

Inspere
Mestrado Profissional em Economia

Lucas Lancellotti Sanches

Prêmio de risco em fundos de investimento imobiliário
e sua aplicação em uma estratégia quantitativa de valor

São Paulo
2021

Lucas Lancellotti Sanches

Prêmio de risco em fundos de investimento imobiliário
e sua aplicação em uma estratégia quantitativa de valor

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado
Profissional de Economia como requisito parcial para
a obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo B. Soares

São Paulo

2021

Sanches, Lucas Lancellotti.

Prêmio de risco em fundos de investimento imobiliário e sua aplicação em uma estratégia quantitativa de valor.

Lucas Lancellotti Sanches – São Paulo, 2021. 45 f.

Dissertação de Mestrado – Insper, 2021

Orientador: Gustavo Barbosa Soares

1. Fundos imobiliários. 2. Fatores. 3. Estratégias quantitativas. I. Autor. II. Título.

Lucas Lancellotti Sanches

Prêmio de risco em fundos de investimento imobiliário
e sua aplicação em uma estratégia quantitativa de valor

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado
Profissional de Economia como requisito parcial para
a obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo B. Soares

Banca Examinadora

Prof. Dr. Gustavo Barbosa Soares
Insper

Prof. Dr. Gustavo Monteiro de Athayde
Insper

Prof. Dr. Ruy Monteiro Ribeiro
Insper

Dr. Rafael Amaral Porsani
BW Gestão de Investimentos

Resumo

Nas últimas décadas, a literatura de apreçamento de ativos abordou diferentes classes e fatores de risco determinantes para os retornos observados. Os fundos de investimento imobiliário são um mercado de mais de um trilhão de dólares apenas nos Estados Unidos, porém a literatura não possui grande foco nesses ativos. Este trabalho busca realizar a análise deles, estudando sua relação com as outras classes de ativos e os fatores de risco que determinam seus retornos, estendendo uma pequena literatura especializada no tema. Nos EUA, o que se observa é que esses fundos possuíam um componente idiossincrático em seu prêmio de risco por boa parte dos anos 1990, aumentando depois a correlação deles com o mercado de ações ao longo do tempo, até seu ápice com o estouro da crise imobiliária de 2008. Depois disso, mesmo sem um alfa estatisticamente diferente de zero, os resultados indicam uma correlação variante ao longo do tempo, o que pode estar relacionado com os ciclos globais de negócio. Um comportamento parecido ocorreu no mercado brasileiro, mais jovem. Por outro lado, enquanto o beta de mercado para os fundos imobiliários é próximo de 1 para os Estados Unidos, no Brasil esse coeficiente é próximo de 0,3, indicando menor risco sistemático. Já a relação com o mercado de renda fixa não é tão relevante estatisticamente, nem no Brasil nem nos Estados Unidos. Em relação aos fatores de risco determinantes dos seus retornos, além do fator de mercado, observa-se que principalmente os fatores de tamanho e de valor são significantes. Diferentemente do que se encontra na literatura, o fator *momentum* não foi identificado como significativo neste trabalho. A aplicabilidade dos resultados encontrados também é explorada no âmbito de finanças quantitativas, com destaque para estratégias de investimento. A principal aplicação dos resultados deste trabalho se faz, enfim, por meio de uma estratégia sistemática de valor que arbitra momentos em que os fundos imobiliários estão relativamente mais caros ou mais baratos. Essa estratégia fornece um índice de Sharpe de 0,4233 nos Estados Unidos; valor superior aos índices encontrados em estratégias unicamente com posições compradas nos mercados analisados. Mesmo depois de testes de robustez, os resultados, apesar de piores, continuam interessantes; o que pode, por fim, ser explorado pela indústria e pela academia.

Palavras-chave: Fundos imobiliários. Fatores. Estratégias quantitativas.

Abstract

On the last decades, the asset pricing literature has addressed different classes and risk factors that explain the observed returns. Real estate investment funds are a market worth more than a trillion dollars in the United States alone, but the literature does not have a great focus on these assets. This work seeks to analyze them, studying their relationship with other asset classes and the risk factors that explain their returns, extending a small literature specialized in the subject. In the US, what is observed is that these funds had an idiosyncratic component in their risk premium for most of the time in the 1990s, increasing their correlation with the stock market over the following years, until its peak with the outbreak of the 2008 financial crisis. After that, even without a statistically non-zero alpha, the results indicate a varying correlation over time, which may be related to global business cycles. A similar behavior occurred in the Brazilian market, which is younger. On the other hand, while the market beta for real estate funds is close to 1 in the United States, in Brazil this coefficient is close to 0.3, indicating smaller systematic risk. The relationship with the fixed income market is not that statistically relevant, neither in Brazil nor in the United States. Regarding the risk factors relevant to their returns, in addition to the market factor, it is observed that mainly size and value factors are significant. Unlike what is found in the literature, the momentum factor was not identified as significant in this work. The applicability of the results is also explored in the context of quantitative finance, focusing on investment strategies. The main application of the results from this work is finally given through a systematic value strategy that arbitrates moments when real estate investment trusts are relatively more expensive or cheaper. This strategy provides a Sharpe ratio of 0.4233 in the United States; a ratio that is higher than the ones found in long-only strategies in the analyzed markets. Even after robustness testing, results, although worse, remain interesting; which can ultimately be exploited by industry and academia.

Keywords: Real estate investment trusts. Factors. Quantitative strategies.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1	Sobre os fundos de investimento imobiliário.....	11
2.2	Fatores de risco e estratégias com fundos de investimento imobiliário.....	14
2.3	Sobre o ativo ao redor do mundo	15
2.4	Sobre o ativo no Brasil.....	17
3	DADOS E METODOLOGIA	18
3.1	Sobre os dados dos Estados Unidos	19
3.2	Fatores e prêmio de risco	20
3.3	Sobre os dados do Brasil	21
3.4	Aplicações em finanças quantitativas	22
4	RESULTADOS.....	24
4.1	Período completo dos dados	24
4.2	Janelas deslizantes.....	27
4.3	Estratégia de valor.....	31
4.4	Brasil	35
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
	REFERÊNCIAS	41

1 Introdução

Na teoria de finanças, a relação matemática que pode ser considerada a mais fundamental de todas é aquela dada pelo fator estocástico de desconto trazendo todos os possíveis estados futuros de um ativo financeiro para seu valor presente, ou seja, seu preço atual. A literatura de finanças ao longo da história buscou formas para explicar esse conceito, tanto com equações matemáticas teóricas quanto com observações e regressões empíricas das séries financeiras. Essa literatura de apreçamento abordou diferentes classes de ativos e apresentou os principais fatores de risco determinantes para os retornos em excesso observados empiricamente. Recentemente, um ativo que está ganhando novos olhares são os fundos (ou *trusts*) de investimento imobiliário, com as últimas discussões macroeconômicas sobre uma possível volta da inflação ao redor do mundo. Esse é um mercado de mais de quatro trilhões de dólares globalmente, e mais de um trilhão de dólares apenas nos Estados Unidos (EPRA, 2021). A título de comparação, esse mercado no Brasil é bem mais recente e bem menor, de menos de trinta bilhões de dólares. Contudo, frequentemente a literatura sobre fatores de risco não possui grande foco nesses ativos, mesmo a maioria deles sendo listada em bolsas de valores tal como são as ações de empresas tradicionais.

Mesmo quando se considera somente a literatura de fundos imobiliários, não existe um consenso claro sobre o enquadramento do ativo e sobre sua relação com os outros ativos financeiros. À luz dos trabalhos mais recentes, o que se pode entender é que esses fundos possuíam um forte componente idiossincrático em seu prêmio de risco por boa parte dos anos 1990, aumentando depois a correlação deles com o mercado de ações ao longo dos anos após a virada do século, até seu ápice com o estouro da crise imobiliária de 2008. Depois disso, os ativos – tanto em âmbito local quanto em âmbito global – apresentaram entre si maior correlação e maior cointegração, em linha com um mercado que se globalizou conforme se desenvolvia ano a ano. Já os resultados deste trabalho indicam uma correlação variante ao longo do tempo, o que pode estar relacionado com os ciclos globais de negócio. Contudo, essas relações não impossibilitam a pesquisa de fatores de risco específicos que determinam os retornos desses ativos, ou mesmo a pesquisa em geografias pouco exploradas; como foi feito pela literatura especializada nos últimos anos; analisando por exemplo mercados imobiliários menos desenvolvidos em países emergentes como o Brasil e novos fatores de risco que surgem primeiro no mercado de ações para depois serem explorados em outros mercados.

Para analisar um fundo de investimento imobiliário, como se observa então, é preciso primeiro estudar seu enquadramento; ou seja, se essa é realmente uma classe diferente de ações ou títulos de renda fixa, em termos de prêmio pelo risco. O que se observa nos resultados encontrados é a ausência de um alfa estatisticamente diferente de zero, com forte relação com o mercado de ações, porém com relação não muito relevante com o mercado de renda fixa, nem no Brasil nem nos Estados Unidos, ainda mais quando se analisa os setores desses ativos separadamente. Com o correto enquadramento do ativo, pode-se assim estudar os determinantes do seu prêmio, isto é, os fatores de risco que influenciam o seu retorno em excesso. Vale destacar que esse estudo também pode ser feito com coeficientes variantes no tempo, para analisar o comportamento do ativo e seus determinantes ao longo dos anos. Nos resultados deste trabalho, observa-se que, além do fator de mercado, principalmente os fatores de tamanho e de valor são significantes. Além disso, diferentemente do que se encontra na literatura, o fator *momentum* não foi identificado como significativo. Por fim, com essa anatomia do ativo realizada, é possível analisar sua aplicabilidade em finanças, por exemplo com focos na teoria de alocação de portfólios e em estratégias quantitativas, sejam estas de reversão à média ou de tendência, de acordo com os fatores explorados.

O trabalho aqui apresentado busca estudar essa relação dos fundos de investimento imobiliário com as outras classes de ativos e os fatores de risco que determinam seus retornos em excesso, estendendo uma pequena literatura especializada no tema, tanto com um histórico maior de retornos quanto com geografias alternativas e estratégias quantitativas. O foco parcial no mercado brasileiro se soma à ainda mais restrita literatura sobre o tema com foco em países emergentes. Realizada essa primeira análise, a aplicabilidade em finanças quantitativas também é explorada.

A principal aplicação dos resultados encontrados neste trabalho se faz por meio de uma estratégia sistemática que explora o fator de valor relativo entre REITs, ações e renda fixa. Como não foi possível encontrar um alfa estatisticamente diferente de zero nos retornos em excesso dos ativos de interesse, a abordagem de se avaliar o valor relativo entre os três mercados, arbitrando momentos que os REITs estão relativamente mais caros ou mais baratos, é uma estratégia quantitativa interessante. Analisando uma métrica de valor dos REITs, construída a partir dos coeficientes lineares com os outros mercados, ao longo do tempo, pode-se vender e comprar o índice de fundos imobiliários sistematicamente, com posições proporcionais nos outros dois mercados. Essa estratégia fornece um índice de Sharpe de 0,4233 nos Estados Unidos, superior aos índices encontrados tanto ao se comprar unicamente o índice de ações S&P 500, quanto ao se comprar unicamente o índice de REITs, no longo período

utilizado neste estudo. Mesmo depois de testes de robustez por meio da técnica de validação cruzada *block bootstrapping*, os resultados deste trabalho, apesar de piores, continuam interessantes; o que pode, por fim, ser futuramente explorado tanto pela indústria quanto pela academia.

Por fim, este trabalho está organizado como a seguir: o Capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica da teoria de fatores em finanças e dos estudos já realizados com os ativos de interesse, destacando linhas de pesquisa, similaridades e diferenças entre os trabalhos ao longo do tempo; o Capítulo 3 descreve os dados e a metodologia que foram utilizados para se realizar o estudo, descrevendo como se procedeu para cada parte da pesquisa; no Capítulo 4, é feita uma análise dos resultados encontrados, avaliando os vários experimentos alternativos e fornecendo alguns comentários sobre o tema; o Capítulo 5 conclui este trabalho.

2 Revisão bibliográfica

Pode-se dizer que a literatura moderna de finanças teve início com o seminal trabalho de Markowitz (1952). Com sua abordagem geométrica micro fundamentada de maximização de valor presente de um portfólio dados os retornos esperados e covariâncias entre os ativos individuais, ele sugeriu o que seria depois tratada como a teoria moderna do portfólio, com sua fronteira eficiente de alocações.

Além da covariância entre os ativos, o estudo dos retornos esperados dos ativos individuais teve importante foco em particular, analisando-se como eles seriam determinados. Com base no que foi proposto por Markowitz (1952), em meados dos anos 1960 foi proposto o modelo de precificação CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) por Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966). Nessa modelagem, os retornos dos ativos seriam explicados pela sua relação linear com o retorno do mercado como um todo. A simplicidade de um único fator para explicar os retornos dos ativos seria fortemente contestada anos depois, porém a ideia de os retornos dos ativos seguirem uma relação entre si já era bastante sedutora.

Apesar da importância do CAPM, a literatura caminhou para encontrar outros possíveis determinantes dos retornos dos ativos, bem como outras formas de precificação, até meados dos anos 1970. Trabalhos empíricos serviram para demonstrar que o CAPM não era a melhor modelagem das séries de retornos, as quais pareciam depender de mais fatores. Deve-se citar os estudos empíricos de um possível modelo de dois fatores de Black, Jensen e Scholes (1972) e Fama e MacBeth (1973).

Os testes empíricos e as consequentes críticas do CAPM (e mesmo de possíveis modelos de apenas dois fatores) culminaram no modelo APT (*Arbitrage Pricing Theory*) de Ross (1976), Roll (1977) e Roll e Ross (1980). Agora os retornos dos ativos não dependiam de apenas um ou dois fatores, mas de um número arbitrário e potencialmente grande de fatores. Por meio da suposição de não arbitragem entre os ativos no mercado, os retornos deveriam ser linearmente relacionados a outros índices e fatores de risco. Essa teoria então abriu espaço para a pesquisa de quais fatores de fato influenciavam no retorno dos ativos financeiros, gerando trabalhos empíricos que encontraram alguns fatores importantes ao longo dos anos 1980 e 1990.

