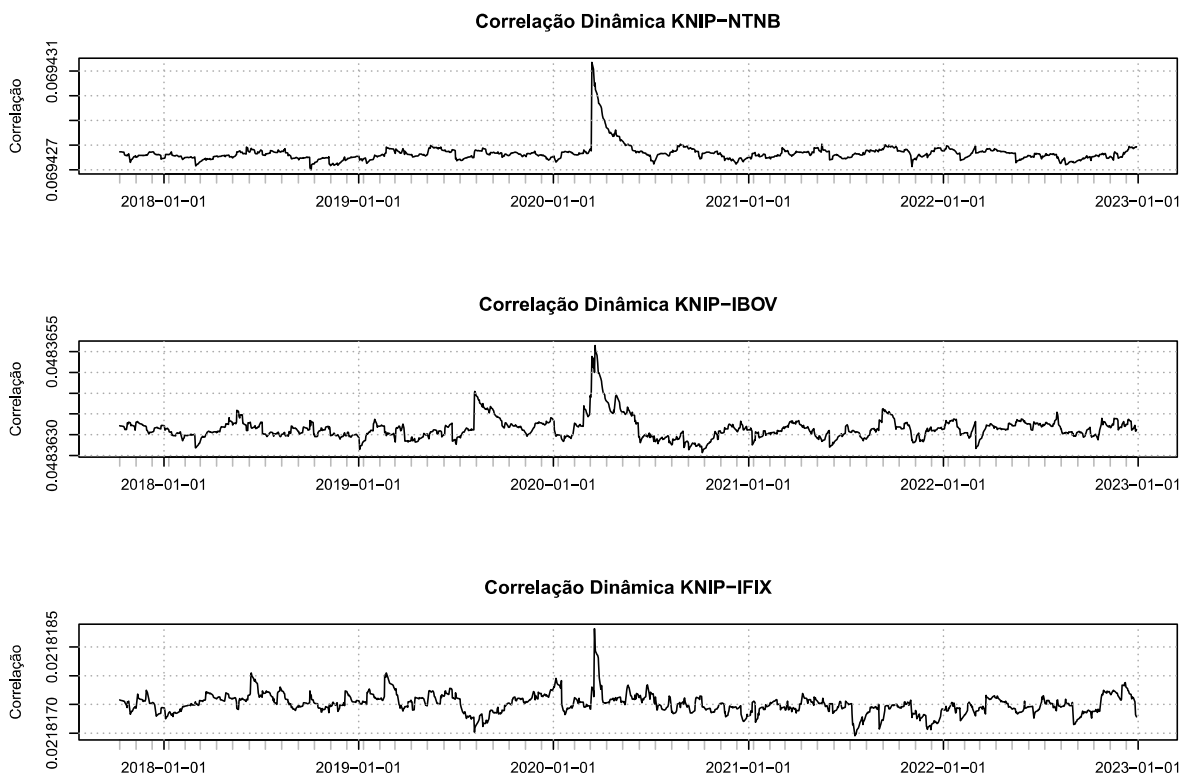
Fonte: O autor, 2023

Nota-se também que metade dos ativos - KNIP, KNHY e HGCR - estão correlacionados positivamente com os três índices, no qual KNIP e KNHY correlacionam-se mais com NTNBN e HGCR com o Ibovespa.

No geral, os fundos de papel correlacionam-se em maior grau com o Ibovespa e com o NTNBN e em menor grau com o IFIX. Como exemplo, pode-se verificar a correlação e a volatilidade do KNIP com os índices por meio da figura 5. Nela, verifica-se que os índices e os ativos estão correlacionados positivamente. O único choque apresentado em sua correlação foi, assim como a maioria, causado pela pandemia do coronavírus no primeiro trimestre de 2020.

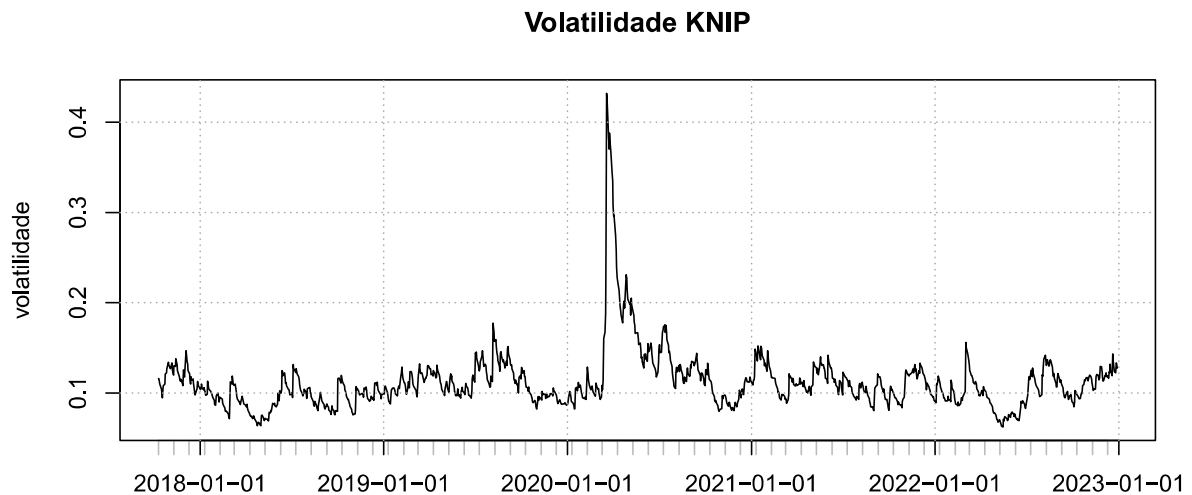
A volatilidade para o ativo KNIP é apresentada na figura 6. Esta caracteriza-se por ser baixa, mantendo-se a maior parte do período na margem dos 10%, sem passar a barreira dos 20%. Entretanto, assim como na maioria das observações dos outros ativos, o choque na sua volatilidade acontece no primeiro trimestre de 2020 em razão dos acontecimentos que a pandemia provocou na economia nacional.

Figura 5 - Correlações Dinâmicas - KNIP



Fonte: O autor, 2023

Figura 6 - Volatilidade - KNIP



Fonte: O autor, 2023

#### 4.4 Fundos de Shopping

As tabelas 19 e 20 apresentam as informações estatísticas e dos testes para esse tipo de fundo. A maior parte dos ativos apresentam uma média de retornos diários positivos, com exceção dos ativos HSML e XPML. Tal informação é importante ser observada pois mesmo com a pandemia e o *lockdown*, que prejudicou o setor ao longo de todo o ano de 2020 e 2021, o setor voltou a crescer e se estabilizar ao longo do ano de 2022. Logo, mesmo com o baixo rendimento devido ao coronavírus, este tipo de fundo conseguiu gerar retorno para os seus investidores.

Semelhante aos outros tipos de fundos, a variância e o desvio padrão se mantiveram com valores pequenos. Dessa forma, a distribuição dos dados das séries financeiras apresentam-se por serem homogêneas e próximas da média.

Os ativos que apresentaram respectivamente maior e menor curtose foram MALL e XPML. Quanto aos testes, a maior parte dos ativos não apresentam distribuição normal. Entretanto, apresentaram autocorrelação e heterocedasticidade pois caracterizam-se por  $p - valor < 0,05$ , com exceção do ativo MALL que apresentou  $p - valor > 0,05$  tanto para o teste ARCH-LM quanto para o Box-Ljung.