A abordagem de fatores teve seu ápice nos anos 1990 com o modelo de três fatores de Fama e French (1992, 1993), posteriormente estendido para um modelo de cinco fatores em Fama e French (2015). Os autores demonstraram a existência dos efeitos de tamanho e valor nos retornos das ações, além do fator de mercado do CAPM. Para os dois primeiros,

respectivamente, empresas de menor tamanho possuiriam maior retorno, e empresas com avaliações intrínsecas menores do que seu valor de mercado teriam maior retorno. Mais recentemente, mostraram a existência de um fator de lucratividade e de um fator de investimento: nesses casos, empresas com lucratividade mais robusta (ou política de investimento mais conservadora) teriam maiores retornos do que aquelas com lucratividade fraca (ou política de investimento mais agressiva). Essa modelagem de lucratividade e investimentos, ou mesmo de crescimento, seria também depois chamada de fator de qualidade, como em Asness, Frazzini e Pedersen (2019), em que os autores mostram que os investidores pagam um prêmio por empresas de maior lucratividade, maior crescimento e maior segurança.

Outro fator largamente estudado foi o fator *momentum*, em que as empresas de melhor performance passada teriam maior retorno do que as de menor performance passada. Inicialmente verificado no universo de ações por Jegadeesh e Titman (1993, 2001), também foi observado no mundo de fundos por Carhart (1997). De forma interessante, Asness, Moskowitz e Pedersen (2013) depois mostraram que os fatores de valor e *momentum* são negativamente correlacionados entre si, tanto entre ativos de mesma classe, quanto entre classes diferentes; mostrando serem estes dois fatores muito importantes.

Em toda essa literatura de fatores de risco, o maior foco era dado para ações. Algumas abordagens exploravam títulos de renda fixa. De forma bastante interessante, Asvanunt e Richardson (2017), por exemplo, defendem a ideia de que existe um prêmio de risco específico para crédito corporativo, suficientemente diferente dos prêmios de risco de ações e a termo (ou de renda fixa), e também diferente dos outros fatores de risco tradicionais. Entretanto, pouco foi discutido sobre um ativo que está ganhando maior foco recentemente, que são os fundos de investimento imobiliário, ou os REITs (*Real Estate Investment Trusts*).

2.1 Sobre os fundos de investimento imobiliário

Os REITs são ativos financeiros que, por trás de sua sigla, são empresas com acionistas as quais possuem ou financiam imóveis em vários setores imobiliários, sendo que a maioria dos REITs é negociada em bolsas de valores. Eles já possuem uma longa história (EPRA, 2020), tendo sido criados pelo Congresso dos Estados Unidos em 1960 – como comparação, eles seriam criados no Brasil mais de trinta anos depois somente. Contudo, um dos primeiros trabalhos avaliando esse tipo de ativo foi de Mei e Lee (1994), em que os autores mostram a existência de um fator imobiliário sugerindo uma outra classe de ativos, aditivo às ações e aos títulos de renda fixa. Nessa época ainda havia pouca presença de investidores institucionais

nesse segmento do mercado. Cannon e Cole (2011) mostram que a liquidez dos REITs era baixa antigamente e melhorou ao longo dos anos 1990, atingindo maiores níveis somente nos anos 2000. Com a crescente importância dos REITs depois de mudanças regulatórias em 1992, as discussões sobre seu enquadramento como classe diferente de ativo e mesmo sobre os determinantes de seus retornos também cresceram. Swanson, Theis e Casey (2002) notam essa diferença no comportamento estrutural dos ativos e indicam uma maior sensibilidade dos REITs ao risco de crédito. Clayton e MacKinnon (2003) também indicam um possível fator imobiliário no passado, mas, por outro lado, mostram a crescente relação entre os ativos, apontando grande relação dos REITs com ações de menor capitalização (*small caps*) na segunda metade dos anos 1990. Essa mesma relação com empresas menores, ao invés de maiores, também foi observada ao longo dos anos por Anderson *et al.* (2005). Contudo, Chiang *et al.* (2006) já advogam que existe, sim, um fator imobiliário e propõem portfólios representativos. Na mesma linha, MacKinnon e Al Zaman (2009) argumentam que, caso o investidor não possua acesso ao mercado imobiliário diretamente, os REITs possuem um fator diversificador no portfólio; e Ang, Nabar e Wald (2013) advogam que o fator imobiliário tem baixa correlação com outros fatores sistemáticos. Mais recentemente, Kroencke, Schindler e Steininger (2018) mostraram que pelo menos dois terços do prêmio de risco de ativos imobiliários listados possuem os mesmos fatores que ativos imobiliários diretos.

De maneira oposta, Peterson e Hsieh (1997) e Karolyi e Sanders (1998) já argumentavam que as ações e os títulos de renda fixa, bem como fatores a eles atrelados, são variáveis explicativas para os REITs, indicando que estes possuem características de prêmio de risco muito parecidas com as ações. Em linha com essa argumentação de diminuição dos benefícios de diversificação entre ações e REITs ao longo dos anos 1990, Glascock, Lu e So (2000) mostram uma ligação mais evidente entre os dois mercados do que com títulos de renda fixa, principalmente após as mudanças estruturais no começo da década. Já próximo ao estouro da crise imobiliária de 2008, Chong, Miffre e Stevenson (2009) também mostram crescente correlação entre os dois mercados ao longo dos anos, especialmente em períodos de maior volatilidade. Depois da crise, Liu e Liu (2012) afirmam que os REITs não ofereciam mais benefícios de diversificação pelo aumento de sua relação com as ações nos últimos anos.

Para explicar as causas da forte relação entre os mercados de ações e REITs, alguns trabalhos exploraram raízes macroeconômicas. De fato, Ling e Naranjo (1997, 1999) mostram que a integração entre os mercados de REITs e de ações aumentou ao longo dos anos 1990, apontando fatores macroeconômicos para explicar essa similaridade, como o consumo. Fatores macroeconômicos, além de fatores do mercado de ações, também são utilizados na

argumentação de Chen *et al.* (1998), Payne (2003) e Ewing e Payne (2005) para explicar os retornos das segmentações do mercado de REITs, principalmente quando ocorrem choques de crescimento econômico e de inflação.

Em termos de choques macroeconômicos, sem dúvidas, um dos principais deste século foi o estouro da bolha imobiliária dos anos 2000. Nesse contexto, a relação dos ativos imobiliários listados e não listados, para avaliar se os REITs poderiam ser enquadrados como um fator imobiliário, também se faz relevante e foi bastante explorada na literatura. Ling e Naranjo (2015) encontram essa relação e argumentam que os REITs se tornaram um canal de transmissão do mercado privado de ativos imobiliários para o mercado de ativos listados. Hoesli e Oikarinen (2016) também encontram evidências de relações de um para um entre ativos listados e não listados. Glascock *et al.* (2018) avaliam a relação dos REITs com companhias imobiliárias listadas sob a ótica de alocação de portfólio e encontram pouca diversificação entre esses ativos também, notando uma relação de cointegração de longo prazo. Huang e Wu (2015) também observam a forte relação entre ações e REITs, tanto antes quanto depois da eclosão da crise financeira.

Outra linha de explicação para as relações entre os ativos é a estatística, com análises de volatilidade. Cotter e Stevenson (2006, 2007) mostram inclusive diferenças para dados de frequências diferentes, apontando que o fator de mercado (principalmente por meio de *large caps*) é influente mesmo com dados diários. Também com especificações GARCH e ARCH, Najand, Lin e Fitzgerald (2006) verificam o poder explicativo das ações nos REITs. Mais recentemente, Yang, Zhou e Leung (2012) também observaram evidências da forte relação entre os dois tipos de ativos crescendo ao longo dos anos. Já por outra técnica, por decomposição de volatilidade, Ooi, Wang e Webb (2009) encontram presença de risco idiossincrático nos REITs, ou seja, um risco não explicado pelo risco de ações ou de renda fixa. Os autores também analisam o comportamento dos ativos sob a ótica de fatores de risco, cuja literatura será revisada mais adiante. DeLisle, Price e Sirmans (2013) também encontram a dominância do risco idiossincrático nos REITs. A análise de Liow e Addae-Dapaah (2010), enfim, é interessante ao notar o comportamento de diminuição desse risco idiossincrático dos REITs e o aumento da correlação entre os ativos financeiros ao longo dos anos. Case, Yang e Yildirim (2012) estudam o comportamento dessas correlações ao longo do tempo e identificam três fases: uma de alta correlação antes dos anos 1990, uma segunda de diminuição desse comportamento ao longo da última década do século passado e uma terceira de crescimento da correlação nos últimos anos.

2.2 Fatores de risco e estratégias com fundos de investimento imobiliário

Mesmo com essas fortes relações entre os diferentes tipos de ativos, Ling, Naranjo e Ryngaert (2000) observam que essa previsibilidade dos retornos dos REITs, utilizando séries de ações e títulos de renda fixa, diminui muito quando se testa com dados fora da amostra, prejudicando estratégias de investimento ativas, ainda mais quando custos de transação são considerados. Chiang, Lee e Wisen (2005) encontram poucas evidências de isso ser por conta de mudanças ao longo do tempo no coeficiente linear entre REITs e ações: os autores advogam que o coeficiente se manteve inalterado ao longo dos anos, porém não conseguem rejeitar a hipótese de mudanças no começo do século XXI. Já Serrano e Hoesli (2007, 2010) sugerem a possibilidade de estratégias lucrativas prevendo os retornos de REITs com os fatores de Fama e French (1993) e também com modelos ARMA-EGARCH, mesmo considerando custos de transação. Lee e Stevenson (2005, 2007), por outro lado, argumentam pela linha de portfólio, indicando a importância dos REITs dependendo do horizonte de investimento, mostrando que, apesar de no curto prazo haver forte relação entre os mercados (especialmente entre REITs e ações de valor), existe um benefício de diversificação que aumenta conforme o horizonte de investimento aumenta. Essa ideia de horizonte também aparece em Morawski, Rehkugler e Füss (2008), onde os autores argumentam que realmente, no curto prazo, os REITs são fortemente correlacionados com o mercado de ações, contudo, no longo prazo, a relação é mais forte com um fator imobiliário. Da mesma forma, Boudry *et al.* (2012) também observam relação com um fator imobiliário no longo prazo, por meio de cointegração. Já na linha de portfólio, Sa-Aadu, Shilling e Tiwari (2010) apresentam resultados que defendem a presença de ativos imobiliários nos portfólios tanto em momentos ruins quanto em momentos bons do ciclo econômico. Nessa mesma linha, Pagliari Jr. (2017) sugere uma alocação perene em ativos imobiliários para o longo prazo.

De forma interessante, assim como ocorreu nas últimas décadas para a literatura de finanças no geral, nos trabalhos sobre fundos imobiliários também foi possível observar uma crescente exploração do tema de fatores de risco, principalmente aqueles já evidenciados no mercado de ações. Um dos primeiros trabalhos nessa linha foi de Chui, Titman e Wei (2003), em que os autores examinam o mercado de REITs tanto antes quanto depois das mudanças estruturais da década de 1990. Eles verificam que, se antes o fator tamanho também tinha influência, na última parte dos dados analisada *momentum* é o fator de risco dominante. Derwall *et al.* (2009) também verificam a anomalia do *momentum* para explicar os retornos dos REITs. O fenômeno também é observado por Hung e Glascock (2008, 2010), sendo que os autores

adicionam que o fator apresenta assimetria: os retornos são maiores quando a volatilidade é maior. Adicional e curiosamente, eles observam maior risco idiossincrático nos ativos com menores retornos passados. Goebel *et al.* (2013) estendem a pesquisa e encontram evidências de que *momentum* é o fator dominante também na primeira década do novo século.

Outros fatores de risco também foram explorados na literatura de fundos imobiliários. A anomalia de valor foi observada por Ooi, Webb e Zhou (2007), mesmo que para os REITs não se encontrasse preços exagerados no outro extremo da anomalia, para ativos de crescimento. Bond e Xue (2017) verificam que os novos fatores de Fama e French (2015), lucratividade e investimento, também possuem poder preditivo no mercado de REITs. O conceito é estendido também para um fator de qualidade por Anzinger, Ghosh e Petrova (2017), em que os autores mostram que, mesmo adicionado a um modelo já com *momentum* e os três fatores de Fama e French (1993), o fator de qualidade ainda oferece melhores resultados. Alguns modelos alternativos também foram propostos na literatura: Lin, Rahman e Yung (2009) e Akinsomi *et al.* (2016) utilizam uma abordagem de economia comportamental, adicionando fatores relacionados a sentimento e incerteza em suas modelagens; enquanto Bianchi e Guidolin (2014) estudam a introdução de fatores não lineares para melhorar as previsões dos modelos tradicionais, não encontrando evidências de melhoria fora da amostra.

2.3 Sobre o ativo ao redor do mundo

Outra linha de pesquisa que cresceu nos últimos anos com a maior conexão dos mercados globais foi a de REITs internacionais. Com o benefício de diversificação diminuindo localmente, os investidores passaram a considerar alternativas internacionais para seus portfólios. Um trabalho seminal nessa linha foi o de Bond, Karolyi e Sanders (2003), em que os autores estudam os dados da década de 1990 e verificam componentes específicos em sua amostra de 14 países, identificando maior relação com fatores diferentes dependendo de cada país. Fatores específicos por país também foram identificados por Hamelink e Hoesli (2004) e a baixa correlação entre países anos atrás foi observada por Schindler (2009). Já Hoesli e Serrano (2007) observam esse comportamento, mas argumentam também sobre a forte relação entre os REITs e os mercados de ações de cada país. Ceh Casni e Vizek (2014) também argumentam sobre a correlação entre ações e REITs em uma grande amostra de 30 países, desenvolvidos e emergentes. O efeito da crescente globalização nessas diferenças entre países é identificado por Bardhan, Edelstein e Tsang (2008), em que eles argumentam que os retornos em excesso são negativamente correlacionados com o nível de abertura do país. Já nos estudos

de Liow e Schindler (2014) e Coën e Lecomte (2019), os autores observam que a integração dos mercados aumentou nos últimos anos, após a crise financeira. Isso diminuiu as oportunidades de diversificação entre ações e REITs, tanto no contexto regional quanto no contexto global, tornando os mercados mais homogêneos. Pavlov, Steiner e Wachter (2015) acrescentam à literatura a importância dos fatores macroeconômicos para os retornos de ativos imobiliários também internacionalmente.

Por fim, pode-se citar a literatura com foco em determinados países dentro do contexto de REITs internacionais. Aqui, é possível separar a literatura com foco em países desenvolvidos de outra com foco em emergentes. Dentro do primeiro grupo, os trabalhos mostram, em sua maioria, mercados imobiliários já desenvolvidos e bastante interligados com os outros ativos financeiros em âmbito global. Um dos primeiros trabalhos foi Newell (2005) mostrando uma crescente influência de renda fixa ao invés de ações nos REITs da Austrália no começo dos anos 2000. Na linha de um possível fator imobiliário, Hoesli e Oikarinen (2012) analisam dados dos Estados Unidos, Reino Unido e Austrália, e encontram que os REITs possuem mais relação com o mercado imobiliário do que com o mercado de ações, no longo prazo. Já Yunus (2012) encontra cointegração apenas local, com forte influência de fatores macroeconômicos, em sua amostra de dez países desenvolvidos. Ademais, Cauchie e Hoesli (2006) encontram integração entre ações e REITs na Suíça; enquanto Szumilo *et al.* (2018) oferecem um estudo interessante do comportamento dos ativos na Alemanha ao longo dos últimos anos. Já Newell, Adair e Nguyen (2013) e Newell e Marzuki (2016) sugerem que o mercado, respectivamente, na França e no Reino Unido, apresentou melhor performance do que as ações após a crise financeira, apesar de oferecer pouca diversificação para portfólios de ações pela forte correlação. Nesse sentido, vale mencionar que Yüksel *et al.* (2017) também verificam uma maior cointegração em sua amostra de dez países desenvolvidos, após a crise de 2008.

Dentro do grupo de trabalhos sobre países emergentes, os trabalhos surgiram mais recentemente, assim como o próprio mercado de fundos imobiliários listados. Lin e Lin (2011) encontram comportamentos diferentes entre seis países asiáticos, porém sempre com forte relação entre os mercados imobiliário e acionário. Liow (2012) também encontra correlação crescente entre ações e REITs, a nível local, regional e global, em oito países da Ásia. Outros mercados imobiliários menos desenvolvidos também foram estudados nos últimos anos: Aktan e Ozturk (2009) estudam o perfil de risco e retorno na Turquia; Ntuli e Akinsomi (2017) e Marzuki (2018) analisam o jovem mercado de fundos imobiliários na África do Sul, verificando um bom retorno ajustado ao risco; enquanto Dabara e Ogunba (2019) indicam que o mercado na Nigéria ainda é muito incipiente e concentrado. Entre os países emergentes com exceção da

Ásia, o México, assim como o Brasil, possui um mercado imobiliário importante. Marzuki e Newell (2021) discutem sobre o mercado mexicano, e mostram que no país os REITs tiveram a melhor performance ajustada ao risco na última década, além de oferecer boa diversificação para um portfólio de ações e renda fixa.

2.4 Sobre o ativo no Brasil

No Brasil, esse tipo de ativo é denominado Fundo de Investimento Imobiliário (FII). Este veículo de investimento começou a aparecer em 1993, com a Lei Federal 8.668/93, alterada depois pela Lei Federal 9.779/99, sendo regulamentado pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM) de acordo com as Normas 206/94 e 472/08 (EPRA, 2020). A maioria dos FIIs estão listados na Bolsa de Valores de São Paulo, a B3. Em termos de tamanho de mercado, apesar de existirem mais de 400 FIIs em operação no Brasil, este é um mercado de pouco mais de 143 bilhões de reais, ou menos de trinta bilhões de dólares.

Explorando a literatura existente com foco no mercado brasileiro, o trabalho de Yokoyama, Neto e da Cunha (2016) se destaca. Os autores utilizam a abordagem de Clayton e MacKinnon (2003) e analisam dados até 2014. Eles não verificaram poder explicativo de outras classes de ativos nos fundos imobiliários, sugerindo que esta é uma classe diferente no Brasil. Contudo, eles consideram menos de 40 fundos no estudo, uma amostra pequena – reflexo do mercado ainda menor do que é hoje quando da época do trabalho – e consideram previamente a existência de um fator de risco imobiliário aditivo aos fatores de ações e de renda fixa. Nos experimentos deste trabalho com dados do Brasil, é utilizado o índice de fundos imobiliários IFIX, para melhor refletir o mercado como um todo, e não é assumida a existência prévia de um fator de risco imobiliário, supondo que as classes de ativos relevantes para avaliar os fundos imobiliários são apenas ações e renda fixa.

3 Dados e metodologia

Pelo maior histórico e representatividade (EPRA, 2021), o foco deste trabalho está nos REITs dos Estados Unidos. Foi utilizada uma base de dados de mais de 25 anos de retornos em excesso desses ativos, começando em janeiro de 1994 e terminando em agosto de 2021. Como algumas séries possuem menor histórico de existência, foi utilizado o máximo disponível para alguns índices e ativos específicos. Além de índices e ativos relacionados ao mercado imobiliário, os históricos de índices de ações e de renda fixa nos EUA e no Brasil também foram utilizados. Para fácil replicação dos resultados deste trabalho, os dados foram recuperados da base Bloomberg, por meio de índices de retorno total (para considerar todo o ganho financeiro dos ativos). Para os históricos de fatores, foram utilizados os dados de Kenneth R. French e do centro de pesquisas NEFIN da USP*. Ademais, foram analisadas séries de retornos mensais em todos os casos. A Tabela 1 apresenta uma análise descritiva dos dados dos EUA utilizados.

Tabela 1 – Análise descritiva das séries mensais de retorno em excesso dos índices dos EUA.

Símbolo	Descrição	Obs.	Média	Desvio	Máximo	Mínimo
BBREINDW	REITs industriais	331	0,0059	0,0907	0,6253	-0,8528
BBREDIVR	REITs diversificados	331	0,0043	0,0548	0,2918	-0,3406
BBREPBST	REITs de <i>self storage</i>	331	0,0087	0,0561	0,1929	-0,2524
BBREOUTL	REITs monoinquilino	331	0,0056	0,0691	0,5132	-0,4303
BBREHLTH	REITs de saúde	331	0,0030	0,0643	0,2397	-0,4061
BBREAPT	REITs de apartamentos	331	0,0071	0,0577	0,2014	-0,3165
BBREOFPY	REITs de escritórios	331	0,0039	0,0619	0,2846	-0,3656
BBRESHOP	REITs de galerias	331	0,0029	0,0697	0,3224	-0,5171
BBREHOTL	REITs de hotéis	331	-0,0007	0,0890	0,5129	-0,4816
BBREMALL	REITs de shoppings	331	0,0039	0,0873	0,4502	-0,7789
BBREIT	REITs	331	0,0059	0,0565	0,2687	-0,3774
SPXFP	S&P 500	288	0,0050	0,0449	0,1217	-0,1894
SPUSTTP	<i>Treasury</i> de 10 anos	331	0,0027	0,0165	0,0838	-0,0598
SPBDU1ST	TIPS de 10 anos	236	0,0047	0,0187	0,0640	-0,0795

Fonte: Bloomberg.

* Dados disponíveis em https://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html e http://www.nefin.com.br/risk_factors.html.

3.1 Sobre os dados dos Estados Unidos[†]

O índice BBREIT da Bloomberg é uma referência do mercado de REITs nos Estados Unidos, ponderado por capitalização e refletindo 99% do valor de mercado total. Dentro desse mercado, existem também sub-índices classificados por ativos investidos que representam 75% ou mais dos fundos: BBREINDW, baseado em propriedades industriais ou galpões; BBREDIVR, diversificado, sem base em um tipo específico de propriedade; BBREPBST, baseado em propriedades públicas ou de *self storage*; BBREOUTL, baseado em propriedades de varejo monoinquilino; BBREHLTH, baseado em imóveis relacionados à saúde como lares de idosos e consultórios médicos; BBREAPT, baseado em propriedades de apartamentos; BBREOFPY, baseado em propriedades de escritórios; BBRESHOP, baseado em propriedades de shopping centers ou galerias; BBREHOTL, baseado em propriedades hoteleiras; e BBREMALL, baseado em propriedades de shopping centers regionais. Para diferenciação de classes, no resto deste trabalho BBRESHOP será relacionado com REITs de galerias (shopping centers mais afastados), enquanto BBREMALL será relacionado com REITs de shoppings (imóveis localizados mais perto dos grandes centros, como ocorre no Brasil), dadas as características desses tipos de imóveis nos Estados Unidos.

Para o retorno do mercado de ações, o principal índice é o S&P 500. O índice de retorno total SPXFP reflete os retornos em excesso das ações. Já os índices SPUSTTP e SPBDU1ST cumprem o mesmo papel para o mercado de renda fixa, refletindo os retornos em excesso dos títulos de 10 anos e dos títulos de 10 anos atrelados à inflação emitidos pelo tesouro americano, respectivamente.

Deve-se observar que, apesar das séries utilizadas para o mercado de ações e renda fixa dos Estados Unidos já refletirem retornos em excesso e índices de retorno total, as séries de REITs precisam de um pequeno ajuste. Os dados recuperados da Bloomberg já refletem índices de retorno total, porém não retornos em excesso. Para transformar essas séries em retornos em excesso, deve-se simplesmente dividir o índice de retorno total do ativo pelo índice de retornos do código US0003M que representa a taxa Libor de 3 meses (determinada pela ICE Benchmark Administration). Neste trabalho, quando a série não reflete retornos em excesso, esse ajuste é realizado. Mais à frente, na apresentação dos dados do Brasil, o mesmo ajuste também é realizado para as séries quando necessário, porém utilizando o CDI.

[†] Descrições dos índices retiradas da plataforma Bloomberg.

3.2 Fatores e prêmio de risco

Em linha com o modelo de Ross (1976), com a condição de não arbitragem assumida, o retorno em excesso esperado para um ativo i deveria ser proporcional à sua relação linear com um conjunto de fatores γ , tal como abaixo. O número de fatores não é conhecido previamente, cabendo a cada tipo de modelagem a determinação dos fatores de risco que explicam o retorno de interesse. Como citado anteriormente, com a evolução da literatura, alguns fatores de risco mais proeminentes foram encontrados. Para avaliar quantos fatores seriam suficientes para explicar o retorno do ativo, pode-se utilizar a técnica de análise de componentes principais (PCA).

$$R_i \approx \alpha + \beta_i \gamma = \alpha + \beta_{i1} \gamma_1 + \dots + \beta_{ik} \gamma_k \quad (1)$$

Da mesma forma que foi feito o estudo dos fatores determinantes das séries de retorno em excesso, também foram estudadas as relações entre ativos financeiros. Em particular, considerando esta segunda abordagem, aqui foi utilizada a metodologia de Asvanunt e Richardson (2017) para avaliar se os ativos de interesse pertencem realmente a uma classe diferente. Com regressões empíricas dos excessos de retorno de índices de fundos de investimento imobiliário sobre índices do mercado de ações e de renda fixa, pode-se avaliar se esse ativo realmente oferece um prêmio de risco específico e aditivo aos prêmios de ações e a termo, ou se por outro lado ele é redundante. A modelagem que foi utilizada é apresentada a seguir, exemplificando com a relação entre os retornos em excesso dos fundos imobiliários (REIT), dos títulos de 10 anos do governo americano (*Treasury*) e do índice de ações S&P 500. Essa abordagem também foi estendida com regressões de Fama-MacBeth entre as diferentes classes de fundos, além de regressões com títulos atrelados à inflação (TIPS, *Treasury Inflation-Protected Security*).

$$R_t^{REIT} = \alpha + \beta_1 R_t^{Treasury} + \beta_2 R_t^{S\&P\ 500} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Depois disso, novas regressões foram feitas para avaliar os retornos em excesso do ativo em questão em relação a fatores de risco clássicos da literatura, como os propostos por Fama e French (1993) e estendidos por Fama e French (2015), além de Jegadeesh e Titman (1993), já citados anteriormente. Com isso, uma anatomia mais clara pode ser traçada para os fundos de investimento imobiliário e o comportamento de seu prêmio de risco em relação aos principais

fatores da literatura (MKT como mercado, SMB como tamanho, HML como valor, RMW como lucratividade, CMA como investimento e MOM como *momentum*) em uma modelagem geral como abaixo apresentado.

$$R_t^{REIT} = \alpha + \beta_1 MKT_t + \beta_2 SMB_t + \beta_3 HML_t + \beta_4 RMW_t + \beta_5 CMA_t + \beta_6 MOM_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

Deve-se também observar que, sendo na abordagem de séries de tempo ou como em Fama e MacBeth (1973), os coeficientes das regressões podem não ser necessariamente constantes ao longo do tempo. De fato, muito provavelmente eles não são, como a literatura explorada no capítulo anterior demonstra. Então, também foi permitido na modelagem que os termos β_i variassem ao longo do tempo, sendo então representados nas regressões como β_{it} . Para esse tipo de abordagem, foram utilizadas janelas de 12 e 36 meses, deslizantes no tempo. Além disso, os erros padrões estimados são robustos à heterocedasticidade e à autocorrelação.

Um ponto de observação em relação à abordagem de Fama-MacBeth é o fato dessas regressões ignorarem os erros de estimação presentes nos coeficientes e sofrerem do problema de erros nas variáveis (EIV, *errors-in-variable*). Além disso, nessa abordagem não é considerada a possibilidade de os retornos e os fatores serem serialmente correlacionados. Assim, atualmente também é utilizada a técnica dos Mínimos Quadrados Generalizados Factíveis (FGLS, *Feasible Generalized Least Squares*). Em uma abordagem de dois passos, no primeiro são estimados os coeficientes regredindo os retornos em excesso nos fatores, enquanto no segundo esses coeficientes são utilizados para estimação dos prêmios de risco. Essa abordagem mais moderna também foi utilizada neste trabalho.

3.3 Sobre os dados do Brasil[‡]

As análises supracitadas também foram estendidas para o Brasil, analogamente, com: o índice IFIX, constituído pelas cotas de fundos de investimento imobiliário listados, selecionados com base na liquidez e no valor de mercado; os títulos de 10 anos do governo brasileiro (PRE), representados pelo índice BZAD10Y, com base em títulos soberanos de taxa fixa de cupom zero emitidos pelo tesouro; e o índice Ibovespa (IBOV), ponderado por capitalização de mercado e composto pelas ações mais líquidas negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo, a B3. Além disso, nesta pesquisa, enquanto para os REITs foi utilizada a taxa

[‡] Descrições dos ativos retiradas da plataforma Bloomberg.