As outras informações referentes aos modelos selecionados para média e variância, volatilidade e correlação encontram-se nas tabelas 21 e 22. Sobre os melhores modelos estimados, diferentemente dos fundos de papel em que apresentaram em sua maioria modelos do tipo EGARCH, aqui os melhores modelos são variados, abrangendo os três tipos de modelos

Tabela 19 - Estatísticas Básicas - Fundos de Shopping

Atv	Per	Med	Var	D. Pad	Assim	Curt	Máx	Min
ABCP	jan/14 a dez/22	0,02%	0,05%	2,27%	-1.8018	48.5761	0.2081	-0.3897
MALL	dez/12 a dez/22	0,01%	8,18%	1,73%	-12.1635	288.5063	0.1026	-0.4026
HGBS	jan/14 a dez/22	0,01%	6,37%	1,26%	-4.2255	87.3268	0.0741	-0.2626
HSML	ago/19 a dez/22	-0,02%	5,79%	1,43%	-2.2337	34.5672	0.0958	-0.1685
XPML	jun/20 a dez/22	-0,01%	3,08%	1,07%	0.2579	1.4252	0.0446	-0.0384
VISC	nov/17 a dez/22	0,03%	4,92%	1,40%	-5.1627	109.2518	0.1155	-0.2654

Fonte: O autor, 2023

Tabela 20 - Testes - Fundos de Shopping

ATIVO	JARQUE-BERA	ARCH-LM	BOX-LJUNG
ABCP	218108.4 (0.00)	166.0369 (0.00)	166.6653 (0.00)
MALL	3517426 (0.00)	15.09964 (0.1285948)	17.50486 (0.06391281)
HGBS	707562 (0.00)	124.9384 (0.00)	188.0233 (0.00)
HSML	42638.18 (0.00)	312.0606 (0.00)	740.5217 (0.00)
XPML	0.0006472207 (0.00)	43.19114 (0.00)	53.12274 (0.00)
VISC	642324.6 (0.00)	181.4887 (0.00)	235.9569 (0.00)

Fonte: O autor, 2023

Tabela 21 - Fundos de Shopping

ATIVO	MÉDIA	VARIÂNCIA	DISTRIBUIÇÃO
ABCP	ARMA (4,0)	EGARCH (1,1)	Skew Student
MALL	ARMA (4,5)	GARCH (1,1)	Student Padrão
HGBS	ARMA (2,2)	EGARCH (1,1)	Student Padrão
HSML	ARMA (2,3)	GARCH (1,1)	Student Padrão
XPML	ARMA (2,0)	GJR GARCH (1,1)	Student Padrão
VISC	ARMA (2,2)	EGARCH (1,1)	Skew Student

Fonte: O autor, 2023

GARCH, isto é, ABCP, HGBS e VISC foram ajustados para um modelo EGARCH, MALL e HSML para o modelo GARCH padrão e o XPML foi ajustado para um modelo do tipo GJR GARCH.

O ativo mais volátil do setor é o ABCP, apresentando um alto valor. Isso significa que diante da categoria shopping tal ativo é o que apresenta o maior risco de se investir, no qual seu valor se destaca diante dos outros, em que apresentam valores que circulam em torno de 17% a 22% de volatilidade anual. Em contrapartida, o ativo de menor volatilidade é o XPML, com o seu valor sendo mais próximo da média do que o identificado pelo ABCP.

Dos ativos presentes no fundo, os que apresentaram correlação com todos os índices foram o ABCP e HGBS, enquanto que os outros variaram positiva e negativamente conforme o índice.

No geral, o fundo de shopping apresenta maior grau de correlação com o Ibovespa e NTN-B e menor grau com o IFIX. Através da figura 7 é possível notar a volatilidade e a correlação do ativo ABCP com os índices. Como este ativo é o mais volátil, as observações possuem maior heterogeneidade assim como se distanciam da média do setor. Além disso, a mesma está suscetível a ser mais sensível à choques. Nota-se também que cada correlação se comporta de uma forma diferente, ao ponto de que não é possível encontrar uma semelhança na composição gráfica do ativo frente aos índices, característica no qual é possível de ser verificada nas demais figuras. Dentre as correlações, aquela mais estável é do IFIX em que há somente um pico na volatilidade do ativo se comparada com tal índice no primeiro trimestre de 2016 devido à instabilidade política e econômica ocasionada pelo impeachment da presidente Dilma Rousseff. Sobre o período da pandemia do coronavírus, tal fato gerou choques na correlação com NTN-B e Ibovespa porém de forma oposta entre eles, isto é, apresentando um pico e uma baixa respectivamente.

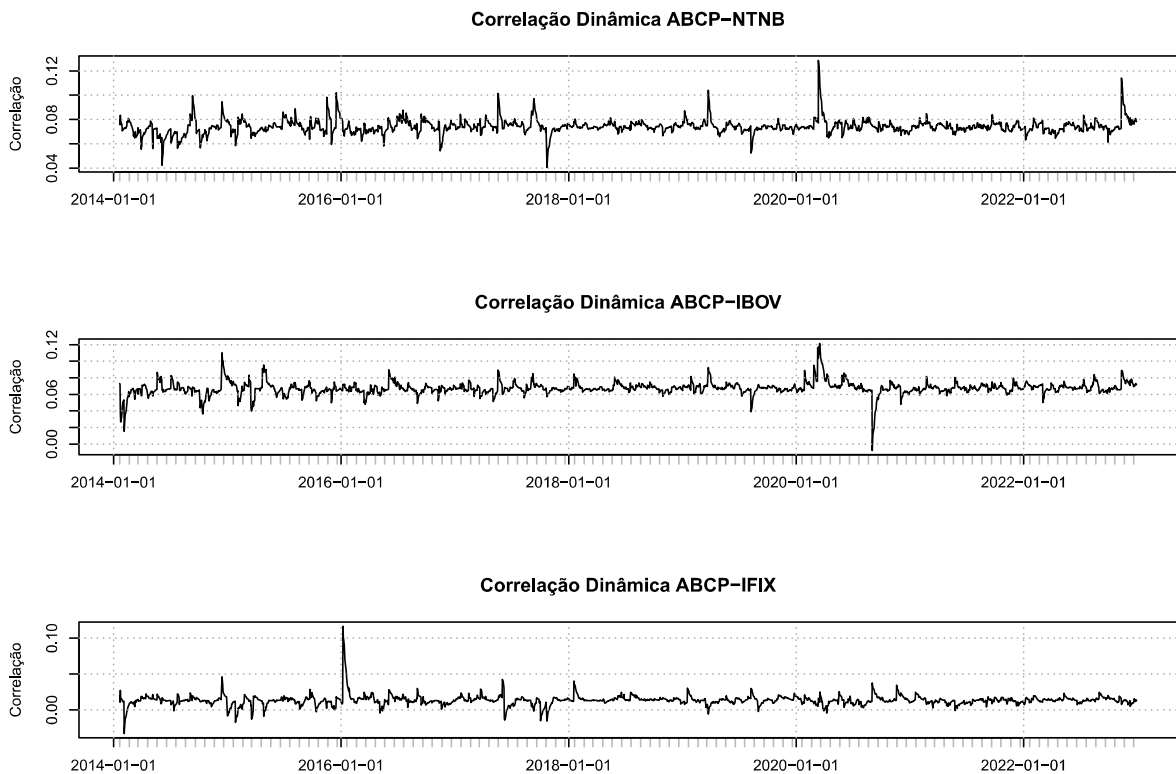
Para ilustração, a volatilidade do ativo VISC encontra-se na figura 8. Neste ativo, sua volatilidade apresenta-se numa margem em que, durante todo o período de análise, seu valor se manteve estável, não chegando a ultrapassar o nível de 50%. Entretanto, nota-se um choque de alta em sua volatilidade no primeiro trimestre de 2020 ocasionada pelas consequências da