Libor de 3 meses, no Brasil foi utilizado o CDI como taxa livre de risco, por meio do símbolo BZDIOVRA (taxa de Depósito Interbancário de um dia calculada pela Central de Custódia e Liquidação de Títulos Privados, a CETIP). A Tabela 2 a seguir apresenta uma análise descritiva dos dados de índices brasileiros.

Tabela 2 – Análise descritiva das séries mensais de retorno em excesso dos índices do Brasil.

Símbolo	Descrição	Obs.	Média	Desvio	Máximo	Mínimo
IBOV	Ibovespa	247	-0,0015	0,0716	0,1487	-0,3587
IFIX	IFIX	128	0,0009	0,0321	0,0975	-0,1759
BZAD10Y	Taxa de juros de 10 anos	144	0,0000	0,0045	0,0060	-0,0117

Fonte: Bloomberg.

Além do ajuste para transformar os índices de retorno total do Ibovespa e do IFIX em retornos em excesso, deve-se observar que o índice utilizado para a renda fixa reflete taxas de juros de 10 anos. Para utilização dessa série padronizada da mesma forma que as outras, foi utilizada a mesma abordagem que a Bloomberg aplica para a construção da série do CDI: o índice para cada dia é o retorno de um dia para a taxa de fechamento do dia anterior, acumulando-se dia a dia esse resultado para refletir os ganhos de uma posição comprada no ativo. Além disso, da mesma forma como é feito para as outras séries, a série resultante deste procedimento ainda é ajustada com a divisão pela série de retornos do CDI, para gerar uma série de retornos em excesso, a qual é por fim utilizada neste trabalho.

3.4 Aplicações em finanças quantitativas

Por fim, com a análise do ativo feita, a aplicabilidade dele em finanças quantitativas pode ser estudada. Aqui, o principal foco foi de estratégias de investimento que se baseiem na relação entre os ativos.

Em linha com a suposição de não arbitragem e com os resultados de Asness, Moskowitz e Pedersen (2013), para uma abordagem de estratégias quantitativas, dois principais efeitos podem ser explorados: o efeito de reversão à média das relações entre os ativos, com um foco maior no fator de valor dos fundos de investimento imobiliário; e o efeito de tendência nos preços relativos entre os ativos. Pela demonstração de correlação negativa entre os dois efeitos, com esta abordagem, pode-se esperar encontrar uma estratégia que melhor aplique os achados deste trabalho, sobre o prêmio de risco dos fundos imobiliários e seus determinantes. No caso,

a estratégia desenvolvida aqui pode ser classificada como de valor. Para a análise dos resultados das estratégias desenvolvidas foram utilizadas também estatísticas descritivas, bem como os índices de Sharpe e de Sortino. Com a técnica de *backtesting* das estratégias, foi possível avaliar a configuração que teve melhor performance ajustada ao risco ao longo dos últimos 20 anos nos Estados Unidos. Para testes de robustez foi utilizada a técnica de validação cruzada *block bootstrapping*. A ideia deste método é amostrar blocos das séries de retornos de forma aleatória com reposição, para reconstruir séries temporais. O tamanho desses blocos é fixado previamente; neste trabalho, foi usada uma abordagem relativamente intuitiva para séries financeiras: foram testados tamanhos fixos de 6 meses, 1 ano, 2 anos e 3 anos. Depois, foram feitas mil repetições da amostragem aleatória do bloco de 2 anos para uma análise (mais robusta) de robustez. Por fim, todo o desenvolvimento deste trabalho foi feito em linguagem de programação Python.

4 Resultados

Com a análise de componentes principais realizada, observa-se que apenas dois fatores já explicam mais de 80% da variância dos retornos dos REITs. Portanto, duas séries deveriam ser suficientes como variáveis explicativas nas regressões. Na maior parte deste trabalho, tais séries são representativas dos retornos de ações e de renda fixa nominal.

4.1 Período completo dos dados

Os resultados das regressões realizadas com o período completo das séries, considerando coeficientes constantes ao longo do tempo, são apresentados na Tabela 3, abaixo.

Tabela 3 – Regressões em séries de tempo, com utilização do período completo.

R^{REIT}	α	$R^{Treasury}$	$R^{S\&P500}$	R^{TIPS}	R^2 ajustado
	0,0010 (0,0030)		1,0143 (0,1520)		0,48
	-0,0021 (0,0030)	0,7906 (0,2540)	1,1101 (0,1260)		0,52
	-0,0025 (0,0030)	0,3744 (0,4670)	1,0549 (0,1270)	0,4345 (0,3480)	0,52
	-0,0022 (0,0030)		1,0068 (0,1280)	0,6910 (0,1790)	0,52

Notas: Estimativas de coeficientes α e β_i (com erros padrão em parêntesis), removendo algumas variáveis explicativas a cada vez, para a regressão $R_t^{REIT} = \alpha + \beta_1 R_t^{Treasury} + \beta_2 R_t^{S\&P500} + \beta_3 R_t^{TIPS} + \varepsilon_t$, utilizando dados de retornos em excesso mensais de janeiro de 2002 a agosto de 2021.

É interessante notar que os coeficientes estimados para ambos os índices, de ações e de renda fixa, são estatisticamente significantes nas regressões. A exceção é quando tanto a *Treasury* quanto as *TIPS* são utilizadas ao mesmo tempo: nesse caso, os coeficientes estimados para as duas variáveis não são estatisticamente significantes. Contudo, em todas essas regressões a estatística F permanece com valor-p de aproximadamente zero, indicando que as regressões com o conjunto de variáveis independentes são estatisticamente significantes, mesmo quando os coeficientes individuais não o são. Isso é efeito da multicolinearidade existente entre as duas séries. De fato, a correlação histórica entre as duas séries é de mais de

76%; o que faz sentido, dado que ambas refletem o mercado de renda fixa. Outro fato importante nesses resultados é o alfa encontrado: não há um alfa estatisticamente diferente de zero para os REITs quando as séries de ações e renda fixa são consideradas.

A Tabela 4, a seguir, apresenta os resultados da regressão feita com os fatores clássicos da literatura, também no período completo dos dados. É interessante notar que, ao contrário do que a literatura advoga sobre o fator *momentum*, aqui não foi encontrado um coeficiente estatisticamente diferente de zero para ele. Além do fator de mercado, nota-se que os fatores de tamanho e de valor resultaram em coeficientes estimados estatisticamente significativos para explicar os retornos em excesso dos REITs.

Tabela 4 – Regressões em séries de tempo dos fatores, com utilização do período completo.

R^{REIT}	α	MKT	SMB	HML	RMW	CMA	MOM	R^2
	-0,0004	0,8864	0,2402	0,4600	0,1497	-0,1826	-0,0269	0,52
	(0,0030)	(0,1070)	(0,1360)	(0,2060)	(0,1980)	(0,2840)	(0,1070)	

Notas: Estimativas de coeficientes α e β_i (com erros padrão em parêntesis) para a regressão $R_t^{REIT} = \alpha + \beta_1 MKT_t + \beta_2 SMB_t + \beta_3 HML_t + \beta_4 RMW_t + \beta_5 CMA_t + \beta_6 MOM_t + \varepsilon_t$, utilizando dados de retornos em excesso mensais de janeiro de 2002 a agosto de 2021, com dados de retorno dos fatores de Kenneth R. French (disponíveis em https://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html).

Para avaliar possíveis diferenças entre os setores dos REITs, as regressões da Tabela 3 foram estendidas para os resultados apresentados na Tabela 5. Para melhor visualização, apenas os coeficientes estimados são apresentados, com destaque naqueles estatisticamente significantes ao nível de 10% (*), 5% (**) e 1% (***).

Nota-se que, para todos os setores de REITs, o índice de ações é estatisticamente significativo, mostrando a forte relação entre esses dois mercados. Além disso, mesmo que em alguns casos seja possível verificar um alfa estatisticamente diferente de zero quando apenas ações são consideradas, isso não se mantém com a adição da série de renda fixa. Sobre esta, é interessante notar que, para hotéis e shoppings, o coeficiente estimado não é estatisticamente significativo. E para os hotéis especificamente, observa-se que este foi o único setor que apresentou um alfa estatisticamente significativo, apesar de ser negativo.

Analogamente ao apresentado na Tabela 3, com o uso das séries segmentadas nos setores de REITs e com a metodologia transversal de Fama-MacBeth, é possível também avaliar as mesmas regressões para o período completo. Os resultados são apresentados na Tabela 6, com destaque naqueles estatisticamente significantes ao nível de 10% (*), 5% (**) e 1% (***).

Nota-se que, com essa abordagem, é possível estimar coeficientes estatisticamente significantes mesmo com as duas séries de renda fixa sendo utilizadas ao mesmo tempo. Além disso, o índice de ações novamente aparece como significante para explicar os retornos em excesso dos REITs.

Tabela 5 – Regressões em séries de tempo, com utilização do período completo.

R^{REIT}	α	$R^{Treasury}$	$R^{S\&P500}$
Industriais	-0,0013		1,4217***
	-0,0065	1,3508***	1,5854***
Diversificados	0,0013		0,9576***
	-0,0017	0,7784***	1,0519***
<i>Self storage</i>	0,0083**		0,5587***
	0,0047	0,9384***	0,6724***
Monoinquilino	0,0082*		0,7617***
	0,0032	1,3050***	0,9198***
Saúde	0,0028		0,8607***
	-0,0013	1,0564***	0,9887***
Apartamentos	0,0022		0,9302***
	-0,0001	0,5860***	1,0012***
Escritórios	-0,0024		1,0897***
	-0,0046	0,5817**	1,1602***
Galerias	-0,0019		1,1551***
	-0,0053	0,8875***	1,2626***
Hotéis	-0,0074*		1,6553***
	-0,0076*	0,0518	1,6616***
Shoppings	-0,0024		1,4071***
	-0,0046	0,5725	1,4765***

Notas: Estimativas de coeficientes α e β_i com destaque à significância estatística ao nível de 10% (*), 5% (**) e 1% (***), para as regressões $R_t^{REIT} = \alpha + \beta_1 R_t^{Treasury} + \beta_2 R_t^{S\&P500} + \varepsilon_t$ e $R_t^{REIT} = \alpha + \beta_2 R_t^{S\&P500} + \varepsilon_t$, utilizando dados de retornos em excesso mensais de janeiro de 2002 a agosto de 2021, sendo que R_t^{REIT} representa os retornos em excesso de um determinado setor de REITs.

Tabela 6 – Regressões Fama-MacBeth, com utilização do período completo.

R^{REIT}	$R^{Treasury}$	$R^{S\&P500}$	R^{TIPS}
		2,0936**	
	0,7568*	1,2792**	
	0,1513***	0,5300***	0,2277***
		0,5886***	0,3020***

Notas: Valores esperados das estimativas de coeficientes β_i com destaque à significância estatística ao nível de 10% (*), 5% (**) e 1% (***), removendo algumas variáveis explicativas a cada vez, para a regressão $R_t^{REIT} = \alpha_t + \beta_1 R_t^{Treasury} + \beta_2 R_t^{S\&P500} + \beta_3 R_t^{TIPS} + \varepsilon_t$, com a abordagem de Fama-MacBeth e utilizando dados de retornos em excesso mensais de janeiro de 2002 a agosto de 2021, para todos os setores selecionados.

Deve-se observar que as regressões de Fama-MacBeth ignoram os erros de estimação presentes nos coeficientes e sofrem do problema de erros nas variáveis. Assim, nos dias de hoje também é utilizada a técnica dos Mínimos Quadrados Generalizados Factíveis. Com essa técnica, as regressões da Tabela 5 são replicadas e os resultados são apresentados na Tabela 7, abaixo. É interessante notar que novamente todos os setores possuem relação estatisticamente significativa com o mercado de ações. Além disso, o coeficiente de renda fixa novamente não parece ser significativo para hotéis.

4.2 Janelas deslizantes

A hipótese de um coeficiente linear constante ao longo de tantos anos parece pouco válida na realidade, intuitivamente e à vista da literatura apresentada em capítulo anterior neste trabalho. Portanto, as regressões anteriores foram estimadas permitindo a variação dos coeficientes ao longo do tempo. Utilizando janelas deslizantes de 12 e 36 meses, foi possível avaliar o comportamento ao longo do tempo. Os resultados para janelas de 36 meses são ilustrados nos gráficos as seguir.

Novamente é possível perceber que a adição de *Treasury* e *TIPS* no mesmo modelo torna o resultado mais poluído e estatisticamente não significativo, causando variações bruscas nos coeficientes. Um ponto bastante interessante sobre esses gráficos é a relação dos REITs com o mercado de ações: de fato, os coeficientes sempre se mantiveram positivos, por menor que fossem. Além disso, há um nítido comportamento negativamente correlacionado entre ações e renda fixa no grau de influência nos retornos em excesso dos REITs, o que era de se esperar intuitivamente pelas características desses dois mercados.

Tabela 7 – Regressões com Mínimos Quadrados Generalizados Factíveis, e período completo.

R^{REIT}	α	$R^{Treasury}$	$R^{S\&P500}$
Industriais	0,0046		1,3610***
	0,0012	1,2902***	1,4573***
Diversificados	0,0052		0,9323***
	0,0040	0,7470***	0,9316***
<i>Self storage</i>	0,0106***		0,5461***
	0,0034	1,0878***	0,5713***
Monoinquilino	0,0112***		0,7876***
	0,0043	1,3196***	1,0018***
Saúde	0,0063		0,8396***
	0,0019	1,0826***	1,0276***
Apartamentos	0,0059		0,9330***
	0,0061	0,6066***	0,9164***
Escritórios	0,0020		1,0730***
	0,0039	0,5509***	1,1108***
Galerias	0,0028		1,1124***
	0,0017	0,9638***	1,3355***
Hotéis	-0,0007		1,6471***
	0,0094	0,0755	1,5697***
Shoppings	0,0034		1,3232***
	0,0076	0,5752*	1,5222***

Notas: Estimativas de coeficientes α e β_i com destaque à significância estatística ao nível de 10% (*), 5% (**) e 1% (***), para as regressões $R_t^{REIT} = \alpha + \beta_1 R_t^{Treasury} + \beta_2 R_t^{S\&P500} + \varepsilon_t$ e $R_t^{REIT} = \alpha + \beta_2 R_t^{S\&P500} + \varepsilon_t$, com Mínimos Quadrados Generalizados Factíveis, utilizando dados de retornos em excesso mensais de janeiro de 2002 a agosto de 2021, sendo que R_t^{REIT} representa os retornos em excesso de um determinado setor de REITs.