Tabela 22 - Volatilidade e Correlação - Fundos de Shopping

ATIVO	VOL	CORR IBOV	CORR IFIX	CORR NTNFB
ABCP	63,83%	6,72%	1,33%	7,40%
MALL	19,16%	18,36%	-2,50%	14,25%
HGBS	22,10%	15,84%	2,22%	10,09%
HSML	18,83%	19,33%	-6,45%	19,04%
XPML	17,21%	21,41%	-5,80%	12,72%
VISC	18,83%	18,73%	-0,33%	16,63%

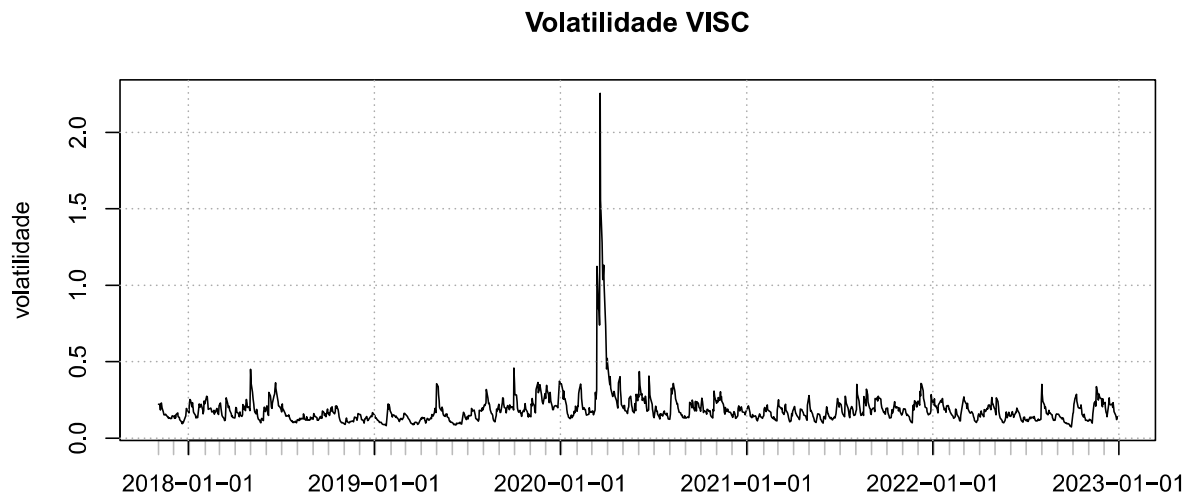
Fonte: O autor, 2023

Figura 7 - Correlações Dinâmicas - ABCP



Fonte: O autor, 2023

Figura 8 - Volatilidade - VISC



Fonte: O autor, 2023

pandemia no Brasil, dentre elas o *lockdown* que colaborou para a diminuição do fluxo de pessoas em *shoppings* e espaços comerciais para não aumentar o fluxo de contaminação do vírus no país, afetando o crescimento da economia e do setor.

#### 4.5 Fundos Híbridos

Por fim, as informações básicas quanto às estatísticas e os testes de heterocedasticidade, autocorrelação e normalidade para este tipo de fundo encontram-se primeiramente nas tabelas 23 e 24. No geral, a média dos retornos dos fundos híbridos são positivas, com exceção de dois ativos: BRRCR e JSRE. Entretanto, a média dos retornos diários é baixa. Semelhante a todos os outros tipos de fundos de investimento, a variância e o desvio padrão destes são pequenos, fazendo com que a distribuição seja homogênea, com os dados estando mais próximos de suas médias.

Ambos os ativos também apresentam excesso de curtose, isto é, caracterizam-se por terem caudas longas e pesadas em suas distribuições. Isso faz com que a distribuição esteja mais propensa a valores mais próximos da média, no qual faz sentido com os valores obtidos da variância e do desvio padrão. O ativo com maior curtose é o BRRCR e há uma similaridade de valores entre três ativos sobre qual destes apresenta a menor curtose: JSRE, MXRF e KNRI.

Aplicando os testes Jarque-Bera, ARCH-LM e Box-Ljung nos ativos, verifica-se que todos os ativos rejeitam respectivamente a hipótese nula, isto é, rejeita a hipótese nula de nor-



Tabela 23 - Estatísticas Básicas - Fundos Híbridos

Atv	Per	Med	Var	D. Pad	Assim	Curt	Máx	Min
BRCR	ago/14 a dez/22	-0,03%	4,32%	1,20%	-3.6255	65.9329	0.0629	-0.2272
HGRU	jul/18 a dez/22	0,02%	5,50%	1,21%	-2.4992	49.7975	0.0953	-0.1795
JSRE	ago/14 a dez/22	-0,01%	2,92%	1,09%	-0.8408	12.6637	0.0644	-0.1055
FIIB	ago/14 a dez/22	0,02%	0,01%	1,54%	-0.6172	24.7883	0.1363	-0.1715
MXRF	ago/14 a dez/22	0,01%	0,08%	0,89%	-1.3218	12.2907	0.0507	-0.0907
KNRI	ago/14 a dez/22	0,01%	3,49%	1,13%	-0.5080	12.7077	0.0953	-0.1152

Fonte: O autor, 2023

Tabela 24 - Testes - Fundos Híbridos

ATIVO	JARQUE-BERA	ARCH-LM	BOX-LJUNG
BRCR	380241.9 (0.00)	4.001906 (0.9477376)	4.375232 (0.9288363)
HGRU	114931.8 (0.00)	86.09776 (0.00)	133.7291 (0.00)
JSRE	14109.29 (0.00)	442.7479 (0.00)	758.3253 (0.00)
FIIB	53218.33 (0.00)	77.52095 (0.00)	112.1437 (0.00)
MXRF	13664.17 (0.00)	420.4515 (0.00)	1249.43 (0.00)
KNRI	14050.64 (0.00)	297.2509 (0.00)	509.7601 (0.00)

Fonte: O autor, 2023

malidade pelo teste Jarque-Bera, rejeita a hipótese de não haver heterocedasticidade para o ARCH-LM e rejeita a hipótese nula de não correlação para um  $lag > 10$  para o teste Box-Ljung. A única exceção para este caso é o BRCR em que seu  $p - valor > 0,05$  tanto para o ARCH-LM quanto para o Box-Ljung.

Sobre os modelos selecionados para média e variância, volatilidade e correlação, as informações constam nas tabelas 25 e 26. Semelhante aos fundos de shopping, os modelos estimados que apresentaram o menor critério de informação são de todos os tipos da família GARCH, isto é, BRCR e JSRE para o modelo GARCH, FIIB e KNRI com o modelo do tipo EGARCH e HGRU e MXRF com o modelo GJR GARCH.