Gráfico 1 – Coeficientes lineares com janelas de 36 meses, para S&P 500 e *Treasury*.

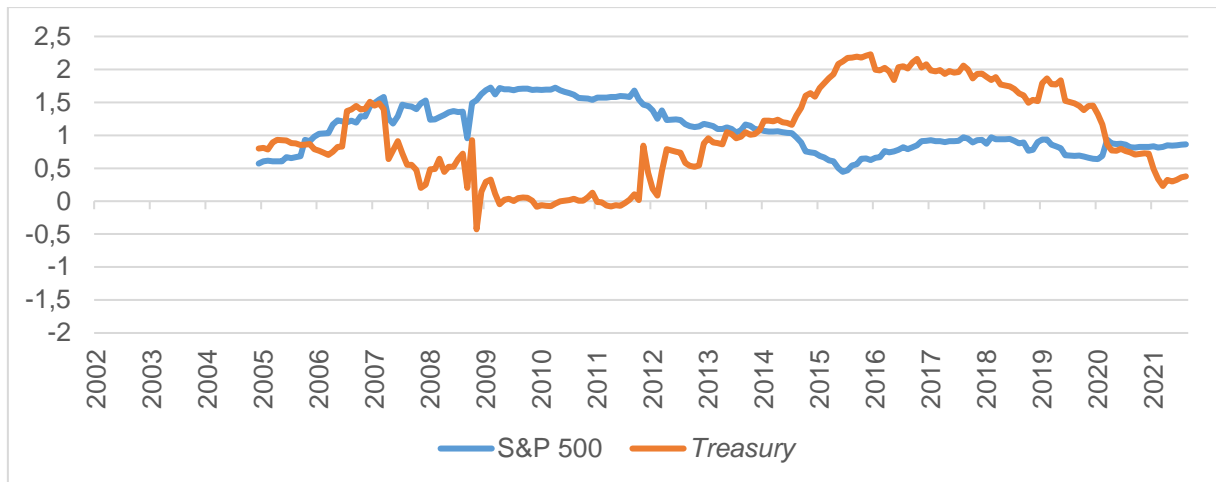


Gráfico 2 – Coeficientes lineares com janelas de 36 meses, para S&P 500 e TIPS.

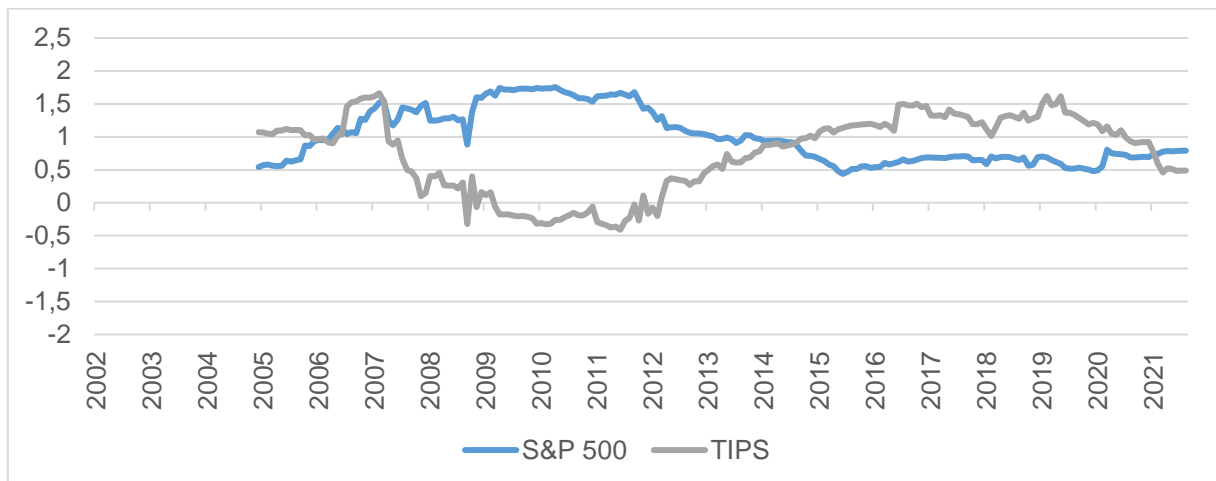
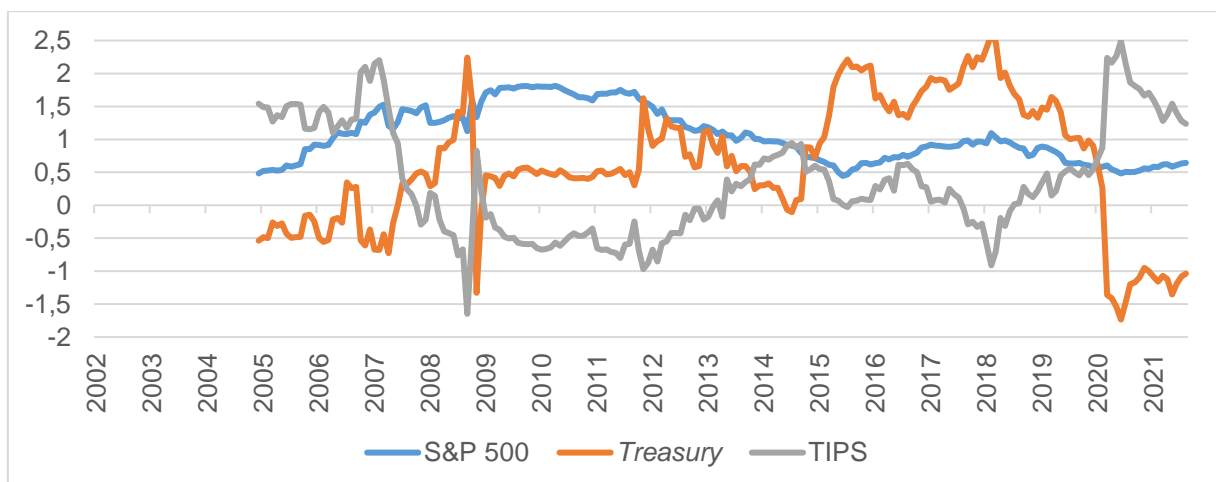
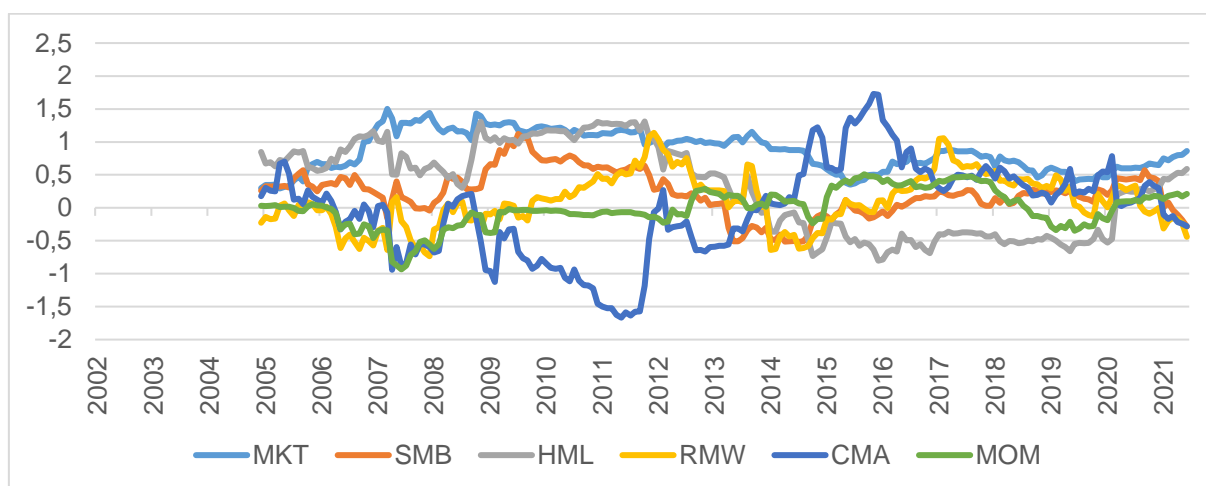


Gráfico 3 – Coeficientes lineares com janelas de 36 meses, para S&P 500, *Treasury* e TIPS.



O resultado observado em relação ao comportamento dos coeficientes lineares ao longo do tempo também pode ser estendido para os fatores clássicos da literatura, a fim de observar o efeito deles nos retornos em excesso dos REITs. Isso é apresentado no gráfico abaixo. O que se percebe é que os fatores, com exceção do fator de mercado, possuem comportamento variante ao longo do tempo. De fato, observa-se que, mesmo suavizando o efeito com as janelas de 36 meses, alguns fatores como o de valor e o de investimento oscilam bastante entre os terrenos positivo e negativo no que tange o efeito deles nos retornos dos REITs. O ponto interessante é que o fator de mercado sempre se manteve como um dos de maior coeficiente, mesmo decaindo um pouco na última parte da série. Tal como ocorreu nos resultados anteriores, o fator de mercado também foi o único que se manteve estatisticamente significativo na maior parte do tempo.

Gráfico 4 – Coeficientes lineares com janelas de 36 meses, para os fatores.



O resultado do fator de mercado vai ao encontro da literatura que aponta a grande influência do mercado de ações no mercado de REITs. O efeito ao longo do tempo também pode ser observado quando se toma a correlação dos REITs com apenas esse fator. Como foi visto na literatura, existia um benefício de diversificação nos anos 1990, pela menor correlação entre REITs e ações. Contudo essa correlação aumentou ao longo dos anos com a virada do século, atingindo níveis acima de 80%. Recentemente apenas – o que é interessante – essa correlação passou a não ser tão alta constantemente. O que se observa é um comportamento mais variável, o que pode levantar a hipótese de que a maior integração entre os mercados após a crise de 2008 (que a literatura advoga) não é tão constante assim, dependendo em última análise do ciclo econômico em escala global. Com a crise da pandemia do Covid-19 em 2020,

foi possível observar as correlações entre os ativos aumentarem, com valores voltando a ficar acima de 80%, no momento em que todas as classes de ativos no mundo sofreram perdas.

4.3 Estratégia de valor

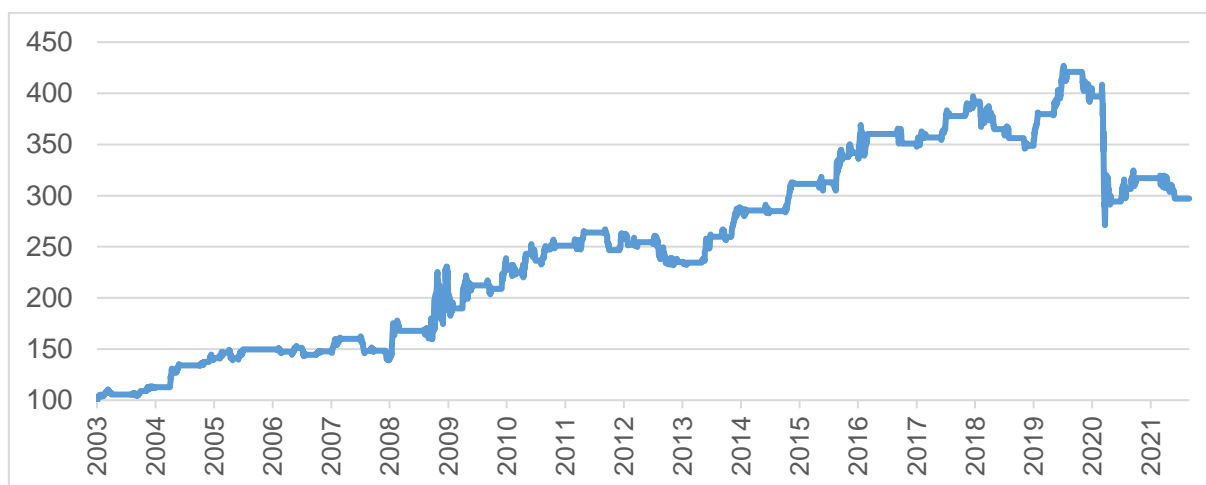
Feita a anatomia dos retornos dos REITs, e verificando que de fato estes não são uma classe separada de ativos que possa oferecer um prêmio de risco à parte, pode-se desenvolver estratégias de investimento que utilizem a relação entre os mercados para gerar lucros sistemáticos. Mesmo sem um alfa estatisticamente diferente de zero, o valor relativo entre os ativos pode oferecer oportunidades de ganhos. Analisando o resultado de um teste de Johansen para avaliar a cointegração entre as séries, podemos rejeitar a hipótese nula de ausência de cointegração ao nível de 1% de significância. Portanto, ao menos duas das três séries consideradas são cointegradas entre si, o que valida o desenvolvimento de uma estratégia de reversão à média com as três séries.

A estratégia desenvolvida com este trabalho explora exatamente o valor relativo entre os ativos: com os coeficientes lineares ao longo do tempo, considerando janelas deslizantes de 12 meses, é possível computar um valor teórico para o retorno esperado dos REITs. Portanto, a cada mês, se esses ativos estão relativamente baratos pode-se comprá-los e, se estão relativamente caros, vendê-los. Para neutralizar o coeficiente beta dessa estratégia, realiza-se a operação contrária nos outros ativos, com ponderação pelo beta de cada um deles; ou seja, se os REITs estão relativamente baratos, pode-se vender o índice S&P 500 e a *Treasury* ao mesmo tempo que os REITs são comprados, e o mesmo ocorre na outra ponta. Um fator interessante dessa estratégia em particular é que esse comportamento de reversão à média pode não ocorrer a cada pequeno desvio em relação ao valor relativo calculado. Por isso, são utilizadas duas bandas de um desvio padrão cada, a mais e a menos de uma média móvel aplicada na diferença entre o retorno esperado pela métrica de valor e o retorno efetivo dos REITs. Portanto, quando essa diferença está acima da banda de um desvio padrão a mais, isso significa que o retorno dos REITs deveria ser maior pela métrica de valor relativo, então eles provavelmente estão baratos. Neste caso, inicia-se então no mês seguinte posição comprada nos REITs e vendida em ações e renda fixa. De forma análoga, se a diferença está abaixo da banda de um desvio padrão a menos, isso significa que o retorno efetivo dos REITs foi maior do que o esperado pela métrica calculada, então eles provavelmente estão relativamente caros. Neste segundo caso, inicia-se no mês seguinte posição vendida nos REITs e comprada em ações e renda fixa. Para evitar falsos positivos que diminuam os lucros da estratégia, outras duas bandas são utilizadas, de dois

desvios padrão cada, a mais e a menos da média móvel. No caso de a diferença estar maior do que essa segunda banda, em módulo, então não se deveria existir posicionamento. Este pode ser considerado um mecanismo de limitação de perdas (ou *stop*) da estratégia.