HGRU é o ativo com maior volatilidade e FIIB, o menor. É importante ressaltar que dentre todos os segmentos de fundo, o FIIB é o ativo que apresentou a menor volatilidade. Tal informação destaca a seguridade do ativo em não sofrer com variações em seus preços e consequentemente em seus retornos diante de variações nos índices e no cenário macroeconômico

Tabela 25 - Fundos Híbridos

ATIVO	MÉDIA	VARIÂNCIA	DISTRIBUIÇÃO
BRCR	ARMA (3,1)	GARCH (1,1)	Student Padrão
HGRU	ARMA (1,0)	GJR GARCH (1,1)	Student Padrão
JSRE	ARMA (2,2)	GARCH (1,1)	Student Padrão
FIIB	ARMA (1,1)	EGARCH (1,1)	Skew Student
MXRF	ARMA (2,2)	GJR GARCH (1,1)	Skew Student
KNRI	ARMA (4,2)	EGARCH (1,1)	Student Padrão

Fonte: O autor, 2023

Tabela 26 - Volatilidade e Correlação - Fundos Híbridos

ATIVO	VOL	CORR IBOV	CORR IFIX	CORR NTNBN
BRCR	18,54%	20,38%	-1,53%	13,80%
HGRU	20,15%	16,46%	4,38%	10,13%
JSRE	16,21%	10,35%	0,89%	9,44%
FIIB	10,82%	3,22%	3,38%	5,18%
MXRF	14,31%	14,88%	0,01%	16,50%
KNRI	17,64%	11,68%	-1,12%	12,37%

Fonte: O autor, 2023

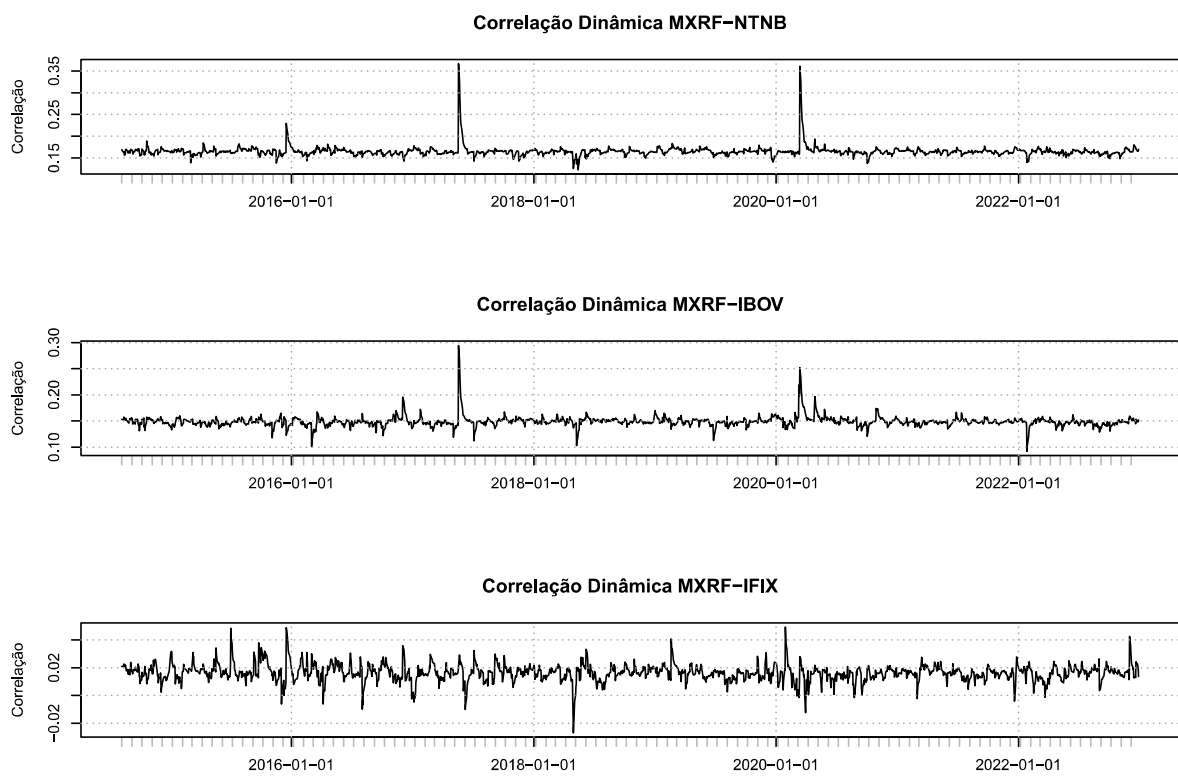
brasileiro.

A maior correlação identificada é entre MXRF e o título de renda fixa de longo prazo NTNBN. A menor correlação é entre BRCR e IFIX. A maior parte dos ativos apresenta correlação positiva com os índices, exceto BRCR e KNRI que apresentam correlação negativa com IFIX.

Por meio da figura 11 observa-se os gráficos de volatilidade e correlação do ativo MXRF com os índices IFIX, Ibovespa e NTNBN. Nos casos de correlação com NTNBN e Ibovespa, a volatilidade apresenta-se por ser estável, em que teve somente picos de alta, ou seja, choques de volatilidade, na segunda metade do ano de 2017 e no primeiro trimestre de 2020. O choque de 2017 ocorreu sobretudo ao Joesley *day*. No caso de 2020, os choques ocorreram devido ao início da pandemia do novo coronavírus. Sobre a correlação com o IFIX, o mesmo apresenta-se por não ser tão estável quantos os outros, visto que há picos de alta e de baixa durante todo o período de tempo analisado do ativo.

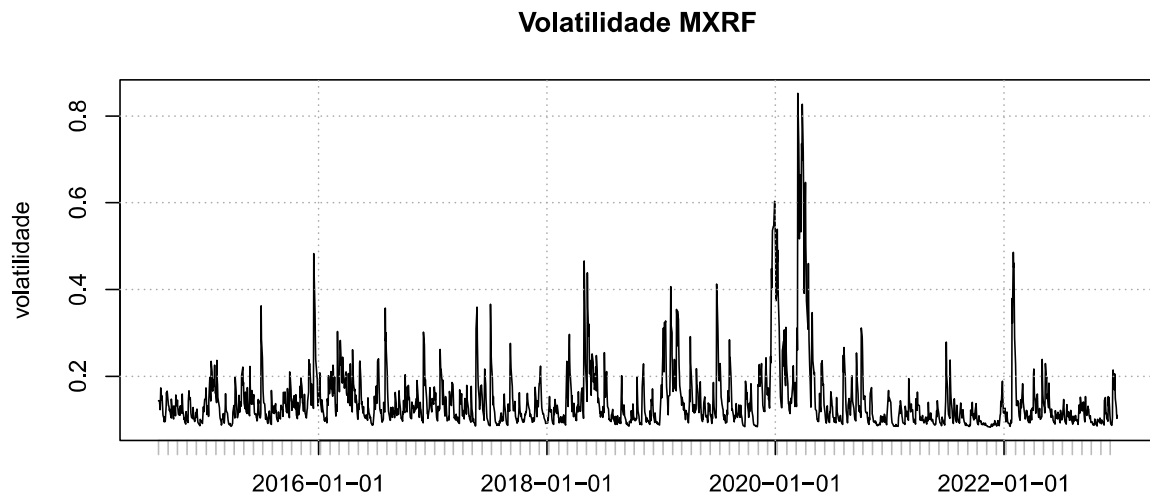
A volatilidade para o ativo MXRF encontra-se na figura 10. Durante o período de análise do ativo, este apresentou varios momentos de picos em sua volatilidade, fazendo com que este ativo apresentasse um nível maior de risco. Entretanto, o maior choque de alta em sua volatilidade seguiu o mesmo racional da maior parte dos ativos analisado nesse trabalho, isto é, um choque de alta no primeiro trimestre de 2020 ocasionado pela pandemia do coronavírus.

Figura 9 - Correlações Dinâmicas - MXRF



Fonte: O autor, 2023

Figura 10 - Volatilidade - MXRF



Fonte: O autor, 2023

#### 4.6 Volatilidade Média Geral Ponderada

Para fins de análise, foi feito o cálculo da média da volatilidade por tipo de fundo, para a comparação de qual deles é o mais e menos volátil além de saber se a volatilidade de um ativo específico está longe ou perto da média do grupo. Tal informação se faz importante para o investidor pois caracteriza os riscos de se investir em tal ativo e consequentemente em tal segmento de fundo imobiliário.