Essa estratégia de reversão à média que explora o fator de valor nos REITs nos Estados Unidos, aplicada retroativamente nos últimos vinte anos, teria gerado um resultado de 5,68% ao ano em média, com volatilidade anualizada de 13,42%, como ilustra o gráfico a seguir de retorno acumulado do *backtest*. Isso equivale a um índice de Sharpe de 0,4233. Esse valor é maior do que em uma estratégia simplesmente comprada no S&P 500 ou comprada apenas em REITs. No primeiro caso, o índice de Sharpe seria de 0,3819, enquanto no segundo, de 0,3648. Mesmo em termos de retorno em excesso, a estratégia historicamente ficaria próximo do índice S&P 500 com seus 5,94% ao ano. Isso sem contar a volatilidade de 15,56% para o mercado de ações. Quando se observa as estatísticas da estratégia simplesmente comprada em REITs o retorno anual é melhor, de 7,14%, contudo, a volatilidade é bem maior, de 19,57%! Isso mostra que a estratégia desenvolvida pode ser considerada por alocadores e gestores de recursos como alternativa de melhor relação entre risco e retorno do que os mercados considerados isoladamente.

Gráfico 5 – Retorno acumulado (base 100) do *backtest* da estratégia de valor desenvolvida.



Analisando em mais detalhes a estratégia desenvolvida, algumas estatísticas podem ser calculadas, como sumarizado na Tabela 8 e ilustrado no histograma abaixo. Assim como em diversas séries financeiras, a distribuição de retornos diários da estratégia é negativamente assimétrica e leptocúrtica. O menor retorno mensal histórico foi de -23,19% ao passo que o maior foi de 18,49%. Em termos de *drawdown* máximo, o valor encontrado no período do *backtest* foi de -36,53%, equivalente a -2,72 vezes a volatilidade anualizada; gráfica e

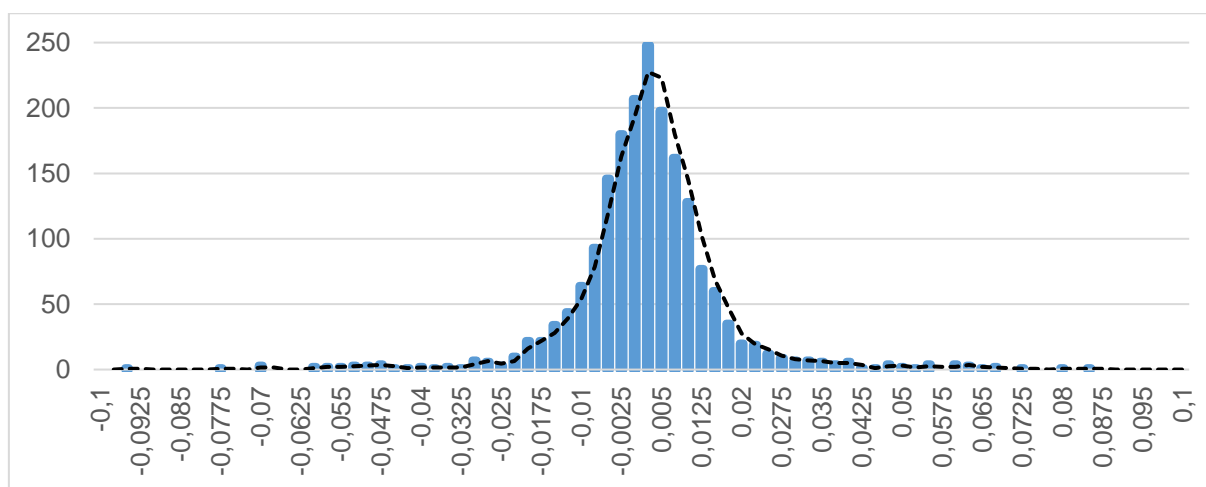
intuitivamente pode-se observar que esse evento de perdas na estratégia ocorreu durante a crise da pandemia do Covid-19 em 2020.

Tabela 8 – Estatísticas descritivas do *backtest* da estratégia de valor desenvolvida.

Estatística	Valor
Número de meses	224
Retorno mínimo	-23,19%
Retorno máximo	18,49%
Retorno médio	0,47%
Retorno médio (anualizado)	5,68%
Desvio padrão	3,88%
Desvio padrão (anualizado) / Volatilidade	13,42%
Assimetria	0,31
Curtose	11,71
Índice de Sharpe (anualizado)	0,4233
Índice de Sortino (anualizado)	0,4648
<i>Drawdown</i> máximo (período)	-36,53%
Razão entre máx. <i>drawdown</i> e volatilidade	-2,72

Notas: Estatísticas descritivas em base mensal (exceto quando destacado), a partir dos retornos em excesso diários (transformados em mensais) do *backtest* da estratégia desenvolvida, de 03/01/2003 a 31/08/2021.

Gráfico 6 – Histograma de retornos diários do *backtest* da estratégia de valor desenvolvida.



Notas: Utilizando dados de retornos diários de 03/01/2003 a 31/08/2021, para melhor visualização, foram ignorados os dias com retorno igual a zero e os valores extremos (retornos maiores que 10% em valor absoluto).

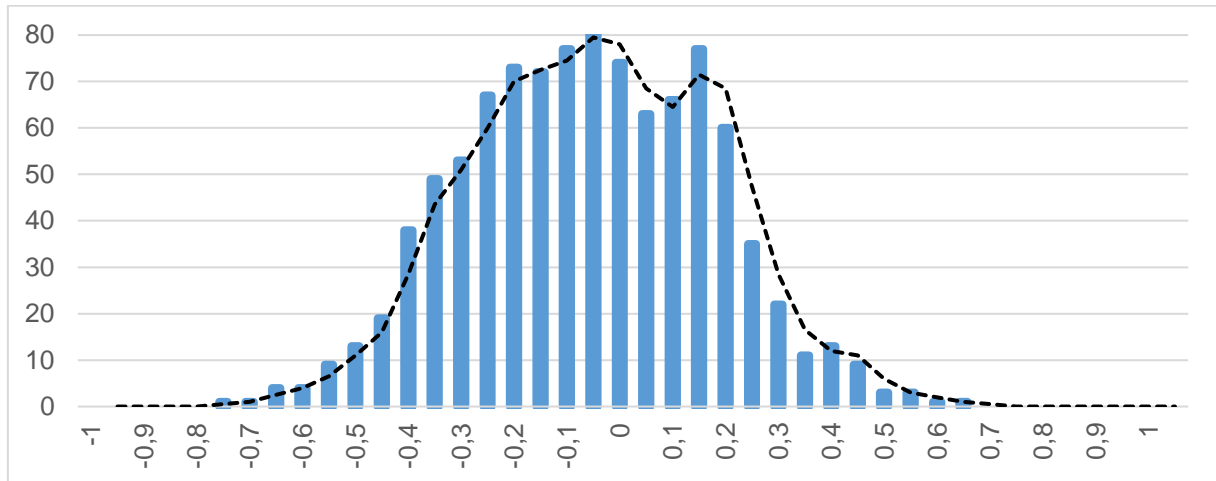
Também é interessante notar que, por conta das bandas estabelecidas, na maior parte do tempo (59% dos meses), a estratégia não possui posições, enquanto em 23% dos meses a posição em REITs é comprada e em 18% dos meses é vendida. Outro ponto interessante é que a estratégia muda completamente de posicionamento com relativamente alta frequência: em praticamente um terço dos meses em que há posicionamento, a posição é o contrário do mês anterior; por exemplo, se no mês anterior a posição era comprada em REITs, no mês seguinte é vendida. Isso mostra que a métrica de valor desenvolvida frequentemente classifica os ativos como caros e baratos, em um movimento cíclico. Por fim, analisando a distribuição de retornos diários da estratégia, para os dias em que o retorno é diferente de zero, observa-se 54% dos dias com retorno positivo e 46% com retorno negativo. Isso evidencia que a estratégia consegue aproveitar mais os dias positivos do que os negativos, compondo um retorno interessante ao longo do tempo, mesmo com pouco mais dias positivos do que negativos.

Uma importante análise que precisa ser realizada com a estratégia é em relação à sua robustez. Para isso foi utilizado método de *block bootstrapping*, com alguns tamanhos fixos de bloco. Quando são utilizados os tamanhos de 6 meses e 2 anos na amostragem aleatória de semente numérica 42, os resultados continuam interessantes, com o índice de Sharpe se mantendo igual ou caindo para pouco mais de 0,2. Contudo, utilizando os tamanhos de 1 ano e 3 anos, o retorno anual esperado da estratégia passa a ser negativo, de -5% e -3%, respectivamente. Isso mostra que pode existir algum tipo de sobreajuste (*overfitting*) na estratégia, tornando-a pouco robusta a algumas amostragens das séries de dados. Por outro lado, para alguns tamanhos de blocos, a estratégia continua interessante.

Para melhor analisar a robustez da estratégia, considerando um tamanho de bloco fixo de 2 anos, o método de *bootstrapping* foi repetido mil vezes, sem determinação prévia de semente numérica para geração de aleatoriedade, e as estatísticas descritivas dos *backtests* de cada uma dessas repetições foram calculadas. Os resultados dessa análise (mais robusta) de robustez não foram muito interessantes: o retorno esperado anualizado da estratégia, em média, ficou em -1,17% após as mudanças aleatórias nas séries de dados; e o índice de Sharpe, por consequência, também ficou negativo em média, em -0,0881. A distribuição dos índices de Sharpe encontrados nesta análise é ilustrada no Gráfico 7, a seguir. Como se pode ver, grande parte dos *backtests* geraram um Sharpe entre -0,3 e 0,2, o que ilustra o fato de a distribuição ter uma média levemente negativa. O Sharpe originalmente encontrado na verdade então está na região mais à direita na distribuição, com poucas ocorrências na análise de robustez. Assim, mesmo encontrada uma estratégia interessante que pode ser uma alternativa a ser considerada por membros da academia e da indústria relacionados às finanças quantitativas, deve-se

salientar que aqui ainda podem existir sobreajustes que precisam ser tratados para que exista maior confiança no uso dos resultados deste trabalho.

Gráfico 7 – Histograma de índices de Sharpe dos *backtests* da análise de robustez da estratégia.



4.4 Brasil

Os resultados encontrados pelas regressões empíricas deste trabalho podem ser estendidos para o mercado brasileiro. De fato, se a literatura de REITs já é limitada, a literatura com foco no Brasil é ainda menor. O que era (e ainda é) um mercado pequeno e pouco explorado por investidores institucionais anos atrás poderia ter um comportamento diferenciado, oferecendo um prêmio de risco aditivo ao risco de ações e renda fixa, como sugerem Yokoyama, Neto e da Cunha (2016). Contudo, o que se encontra nos dias de hoje é um mercado mais correlacionado e integrado, tal como ocorreu nos Estados Unidos. Isso se prova com os coeficientes estimados a seguir, pelas regressões de período completo e com janelas deslizantes. Neles, o alfa encontrado também não é estatisticamente diferente de zero. No caso das regressões de período completo da Tabela 9, o ponto interessante para o mercado brasileiro é o menor coeficiente do mercado de ações (menor beta), indicando um menor risco sistemático para os fundos imobiliários, além de um coeficiente negativo para a renda fixa, apesar de estatisticamente não significativo. Em relação aos fatores clássicos da literatura, observa-se que não só o fator de mercado, mas também os fatores de tamanho e de valor são estatisticamente significantes para explicar os retornos. O fator *momentum* não se mostrou estatisticamente significativo também no Brasil, na regressão de período completo da Tabela 10.

Tabela 9 – Regressões em séries de tempo, com utilização do período completo, para o Brasil.

R^{IFIX}	α	R^{PRE}	$R^{Ibovespa}$	R^2 ajustado
	0,0017 (0,0020)		0,2894 (0,0670)	0,35
	0,0016 (0,0020)	-0,3917 (0,4350)	0,2913 (0,0670)	0,35

Notas: Estimativas de coeficientes α e β_i (com erros padrão em parêntesis), para as regressões $R_t^{IFIX} = \alpha + \beta_1 R_t^{PRE} + \beta_2 R_t^{Ibovespa} + \varepsilon_t$ e $R_t^{IFIX} = \alpha + \beta_2 R_t^{Ibovespa} + \varepsilon_t$, utilizando dados de retornos em excesso mensais de janeiro de 2011 a agosto de 2021.

Tabela 10 – Regressões em séries de tempo dos fatores, do período completo, para o Brasil.

R^{REIT}	α	MKT	SMB	HML	MOM	R^2
	0,0013 (0,0020)	0,3211 (0,0530)	0,2191 (0,0590)	-0,1159 (0,0550)	0,0471 (0,0600)	0,46

Notas: Estimativas de coeficientes α e β_i (com erros padrão em parêntesis) para a regressão $R_t^{IFIX} = \alpha + \beta_1 MKT_t + \beta_2 SMB_t + \beta_3 HML_t + \beta_4 MOM_t + \varepsilon_t$, utilizando dados de retornos em excesso mensais de janeiro de 2011 a agosto de 2021, com dados de retorno dos fatores do NEFIN da USP (disponíveis em http://www.nefin.com.br/risk_factors.html).

Como feito anteriormente, também foi utilizada a técnica dos Mínimos Quadrados Generalizados Factíveis para o mercado brasileiro. Os resultados encontrados são parecidos com o da Tabela 9: alfa sem significância estatística, coeficiente negativo para renda fixa (porém sem significância estatística), e coeficiente de 0,2894 para o Ibovespa, este sim estatisticamente significativo.