Para isso, foi utilizada como referência a volatilidade média geral para cada segmento de fundo. A obtenção desses valores foi obtida por meio de média ponderada, ao calcular a volatilidade de cada ativo de cada fundo multiplicada pelo seu valor patrimonial, dividido pela soma do valor patrimonial dos fundos, conforme equação:

$$\text{Vol Media Geral do Segmento} = \frac{(\text{Vol Ativo})(\text{Valor Patrimonial Ativo})}{\text{Soma Valor Patrimonial}} \quad (10)$$

A seguir, a tabela 28 apresenta as volatilidades médias para cada um dos grupos de fundos imobiliários do estudo, elaborado conforme equação acima.

Assim, observa-se que para os fundos de lajes corporativas, nota-se que o RCRB é o ativo mais volátil do grupo, apesar dos ativos apresentarem baixo afastamento da média geral que gira em torno de 21,15%.

Sobre os fundos de logística, os ativos mais voláteis do grupo são HGLG e VILG que

apresentam uma ligeira diferença decimal entre eles. Entretanto, as volatilidades de todos os índices não divergem da volatilidade média do grupo presente na tabela 28. A menor volatilidade observada é a do XPLG, fazendo com que apresente um menor risco entre os demais.

Para os fundos de papel, foi identificado que o ativo HCTR é o mais volátil do fundo e há uma semelhança de valores entre KNIP e KNCR como sendo os ativos com as menores volatilidades, apresentando também uma pequena diferença decimal entre eles. Relacionando a volatilidade destes com a volatilidade geral ponderada, identifica-se que os valores de KNIP e KNCR estão mais próximos da média do que o valor apresentado por HCTR visto que o valor da média para este tipo de fundo é de 18,14%. Assim, o HCTR, dentre os outros ativos do fundo, caracteriza-se por ser o ativo com o maior risco.

O ativo mais volátil do setor de shopping é o ABCP sendo este o único que apresenta o maior afastamento referente a média geral ponderada, ao ponto de sua volatilidade ser o triplo da observada na tabela 28. Em contrapartida, o ativo de menor volatilidade é o XPML, com o seu valor sendo mais próximo da média do que o identificado pelo ABCP. Dentro do grupo, o ativo que ficou mais próximo da média foi o HGBS. Este setor apresenta a maior volatilidade média pois é altamente influenciada pelas condições de infraestrutura econômica e política internas. Isto é, critérios como renda, inflação, nível de desemprego e consumo são tipicamente relevantes para este tipo de segmento. O fator pandemia, a restrição de pessoas em espaços de comércio e consequentemente o fechamento de lojas afetaram bastante o setor.

Por fim, HGRU é o ativo com maior volatilidade e FIIB, o menor, para os fundos híbridos. O ativo FIIB se destaca por ser o ativo que mais está afastado da média do grupo de 19,63%. Em relação aos outros ativos, BRGR e HGRU são os que mais estão próximos da média. É importante ressaltar que dentre todos os segmentos de fundo, o FIIB é o ativo que apresentou a menor volatilidade. Tal informação destaca a seguridade do ativo em não sofrer com variações em seus preços e consequentemente em seus retornos diante de variações nos índices e no cenário macroeconômico brasileiro.

Logo, conclui-se que pelos valores obtidos da tabela 28, os fundos de shopping são os que apresentaram a maior volatilidade enquanto os de papéis e logística constataram a menor volatilidade. Tais informações fazem sentido com os períodos verificados de cada ativo de cada segmento assim como dos aspectos econômicos e políticos do país visto que o setor de serviços foi o mais prejudicado desde 2016 tendo a pandemia de coronavírus intensificado o impacto no setor em 2020 e nos anos subsequentes. Tais pontos contribuíram para a baixa produtividade do setor de shoppings e de papéis, devido ao alto nível de desemprego e juros elevados, contribuindo para o baixo nível de consumo, produção, arrendamento e fomento para construção civil. Em contrapartida, os fundos híbridos, por apresentarem diversos segmentos neste grupo de fundos, fez com que distribuísse o risco de uma forma mais homogênea ao ponto que foi possível a sua minimização, pois o risco e a volatilidade de um ativo de um determinado setor compensa a volatilidade e o risco do outro. Além disso, o avanço da digitalização do comércio por meio da internet e do *e-commerce* durante a pandemia fizeram com que o cenário

Tabela 27 - Volatilidade Geral Ponderada

SEGMENTOS	VOLATILIDADE
Lajes Corporativas	21,15%
Logística	18,80%
Papéis	18,14%
Shopping	24,39%
Híbridos	19,63%

Fonte: O autor, 2023

econômico do país voltasse aos poucos a se reerguer e fomentasse novamente o crescimento, favorecendo o setor de logística ao ponto de apresentar média dos seus retornos positivas.

## 5 ENSAIO DE PORFÓLIO

### 5.1 Revisão Técnica

Este capítulo tem como objetivo analisar o binômio risco-retorno de uma carteira fictícia de ativos. Os ativos selecionados são os mesmos que foram utilizados para a realização deste trabalho. Foram escolhidos 10 ativos: HGLG; KNRI; KNIP; HGCR; BTLG; FIIB; KNCR; HGRE; VISC e MXRF. A seleção levou em conta os retornos que estes apresentaram durante o trabalho, no qual o critério de seleção foi a presença de retornos tanto positivos quanto negativos em suas análises. Optou-se por simular uma carteira verossímil com a realidade, em que apresenta retornos tanto positivos quanto negativos.

O ensaio de portfólio segue a teoria da carteira de Markowitz (1952). O racional por trás da teoria é a composição de uma carteira com diversos ativos com seus respectivos retornos esperados e riscos - desvio padrão ou variância. Dependendo da composição de cada ativo em cada carteira, é gerada uma combinação ótima de risco-retorno que se adequa ao perfil do agente investidor. A composição ótima de uma carteira é aquela em que se há uma maximização do retorno e uma minimização do risco, utilizando do parâmetro do índice de Sharpe, em que relaciona justamente tais variáveis.

Conforme estabelecido por Brealey, Myers e Allen (2018), o desempenho do investimento coincide com a nossa ordenação intuitiva do risco. A medida do risco é medido estatisticamente por meio da variância e do desvio padrão, parâmetros estatísticos de dispersão. A variância do retorno do mercado  $\sigma^2$  é o valor esperado do quadrado dos desvios relativamente ao retorno esperado; e o desvio padrão  $\sigma$  é a raiz quadrada da variância. (BREALEY; MYERS; ALLEN, 2018)

Devido à incerteza quanto ao futuro, os retornos dos ativos flutuam de forma frequente e dinâmica. E logo, usa-se medidas de dispersão para a noção da variabilidade do comportamento dos ativos. Tais medidas são indicadores naturais de risco.(BREALEY; MYERS; ALLEN, 2018)

Para a mitigação do risco, opta-se pela diversificação da carteira pois diversificar reduz a variabilidade das oscilações nos retornos dos ativos. Isto é, a diversificação gera resultados no que tange à minimização de risco pois o preço dos ativos não variam de forma uniforme. Logo, o ganho pela diversificação é gerado pelo grau de correlação entre os ativos. Segundo Brealey, Myers e Allen (2018), o único risco que não pode ser mitigado é o risco de mercado, decorrente da existência de outros riscos relativos a toda a economia e que afetam todos os negócios. Conseqüentemente, independente da quantidade de ativos que os investidores possuem em suas carteiras, os agentes sempre estarão expostos a um certo grau de risco. Sendo assim, o objetivo principal destes é a minimização dos riscos.

Brealey, Myers e Allen (2018) também afirma que, em uma carteira razoavelmente di-

versificada, apenas o risco de mercado interessa. Assim, a fonte predominante da incerteza, para um investidor diversificado, é a do mercado subir ou cair repentinamente, levando junto a carteira do investidor.