Analogamente ao realizado para o mercado de REITs, também foi analisado o comportamento dos coeficientes lineares ao longo do tempo para o mercado brasileiro. Os resultados encontrados para janelas deslizantes de 36 meses são apresentados nos gráficos abaixo. Além dos gráficos de coeficientes lineares estimados para os mercados de ações e renda fixa, também são apresentados os coeficientes estimados para os fatores clássicos da literatura ao longo do tempo.

Gráfico 8 – Coeficientes lineares com janelas de 36 meses, para Ibovespa e PRE.

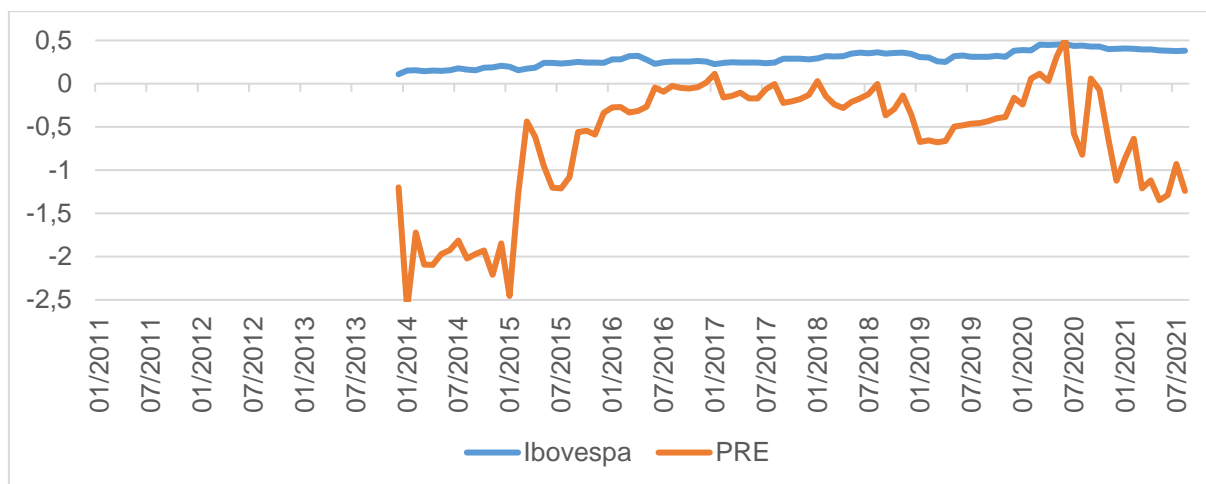
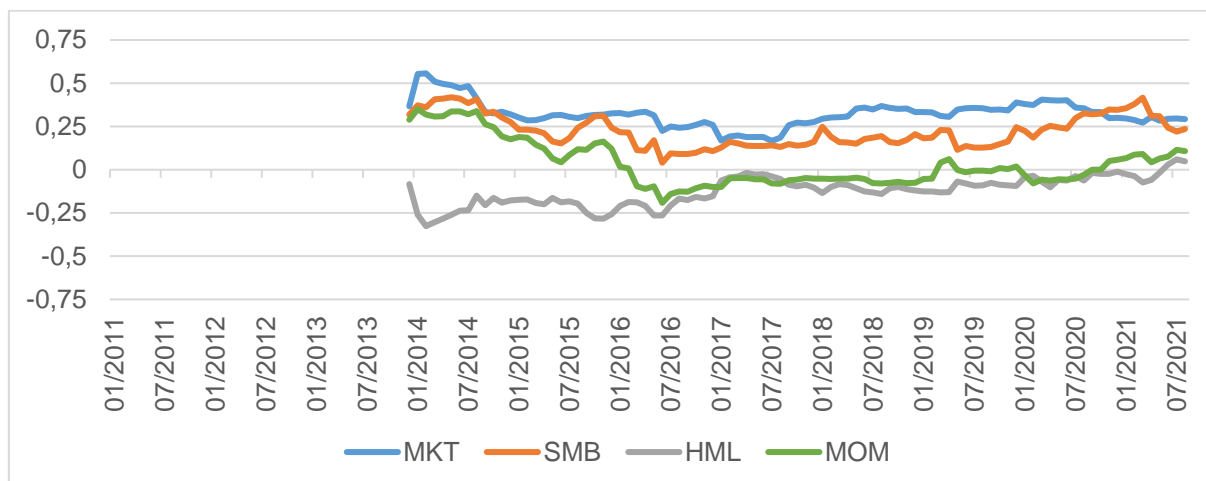


Gráfico 9 – Coeficientes lineares com janelas de 36 meses, para os fatores no Brasil.



É interessante notar como o coeficiente para a renda fixa é muito mais errático ao longo dos anos, permanecendo a maior parte do tempo no território negativo. Por outro lado, o coeficiente estatisticamente significativo para o mercado de ações se manteve relativamente inalterado, sempre positivo e baixo, mesmo que venha crescendo ligeiramente nos últimos anos quando se olha a série suavizada de 36 meses.

Em relação aos fatores no Brasil, principalmente quando se analisa séries suavizadas de 36 meses, é interessante notar que o fator de mercado se altera pouco ao longo dos anos, mantendo-se baixo e positivo. Com exceção do fator *momentum*, os outros também sofrem poucas alterações nas regressões de 36 meses. Outro ponto interessante é que o fator de valor é negativo na maior parte do tempo, apesar de este também ser estatisticamente não significativo na maior parte do tempo, assim como o fator *momentum*.

Já em relação à correlação dos fundos imobiliários e o mercado de ações no Brasil, o comportamento lembra o que se viu nos Estados Unidos alguns anos atrás: no início havia um benefício de diversificação, com períodos de baixa correlação, depois a correlação entre os fundos imobiliários e o fator de mercado aumentou até níveis iguais ou superiores a 80%. O ano de 2021, especificamente, parece ser uma exceção à série, com drástica diminuição da correlação entre os ativos.

Além de analisar os resultados dessas regressões empíricas, assim como foi feito para os REITs dos Estados Unidos, pode-se replicar estratégias sistemáticas lucrativas que utilizem a relação entre os ativos para gerar lucros também no Brasil. Uma limitação prática do uso da estratégia descrita anteriormente no Brasil é a regulação de operações com os fundos de investimento imobiliário: hoje não é possível vendê-los a descoberto no mercado. Além disso, hoje não existem derivativos para o índice IFIX como os contratos futuros do índice Ibovespa ou os contratos futuros de taxas de juros. Existem ativos que replicam o índice de fundos imobiliários, no formato de *Exchange Traded Funds* (ETFs) ou mesmo de fundos de fundos, porém há outra limitação prática para esses ativos no Brasil: a liquidez ainda é considerada baixa, o que significa que existe uma dificuldade operacional para grandes participantes, quando se compara essa métrica com aquela dos mercados de ações e de renda fixa. Em relação ao índice de renda fixa utilizado neste trabalho, deve-se observar também que ele não é um índice passível de investimento, adicionando mais um ponto na lista de limitações para o uso da estratégia no caso brasileiro.

Mesmo assim, pode-se avaliar o uso da estratégia desenvolvida com séries de ativos brasileiros, ao menos pela curiosidade intelectual. Com os mesmos parâmetros utilizados para os Estados Unidos, o resultado não é bom: retorno anual esperado de -1,10% com volatilidade anualizada de 7,26%. Todavia, ajustando as bandas utilizadas para 0,5 desvio padrão e 1 desvio padrão, ao invés dos valores anteriores de 1 e 2, pode-se encontrar um resultado interessante: a estratégia com ativos brasileiros passa a ter um retorno em excesso anual esperado de 1,97%, com volatilidade de 5,40%, correspondendo a um índice de Sharpe de 0,3646. Contudo, o *backtest* para o Brasil só pode ser realizado com muito menos anos de dados do que para os Estados Unidos, além de todas as outras complicações citadas anteriormente. De toda forma, o resultado com séries de ativos brasileiros reforça o interesse que os achados deste trabalho podem levantar nas mentes de acadêmicos e profissionais da indústria quantitativa.

5 Considerações finais

Em finanças, a literatura de apreçamento de ativos abordou diferentes classes e fatores de risco determinantes para os retornos observados, ao longo das últimas décadas. Apesar de ser um mercado de trilhões de dólares globalmente, a literatura existente não possui grande foco nos fundos (ou *trusts*) de investimento imobiliário, estes com recente interesse dadas as últimas discussões macroeconômicas sobre inflação ao redor do mundo.

Este trabalho buscou realizar a análise deles, estudando sua relação com os mercados de ações e renda fixa, além de os fatores de risco que determinam seus retornos, estendendo uma pequena literatura especializada no tema. Nos Estados Unidos o que se observou é que esses fundos eram mais idiossincráticos por boa parte dos anos 1990, aumentando depois a correlação deles com o mercado de ações ao longo tempo, até seu ápice com o estouro da crise imobiliária de 2008. Depois disso, mesmo com um alfa estatisticamente não diferente de zero, os resultados deste trabalho indicam uma correlação variante ao longo do tempo, o que pode estar relacionado com os ciclos econômicos em escala global. Em relação ao alfa estimado, também é interessante notar diferenças entre os setores dos REITs: setores específicos, como o de hotéis, parecem oferecer um alfa diferente de zero, mesmo quando ações e renda fixa são consideradas ao mesmo tempo.

Um comportamento parecido ocorreu no mercado brasileiro, menor (menos do que trinta bilhões de dólares) e mais jovem (somente algumas poucas décadas, com maior relevância nos últimos anos apenas), para a relação com o mercado de ações. Já a relação com o mercado de renda fixa não é tão relevante, nem no Brasil nem nos Estados Unidos, ainda mais quando se analisa os setores desses ativos de forma separada. Uma diferença interessante entre os dois países é o nível do coeficiente estimado para a influência do mercado de ações nos retornos dos fundos imobiliários: enquanto nos Estados Unidos, os valores estimados ficam próximos a 1, no Brasil eles ficam mais próximos de 0,3, mostrando o menor risco sistemático dos fundos imobiliários brasileiros.

Em relação aos fatores de risco determinantes dos seus retornos, além do fator de mercado, observa-se que principalmente os fatores de tamanho e de valor são significantes, tanto em análises de coeficientes constantes quanto variantes ao longo do tempo. Diferentemente do que se encontra na literatura, o fator *momentum* não foi identificado como significativo neste trabalho. Também é interessante notar que o único que se mantém positivo

ao longo da série é o fator de mercado; os outros fatores, mesmo que estatisticamente significantes, têm influência com sinal variante ao longo dos anos analisados.

A aplicabilidade dos resultados encontrados também foi explorada no âmbito de finanças quantitativas. A principal aplicação neste trabalho foi uma estratégia que explora o valor relativo entre os mercados: calculando os coeficientes lineares ao longo do tempo, é possível computar um valor teórico para o retorno esperado dos REITs. Portanto, quando se compara o retorno esperado e o retorno efetivo desses ativos, pode-se estimar se eles estão relativamente baratos ou relativamente caros, tomando posições de acordo. Com posições contrárias nos mercados de ações e renda fixa, neutraliza-se o beta da estratégia, focando no alfa gerado pela relação encontrada entre os ativos. Isto é, apesar de o prêmio de risco dos REITs não fornecer um alfa estatisticamente diferente de zero, é possível explorar a relação dele com os outros ativos para gerar um alfa sistematicamente lucrativo.

O resultado do *backtest* dessa estratégia de reversão à média nos Estados Unidos foi um índice de Sharpe de 0,4233; um valor maior do que de estratégias simplesmente compradas no S&P 500 ou em REITs, isoladamente. Mesmo após testes de robustez com a técnica de *block bootstrapping*, os resultados da estratégia continuam interessantes, apesar de se mostrarem piores (indicando sobreajustes no desenvolvimento). Isso mostra que a estratégia desenvolvida neste trabalho pode ser considerada por profissionais e acadêmicos relacionados ao tema como alternativa com possível melhor relação entre risco e retorno do que opções mais tradicionais.

Como trabalhos futuros ao estudo realizado, podem ser exploradas medidas de volatilidade estocástica dos ativos de interesse, avaliando seu comportamento variante ao longo do tempo. De maneira diferente ao que foi feito por Asvanunt e Richardson (2017), pode-se utilizar essa métrica para estudo do prêmio de risco do ativo de interesse, bem como diferentes tipos de mensuração do prêmio de risco. Além disso, sempre é possível explorar melhorias na estratégia desenvolvida, tanto em termos de parâmetros quanto na escolha do universo de ativos, além de novas métricas de valor para serem utilizadas, buscando principalmente a redução de possíveis sobreajustes para aumento da robustez dos resultados.