A carteira eficiente no ponto de tangência é melhor do que todas as outras. Observa-se que ela oferece o índice mais elevado de prêmio de risco para um desvio-padrão, isto é, para um determinado grau de risco. Esse índice do prêmio de risco para o desvio-padrão é chamado índice de Sharpe, principal ferramenta de análise para o entendimento da carteira ótima. (BREALEY; MYERS; ALLEN, 2018)

$$\text{Índice de Sharpe} = \frac{\text{Prêmio de Risco}}{\text{Desvio - Padrão}} = \frac{\text{Retorno do Port folio}}{\text{Risco do Port folio}} = \frac{r_p - r_f}{\sigma_p} \quad (11)$$

onde a volatilidade do portfólio  $\sigma_p$ ,  $r_p$  é o retorno do portfólio e  $r_f$  é o retorno do ativo livre de risco.

Logo, o problema da obtenção da carteira eficiente é resolvido através da otimização da fórmula do índice de Sharpe da seguinte forma:

$$\text{Max} \frac{r_p - r_f}{\sigma_p} \quad (12)$$

onde tem-se que:

$$\sigma_p = \sum_{i=1}^N X_i^2 \sigma_i^2 + \left( \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j \sigma_{ij} \right)^{1/2}, j \neq i \quad (13)$$

tal que  $\sum_{i=1}^N X_i = 1$ ,  $\sum_{i=1}^N X_i r_i = r_p$  e  $X_i \geq 0$ ,  $i = 1, \dots, N$ . Ou seja, estes parâmetros tornam possíveis a otimização do índice de Sharpe no qual observa-se uma maximização do prêmio de risco atrelado à minimização da volatilidade da carteira, chegando em um ponto ótimo, isto é, uma combinação da composição dos ativos que compõem a carteira eficiente. Além disso, tais parâmetros significam que não há a possibilidade do agente estar vendido no ativo, isto é, estar em *short sale*.

O índice de Sharpe serve para colocar na mesma medida o risco e o retorno de um ativo. Ou seja, é a relação entre o retorno do ativo do portfólio menos o retorno do ativo livre de risco, dividido pela volatilidade do portfólio. Sendo que quanto maior o retorno do ativo, melhor será o índice assim como quanto menor for a volatilidade da minha carteira. Para valores positivos do Índice de Sharpe, isso significa que o retorno da carteira é maior do que o seu risco, fazendo com que seja uma carteira significativa ao ponto de gerar uma rentabilidade positiva para o investidor, isto é, a composição dos ativos presentes na carteira gera retorno para o investidor. Para valores negativos do índice, significa que esta carteira é muito arriscada e que o retorno



gerado pela mesma não é tão significativa ao ponto de incorrer aos riscos do mercado e que possivelmente há outros tipos de investimento capazes de gerar uma maior rentabilidade com uma melhor mitigação de risco.

No estudo de caso, o ativo livre de risco considerado é o retorno esperado da taxa de juros SELIC considerando 5 cenários de valores, em que seu valor inicia-se em torno de 13,25%a.a. e diminui em torno de 1% em cada cenário até o percentual de 9,25%.

## 5.2 Procedimentos

Foram analisados a média dos retornos diários da série de preços ajustados dos 10 ativos para uma mesma margem de tempo. O período de tempo do estudo abrange 5 anos, começando em 2 de janeiro de 2018 e terminando em 31 de dezembro de 2022. Além disso, foi calculada a covariância da média dos retornos diários desses ativos assim como a variância para a identificação do grau de correlação presente entre eles e das respectivas variabilidades.

Escolhida a margem de tempo e os ativos que farão parte da carteira, fez-se a anualização dos retornos deste portfólio para fazer com que todos os parâmetros de cálculo estivessem na mesma base. A covariância dos log-retornos diários também foi anualizada.

Para o cálculo dos parâmetros, tais variáveis foram calculadas de forma matricial. As variáveis utilizadas para o estudo de caso foram o retorno do portfólio, o risco do portfólio e índice de Sharpe.

Primeiramente, foi criado um vetor de tamanho  $n = 10$  devido ao número de ativos que compõem a carteira e com o intuito de gerar variáveis aleatórias para serem usadas na simulação da rentabilidade da carteira.

Em seguida, foi estimado o risco do portfólio para fazer com que fosse possível o cálculo do índice de Sharpe, necessário para a análise do binômio risco-retorno do caso.

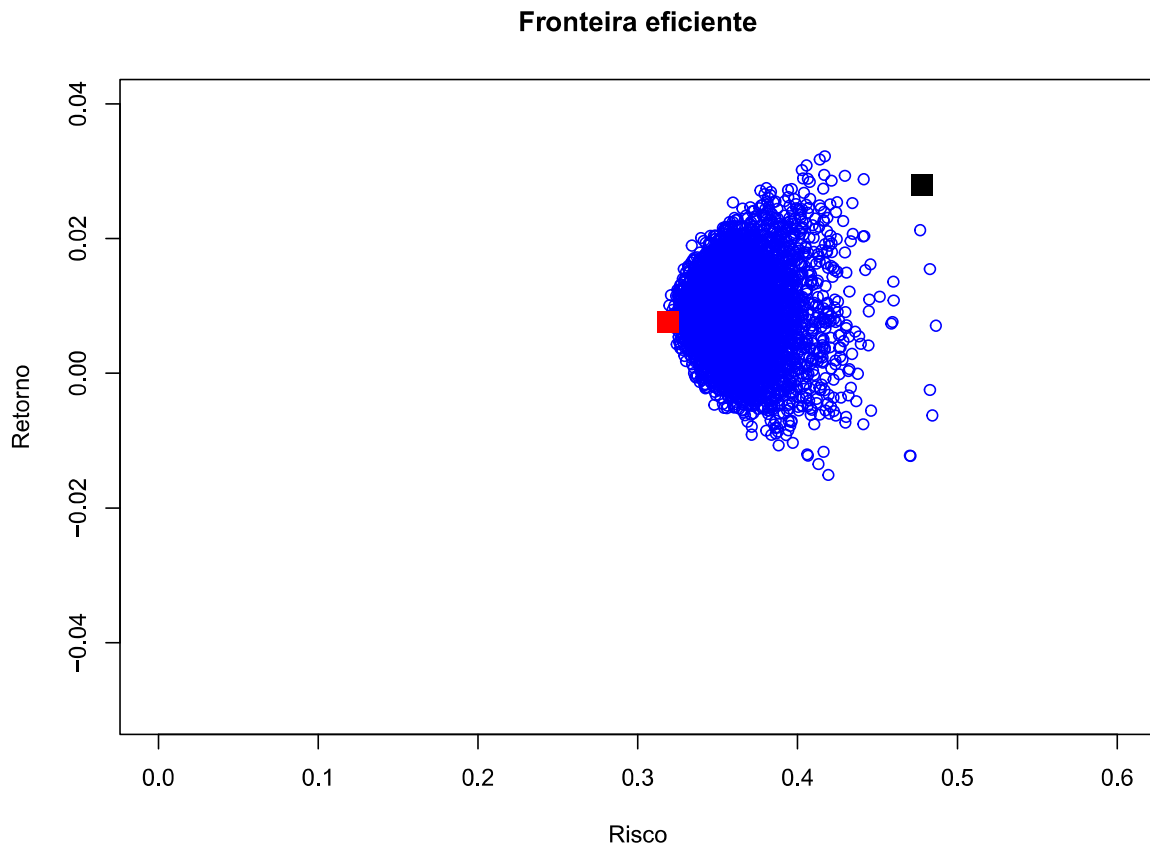
Através desses parâmetros, foi feita a simulação. O sistema foi rodado 5000 vezes. Durante a simulação, fora calculado o retorno e o desvio padrão do portfólio.

Depois disso, calcula-se novamente o índice de Sharpe incorporando ao cálculo o retorno do ativo livre de risco.

Feito todos esses cálculos, é calculado duas carteiras para dois cenários: o primeiro com uma carteira apresentando a menor volatilidade possível - chamada de fundo A; e a segunda com o maior retorno possível, isto é, com o maior valor do índice de Sharpe - denominada de fundo B.

Por fim, é plotado o gráfico da fronteira eficiente do portfólio e analisado a composição dos ativos para os dois fundos.

Figura 11 - Fronteira Eficiente



Fonte: O autor, 2023

### 5.3 Resultados

De início, pode-se observar a fronteira eficiente na figura 11. Como se pode observar, para as diferentes combinações de risco e retorno que os ativos selecionados para o caso podem gerar, esta carteira apresenta rentabilidades positivas e negativas, isto é, o retorno, dependendo da composição dos ativos, pode apresentar valores negativos e positivos, como nota-se na tabela 28 em que apresenta-se o risco, o retorno e o índice de Sharpe do estudo de caso para diferentes valores de  $r_f$ .

Para todos os cenários de valores para a taxa SELIC, ativo livre de risco  $r_f$ , o risco do portfólio  $\sigma_p$  encontra-se na margem de 34% a 37%, sendo o cenário de menor risco quando a SELIC apresenta o valor de  $r_f = 12,25\%$  e o maior valor de risco quando a SELIC apresenta o valor de 10,25%. No geral, a média de risco para os cenários foi de 34% com exceção de dois cenários com o risco na casa dos 37% no caso da SELIC igual a 13,25% e 10,25%. Os cenários apresentando um grau de risco relativamente baixo, isto é, abaixo dos 50%, faz com que o retorno do portfólio  $r_p$  para todos seja positivo. O maior retorno encontrado para a simulação

Tabela 28 - Risco, Retorno e Índice de Sharpe

$r_f$	$\sigma_p$	$r_p$	ÍNDICE DE SHARPE
13,25%	37,16%	2,00%	-30,24%
12,25%	34,59%	1,08%	-32,84%
11,25%	34,76%	1,48%	-28,08%
10,25%	37,47%	1,56%	-23,16%
9,25%	34,64%	0,87%	-24,16%

Fonte: O autor, 2023

é de  $r_p = 0,020 = 2,00\%$  quando a SELIC vale 13,25%. O maior valor do retorno faz sentido comparado ao valor do risco para este cenário, visto que o valor do risco neste caso é o maior observado, isto é, de 37%. O menor valor observado para o retorno é de  $r_p = 0,0087 = 0,87\%$  quando a SELIC é 9,25%.

Mesmo com o retorno sendo positivo para as simulações, o índice de Sharpe apresenta-se por ser negativo para todos os cenários. Isso significa que não é significativo correr o risco de montar uma carteira de fundos imobiliários no período do estudo visto que os ativos apresentaram uma rentabilidade baixa em concomitância com uma volatilidade relativamente alta, independentemente do valor da SELIC observados nesta simulação. Isto é, o prêmio de risco se torna menor do que a variabilidade da carteira, fazendo com que não seja eficiente a criação desta carteira. Logo, a melhor estratégia para este caso seria realizar aportes e investir em ativos livres de risco, mais especificamente em ativos de renda fixa do mercado brasileiro como títulos públicos e letras do Tesouro Nacional.

Sobre a composição das carteiras que apresentam uma minimização de variabilidade e maximização de retorno, estes são observados também na figura 11 e a composição dos ativos em cada carteira encontram-se na tabela 29:

Sendo o fundo A a carteira que apresenta a menor volatilidade e representada pela cor vermelha, KNCR é o ativo que apresenta o maior percentual na composição da carteira visto que é um dos fundos de papel que apresentou a menor volatilidade como pode ser visto na tabela 18. Além disso, sua variância e desvio padrão também são baixos, o que demonstra que os valores do ativo não são dispersos, isto é, encontram-se próximos da média, são homogêneos. Em seguida, quatro ativos apresentaram valor percentual na composição da carteira acima dos 10%: HGRE, fundo de lages corporativas que apresentou uma baixa variância e conseqüentemente menor volatilidade, observado na tabela 7; HGLG que é um fundo de logística no qual os valores da sua estatística básica não se mantiveram dispersos, isto é, caracterizaram-se por serem homogêneos e mais próximos da média do tipo de fundo como é visto na tabela 14; KNIP que é um fundo de papel, no qual apresentou baixos valores para variância e desvio padrão observados na tabela 15 assim como apresentou a menor volatilidade para os fundos de papel como pode ser visto na tabela 18; e KNRI, ativo que apresenta-se por ter uma volatilidade

Tabela 29 - Composição das Carteiras

ATIVO	$\sigma$	COMPOSIÇÃO % DA CARTEIRA	
FUNDO		Min Vol (A)	Max Ret (B)
HGLG	1,40%	10,30%	30,00%
KNRI	1,13%	10,30%	15,40%
KNIP	0,73%	11,10%	2,10%
HGCR	1,20%	8,96%	15,10%
BTLG	1,43%	9,55%	0,68%
FIIB	1,54%	8,99%	0,13%
KNCR	0,79%	13,20%	13,70%
HGRE	1,30%	10,30%	3,56%
VISC	1,40%	8,04%	17,00%
MXRF	0,89%	9,17%	2,32%

Fonte: O autor, 2023

mais próxima da média do setor, o que faz com que os valores de suas estatísticas não sejam dispersos, isto é, sejam homogêneos, assemelhando-se aos outros ativos citados acima. Em contrapartida, o ativo com menor percentual na carteira é o VISC, ativo que faz parte do grupo de shopping e que apresenta uma variância e desvio padrão altos dentre os observados do setor, como pode ser visto na tabela 26.

Sendo o fundo B a carteira que apresenta o maior índice de Sharpe e sendo representado no gráfico pela cor preta, HGLG é o ativo com o maior valor percentual na composição da carteira. Pelo fato de ter uma alta volatilidade, tal informação demonstra que o ativo é um dos mais arriscados do setor o que conseqüentemente impõe um retorno maior para o investidor para que o mesmo realize aportes para este ativo. Além disso, a média dos retornos do HGLG é elevado, sendo um dos ativos de logística que apresentou os maiores valores de retorno durante o período, em que sua máxima pode ser encontrada na tabela 11. Logo em seguida, tem-se VISC, fundo de shopping que apresenta-se por estar próximo da média, não tendo um alto grau de dispersão em suas observações assim como caracteriza-se pela maior média de retorno do tipo de fundo, onde seus valores podem ser observados na tabela 19; KNRI, fundo híbrido em que apresentou uma média de retorno dos ativos positiva dentro do setor assim como um dos maiores valores de máxima do grupo de fundos híbridos; HGCR e KNCR, fundos de papel no qual apresentaram uma alta variabilidade se comparados com outros fundos presentes no setor e altos valores para máxima como podem ser vistos na tabela 15. Por fim, os ativos com menor participação são BTLG, fundo de logística e FIIB, fundo híbrido, em que não apresentaram uma alta variabilidade suficiente para despertar o interesse dos agentes em aportarem em tais créditos, o que faz com que tais ativos não sejam estratégicos para o objetivo do agente investidor

## CONCLUSÃO

Neste trabalho foi feita a análise da volatilidade e correlação condicional de séries temporais financeiras de ativos do mercado de fundos imobiliários, em relação aos índices mais utilizados na bolsa como *benchmark*. Tais índices são IFIX, Ibovespa e NTN-B. A partir das observações das séries financeiras, foram feitos cálculos econométricos e estatísticos para obtenção de resultados para assim elaborar respostas considerando o binômio risco-retorno. O cálculo e a estimação de dados foram possíveis pois utilizou-se modelos de regressão linear da família GARCH: GARCH padrão de Bollerslev (1986); EGARCH de Nelson (1991); GJR GARCH de Glosten, Jagannathan e Runkle (1993); e DCC GARCH de Engle (2002).

Por meio de uma perspectiva de investidor profissional, verifica-se que os fundos de shopping são os ativos mais arriscados para se investir visto que, diante dos outros tipos de fundos imobiliários, este é o que apresenta maior volatilidade. É vantajoso o aporte de capital neste ativo dependendo do perfil do investidor, em especial, se o objetivo é de retorno à curto prazo visto que choques macroeconômicos, seja pelo cenário de incerteza política ou de baixo nível de atividade econômica, o tipo de fundo é sensível a choques.

Em contrapartida, dois setores se apresentaram como os de menor risco à se investir: fundos de papéis e logística. Tais setores conseguiram distribuir mais eficientemente o risco presente no mercado de renda variável pelo fato que durante a pandemia houve um avanço do *e-commerce*, o que favoreceu o comércio e a volta da produtividade no setor de bens e serviços para os fundos de logística e remanejou as expectativas dos agentes investidores no setor de fundos de papéis pós pandemia. Dessa forma, o investimento nestes setores durante o período de análise minimiza a incidência de choques de demanda e oferta nos setores e nos segmentos em que tais fundos atuam. Ou seja, choques macroeconômicos nestes setores não são muito significativos ao ponto de abalar o retorno dos fundos.

Referente aos outros tipos de fundos, isto é, lajes corporativas e híbridos, apresentam respectivamente uma volatilidade anuais de 21% e 19%. Estes são ativos para serem mantidos na carteira de um investidor de perfil de risco moderado e com perspectiva de rentabilidade de médio prazo.

Deve-se destacar que os resultados obtidos desse estudo tiveram uma grande influência dos efeitos que a pandemia do coronavírus gerou no mercado, tanto interno quanto externo, principalmente no que tange à alguns tipos de fundos como o de logística e shopping, em que foram afetados principalmente pela decisão de *lockdown* por parte das autoridades governamentais, o que afetou o fluxo de comércio e distribuição de mercadorias e conseqüentemente reduziu o consumo e a produção interna, mudando as expectativas de empresários e agentes investidores quanto ao futuro da economia brasileira e internacional. Ao mesmo tempo, o avanço do uso da internet e das relações comerciais por meio digital via *e-commerce* favoreceram a retomada da economia nestes setores no geral durante e no período pós pandemia.

Por fim, referente ao capítulo do ensaio de portfólio, através do gráfico da fronteira eficiente e das tabelas de risco, retorno e índice de Sharpe, observa-se que o portfólio, dependendo da composição dos ativos na carteira, apresentou retornos tanto positivos quanto negativos. Entretanto, mesmo em composições em que os retornos eram positivos, o índice de Sharpe apresentou valores negativos, significando que não é vantajoso para o investidor correr o risco de montar uma carteira de fundos imobiliários com estes ativos no período de estudo da amostra. Isto é, o prêmio de risco não é alto e vantajoso o suficiente dado a volatilidade do portfólio. Logo, a melhor opção para o investidor é o investimento em ativos de renda fixa pois a taxa de retorno é alta e o risco é baixo.

## REFERÊNCIAS

- AIUBE, F. A. L. *Modelos quantitativos em finanças com enfoque em commodities*. [S.l.]: Bookman Editora, 2013.
- AIUBE, F. A. L.; FAQUIERI, W. B. Hedging the brazilian stock index in the era of low interest rates: What has changed? *Brazilian Review of Finance*, v. 18, n. 3, p. 5–26, 2020.
- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. *IEEE transactions on automatic control*, Ieee, v. 19, n. 6, p. 716–723, 1974.
- ALENCAR, F. F. de Araujo Souza; Claudio Tavares de. *Análise das Influências das Estratégias de Diversificação e dos Modelos de Negócios no Desempenho das Empresas de Real Estate no Período 2005 a 2010*. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011.
- ALENCAR, F. M. F. C. T. de. *Fundos de Investimento Imobiliário - Governança Corporativa*. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011.
- ALENCAR, N. G. de Souza Brito; Claudio Tavares de. *Identificação de um Conjunto de Informações Mínimas Requeridas para Fundamentar as Decisões de Investimento em Fundos de Investimento Imobiliário com coco em Edifícios de Escritório para Locação*. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2018.
- ALENCAR, P. S. F. C. T. de. *Análise do Binômio Risco e Retorno de Diferentes Segmentos de Atuação e Tipo de Gestão de Fundos de Investimento Imobiliário no Mercado Brasileiro no Período entre 2015 e 2019*. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2020.
- ANBIMA, A. B. das Entidades dos Mercados Financeiro e de C. *Classificação de Fundos Imobiliários*. 2015. Disponível em: <[https://www.anbima.com.br/pt\\_br/noticias/fundos-imobiliarios-ganham-classificacao-inedita-no-mercado.htm](https://www.anbima.com.br/pt_br/noticias/fundos-imobiliarios-ganham-classificacao-inedita-no-mercado.htm)>. Acesso em: 26 fevereiro 2022.
- BARONI, M.; BASTOS, D. Guia suno fundos imobiliários. *Editora Vivalendo*, 2018.
- BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 31, n. 3, p. 307–327, 1986.
- BREALEY, R. A.; MYERS, S. C.; ALLEN, F. *Princípios de Finanças Corporativas-12*. [S.l.]: AMGH, 2018.
- ENGLE, R. Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models. *Journal of Business & Economic Statistics*, Taylor & Francis, v. 20, n. 3, p. 339–350, 2002.
- GLOSTEN, L. R.; JAGANNATHAN, R.; RUNKLE, D. E. On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The journal of finance*, Wiley Online Library, v. 48, n. 5, p. 1779–1801, 1993.
- GREENE, W. H. *Econometric Analysis*. [S.l.]: Pearson Education India, 2003.
- GUJARATI, D. *Econometria Básica*. 5. ed. United States Military Academy, West Point: The McGraw-Hill Companies, 2011.

JUNIOR, E. M. J. da R. L. *Análise de Riscos do Investimento em Shopping Centers*. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996.

JUNIOR, M. V. T. J. da R. L. *Método de Rating de Volatilidade dos Indicadores da Qualidade de valores Mobiliários Resultantes da Securitização de Empreendimentos de Base Imobiliária*. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003.

JUNIOR, P. T. P. J. da R. L. *Método para gestão de portfólios de investimentos em edifícios de escritórios para locação no Brasil*. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

JUNIOR, T. K. K. J. da R. L. *Indicador de Atratividade Fundamentado na Qualidade dos Atributos de Empreendimentos Imobiliários Residenciais para Classes de Renda Média na Cidade de São Paulo*. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2020.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. *Journal of Finance*, The University of Chicago Press, v. 60, n. 2, p. 77–91, 1952.

MONETTI, M. A. M. E. *Proposição de um Sistema de Avaliação do Nível de Maturidade em Gestão Estratégica de Incorporadoras Imobiliárias Residenciais*. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2021.

MORETTIN, W. d. O. B. P. A. *Estatística Básica*. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

NELSON, D. B. Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the econometric society*, JSTOR, p. 347–370, 1991.

PORTO, J. B. dos R. G. P. T. *Identificação e Classificação dos Atributos para Gestão de Portfólios de Edifícios de Escritórios para Locação*. 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2020.

WOOLDRIDGE, J. M. *Introdução à Econometria*. 4. ed. Michigan State University, Michigan: Cengage Learning, 2012.