Referências

- AKINSOMI, Omokolade *et al.* Real estate returns predictability revisited: novel evidence from the US REITs market. **Empirical Economics**, v. 51, n. 3, p. 1165-1190, 2016.
- AKTAN, B.; OZTURK, M. Empirical examination of REITs in Turkey: an emerging market perspective. **Journal of Property Investment and Finance**, v. 27, n. 4, p. 373-403, 2009.
- ANDERSON, Randy *et al.* REIT returns and pricing: the small cap value stock factor. **Journal of Property Research**, v. 22, v. 4, p. 267-286, 2005.
- ANG, A.; NABAR, N.; WALD, S. Searching for a common factor in public and private real estate returns. **The Journal of Portfolio Management**, v. 39, p. 120-133, 2013.
- ANZINGER, S. K.; GHOSH, C.; PETROVA, M. The other side of value: the effect of quality on price and return in real estate. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 54, n. 3, p. 429-457, 2017.
- ASNESS, C. S.; FRAZZINI, A.; PEDERSEN, L. H. Quality minus junk. **Review of Accounting Studies**, v. 24, n. 1, p. 34-112, 2019.
- ASNESS, C. S.; MOSKOWITZ, T. J.; PEDERSEN, L. H. Value and momentum everywhere. **The Journal of Finance**, v. 68, n. 3, p. 929-985, 2013.
- ASVANUNT, A.; RICHARDSON, S. The credit risk premium. **The Journal of Fixed Income**, v. 26, n. 3, p. 6-24, 2017.
- BARDHAN, A.; EDELSTEIN, R.; TSANG, D. Global financial integration and real estate security returns. **Real Estate Economics**, v. 36, n. 2, p. 285-311, 2008.
- BIANCHI, D.; GUIDOLIN, M. Can linear predictability models time bull and bear real estate markets? Out-of-sample evidence from REIT portfolios. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 49, n. 1, p. 116-164, 2014.
- BLACK, Fisher; JENSEN, Michael C.; SCHOLES, Myron S. The capital asset pricing model: some empirical tests. In: JENSEN, Michael C. (Ed.). **Studies in the theory of capital markets**. New York: Praeger Publishers Inc., 1972. p. 79-124.
- BOND, S. A.; KAROLYI, G. A.; SANDERS, A. B. International real estate returns: a multifactor, multicountry approach. **Real Estate Economics**, v. 31, n. 3, p. 481-500, 2003.
- BOND, S. A.; XUE, C. The cross section of expected real estate returns: insights from investment-based asset pricing. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 54, n. 3, p. 403-428, 2017.
- BOUDRY, Walter I. *et al.* On the hybrid nature of REITs. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 44, n. 1, p. 230-249, 2012.
- CANNON, S. E.; COLE, R. A. Changes in REIT liquidity 1988–2007: evidence from daily data. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 43, n. 1, p. 258-280, 2011.
- CARHART, M. M. On persistence in mutual fund performance. **The Journal of Finance**, v. 52, n. 1, p. 57-82, 1997.
- CASE, B.; YANG, Y.; YILDIRIM, Y. Dynamic correlations among asset classes: REIT and stock returns. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 44, n. 1, p. 298-318, 2012.
- CAUCHIE, S.; HOESLI, M. Further evidence of the integration of securitized real estate and financial assets. **Journal of Property Research**, v. 23, n. 1, p. 1-38, 2006.

- CEH CASNI, A.; VIZEK, M. Interactions between real estate and equity markets: an investigation of linkages in developed and emerging countries. **Journal of Economics and Finance**, v. 64, n. 2, p. 100-119, 2014.
- CHEN, Su-Jane *et al.* Macroeconomic variables, firm-specific variables and returns to REITs. **Journal of Real Estate Research**, v. 16, n. 3, p. 269-277, 1998.
- CHIANG, Kevin C. H. *et al.* REIT mimicking portfolio analysis. **International Real Estate Review**, v. 9, n. 1, p. 95-111, 2006.
- CHIANG, K. C. H.; LEE, M.-L.; WISEN, C. H. On the time-series properties of real estate investment trust betas. **Real Estate Economics**, v. 33, n. 2, p. 381-396, 2005.
- CHONG, J.; MIFFRE, J.; STEVENSON, S. Conditional correlations and real estate investment trusts. **The Journal of Real Estate Portfolio Management**, v. 15, n. 2, p. 173-184, 2009.
- CHUI, A. C. W.; TITMAN, S.; WEI, K. C. J. The cross section of expected REIT returns. **Real Estate Economics**, v. 31, n. 3, p. 451-479, 2003.
- CLAYTON, J.; MACKINNON, G. The relative importance of stock, bond and real estate factors in explaining REIT returns. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 27, n. 1, p. 39-60, 2003.
- COËN, A.; LECOMTE, P. International listed real estate returns: evidence from the global financial crisis. **Journal of Property Investment and Finance**, v. 37, n. 1, p. 72-91, 2019.
- COTTER, J.; STEVENSON, S. Multivariate modeling of daily REIT volatility. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 32, p. 305-325, 2006.
- COTTER, J.; STEVENSON, S. Uncovering volatility dynamics in daily REIT returns. **The Journal of Real Estate Portfolio Management**, v. 13, n. 2, p. 119-128, 2007.
- DABARA, D. I.; OGUNBA, O. A. The structure, conduct and performance of REITs in emerging markets: empirical evidence from Nigeria. **Journal of African Real Estate Research**, v. 4, n. 2, p. 76-97, 2019.
- DELISLE, R. J.; PRICE, S. M.; SIRMANS, C. F. Pricing of volatility risk in REITs. **The Journal of Real Estate Research**, v. 35, n. 2, p. 223-248, 2013.
- DERWALL, Jeroen *et al.* REIT momentum and the performance of real estate mutual funds. **Financial Analysts Journal**, v. 65, n. 5, p. 24-34, 2009.
- EPRA. EPRA global REIT survey 2020. 2020. 504p.
- EPRA. Global real estate total markets table: total markets table Q2-2021. Jun. 2021. 30p.
- EWING, B. T.; PAYNE, J. E. The response of real estate investment trust returns to macroeconomic shocks. **Journal of Business Research**, v. 58, n. 3, p. 293-300, 2005.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. The cross-section of expected stock returns. **The Journal of Finance**, v. 47, n. 2, p. 427-465, 1992.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. **Journal of Financial Economics**, v. 33, n. 1, p. 3-56, 1993.
- FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. A five-factor asset pricing model. **Journal of Financial Economics**, v. 116, n. 1, p. 1-22, 2015.
- FAMA, E. F.; MACBETH, J. D. Risk, return, and equilibrium: empirical tests. **The Journal of Political Economy**, v. 81, n. 3, p. 607-636, 1973.
- GLASCOCK, J. L.; LU, C.; SO, R. W. Further evidence on the integration of REIT, bond, and stock returns. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 20, n. 2, p. 177-194, 2000.

- GLASCOCK, John L. *et al.* Can investors hold more real estate? Evidence from statistical properties of listed REIT versus non-REIT property companies in the U.S. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 56, n. 2, p. 274-302, 2018.
- GOEBEL, Paul R. *et al.* REIT momentum and characteristic-related REIT returns. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 47, n. 3, p. 564-581, 2013.
- HAMELINK, F.; HOESLI, M. What factors determine international real estate security returns? **Real Estate Economics**, v. 32, n. 3, p. 437-462, 2004.
- HOESLI, M.; OIKARINEN, E. Are REITs real estate? Evidence from international sector level data. **Journal of International Money and Finance**, v. 31, p. 1823-1850, 2012.
- HOESLI, M.; OIKARINEN, E. Are public and private real estate returns and risks the same? **The Journal of Real Estate Portfolio Management**, v. 22, n. 2, p. 179-198, 2016.
- HOESLI, M.; SERRANO, C. Securitized real estate and its link with financial assets and real estate: an international analysis. **Journal of Real Estate Literature**, v. 15, n. 1, p. 59-84, 2007.
- HUANG, M.; WU, C.-C. Economic benefits and determinants of extreme dependences between REIT and stock returns. **Review of Quantitative Finance and Accounting**, v. 44, n. 2, p. 299-327, 2015.
- HUNG, S.-Y. K.; GLASCOCK, J. L. Momentum profitability and market trend: evidence from REITs. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 37, n. 1, p. 51-69, 2008.
- HUNG, S.-Y. K.; GLASCOCK, J. L. Volatilities and momentum returns in real estate investment trusts. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 41, n. 2, p. 126-149, 2010.
- JEGADEESH, N.; TITMAN, S. Returns to buying winners and selling losers: implications for stock market efficiency. **The Journal of Finance**, v. 48, n. 1, p. 65-91, 1993.
- JEGADEESH, N.; TITMAN, S. Profitability of momentum strategies: an evaluation of alternative explanations. **The Journal of Finance**, v. 56, n. 2, p. 699-720, 2001.
- KAROLYI, G. A.; SANDERS, A. B. The variation of economic risk premiums in real estate returns. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 17, n. 3, p. 245-262, 1998.
- KROENCKE, T. A.; SCHINDLER, F.; STEININGER, B. I. The anatomy of public and private real estate return premia. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 56, n. 3, p. 500-523, 2018.
- LEE, S.; STEVENSON, S. The case for REITs in the mixed-asset portfolio in the short and long run. **Journal of Real Estate Portfolio Management**, v. 11, n. 1, p. 55-80, 2005.
- LEE, S.; STEVENSON, S. The substitutability of REITs and value stocks. **Applied Financial Economics**, v. 17, n. 7, p. 541-557, 2007.
- LIN, C. Y.; RAHMAN, H.; YUNG, K. Investor sentiment and REIT returns. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 39, n. 4, p. 450-471, 2009.
- LIN, T. C.; LIN, Z.-H. Are stock and real estate markets integrated? An empirical study of six Asian economies. **Pacific-Basin Finance Journal**, v. 19, n. 5, p. 571-585, 2011.
- LING, D. C.; NARANJO, A. Economic risk factors and commercial real estate returns. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 14, n. 3, p. 283-307, 1997.
- LING, D. C.; NARANJO, A. The integration of commercial real estate markets and stock markets. **Real Estate Economics**, v. 27, n. 3, p. 483-515, 1999.

- LING, D. C.; NARANJO, A. Returns and information transmission dynamics in public and private real estate markets. **Real Estate Economics**, v. 43, n. 1, p. 163-208, 2015.
- LING, D. C.; NARANJO, A.; RYNGAERT, M. D. The predictability of equity REIT returns: time variation and economic significance. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 20, n. 2, p. 117-136, 2000.
- LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. **The Review of Economics and Statistics**, v. 47, n. 1, p. 13-37, 1965.
- LIOW, K. H. Co-movements and correlations across Asian securitized real estate and stock markets. **Real Estate Economics**, v. 40, n. 1, p. 97-129, 2012.
- LIOW, K. H.; ADDAE-DAPAAH, K. Idiosyncratic risk, market risk and correlation dynamics in the US real estate investment trusts. **Journal of Housing Economics**, v. 19, n. 3, p. 205-218, 2010.
- LIOW, K. H.; SCHINDLER, F. An assessment of the relationship between public real estate and stock markets at the local, regional, and global levels. **International Real Estate Review**, v. 17, n. 2, p. 157-202, 2014.
- LIU, X.; LIU, P. The composition of market proxy in REITs risk premium estimation. **The Journal of Real Estate Portfolio Management**, v. 18, n. 1, p. 79-98, 2012.
- MACKINNON, G. H.; AL ZAMAN, A. Real estate for the long term: the effect of return predictability on long-horizon allocations. **Real Estate Economics**, v. 37, n. 1, p. 117-153, 2009.
- MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.
- MARZUKI, M. J. Analysis of the performance and diversification benefits of the South Africa commercial real estate market. **Journal of Real Estate Literature**, v. 26, n. 2, p. 291-311, 2018.
- MARZUKI, M. J.; NEWELL, G. The investment attributes of Mexico REITs as a listed property investment vehicle. **Journal of Property Investment and Finance**, v. 39, n. 4, p. 408-421, 2021.
- MEI, J.; LEE, A. Is there a real estate factor premium? **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 9, n. 2, p. 113-126, 1994.
- MORAWSKI, J.; REHKUGLER, H.; FÜSS, R. The nature of listed real estate companies: property or equity market? **Financial Markets and Portfolio Management**, v. 22, n. 2, p. 101-126, 2008.
- MOSSIN, J. Equilibrium in a capital asset market. **Econometrica**, v. 34, n. 4, p. 768-783, 1966.
- NAJAND, M.; LIN, C. Y.; FITZGERALD, E. The conditional CAPM and time varying risk premium for equity REITs. **Journal of Real Estate Portfolio Management**, v. 12, n. 2, p. 167-176, 2006.
- NEWELL, G. Factors influencing the performance of listed property trusts. **Pacific Rim Property Research Journal**, v. 11, n. 2, p. 211-227, 2005.
- NEWELL, G.; ADAIR, A.; NGUYEN, T. K. The significance and performance of French REITs (SIICs) in a mixed-asset portfolio. **Journal of Property Investment and Finance**, v. 31, n. 6, p. 575-588, 2013.
- NEWELL, G.; MARZUKI, M. J. The significance and performance of UK-REITs in a mixed-asset portfolio. **Journal of European Real Estate Research**, v. 9, n. 2, p. 171-182, 2016.
- NTULI, M.; AKINSOMI, O. An overview of the initial performance of the South African REITs market. **Journal of Real Estate Literature**, v. 25, n. 2, p. 365-388, 2017.
- OOI, J. T. L.; WANG, J.; WEBB, J. R. Idiosyncratic risk and REIT returns. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 38, n. 4, p. 420-442, 2009.
- OOI, J. T. L.; WEBB, J. R.; ZHOU, D. Extrapolation theory and the pricing of REIT stocks. **The Journal of Real Estate Research**, v. 29, n. 1, p. 27-56, 2007.

- PAGLIARI JR., J. L. Another take on real estate's role in mixed-asset portfolio allocations. **Real Estate Economics**, v. 45, n. 1, p. 75-132, 2017.
- PAVLOV, A.; STEINER, E.; WACHTER, S. Macroeconomic risk factors and the role of mispriced credit in the returns from international real estate securities. **Real Estate Economics**, v. 43, n. 1, p. 241-270, 2015.
- PAYNE, J. E. Shocks to macroeconomic state variables and the risk premium of REITs. **Applied Economics Letters**, v. 10, n. 11, p. 671-677, 2003.
- PETERSON, J. D.; HSIEH, C.-H. Do common risk factors in the returns on stocks and bonds explain returns on REITs? **Real Estate Economics**, v. 25, n. 2, p. 321-345, 1997.
- ROLL, R. A critique of the asset pricing theory's tests; part I: on past and potential testability of the theory. **Journal of Financial Economics**, v. 4, n. 2, p. 129-176, 1977.
- ROLL, R.; ROSS, S. A. An empirical investigation of the arbitrage pricing theory. **The Journal of Finance**, v. 35, n. 5, p. 1073-1103, 1980.
- ROSS, S. A. The arbitrage theory of capital asset pricing. **Journal of Economic Theory**, v. 13, p. 341-360, 1976.
- SA-AADU, J.; SHILLING, J.; TIWARI, A. On the portfolio properties of real estate in good times and bad times. **Real Estate Economics**, v. 38, n. 3, p. 529-565, 2010.
- SCHINDLER, F. Correlation structure of real estate markets over time. **Journal of Property Investment and Finance**, v. 27, n. 6, p. 579-592, 2009.
- SERRANO, C.; HOESLI, M. Forecasting EREIT returns. **Journal of Real Estate Portfolio Management**, v. 13, n. 4, p. 293-310, 2007.
- SERRANO, C.; HOESLI, M. Are securitized real estate returns more predictable than stock returns? **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 41, n. 2, p. 170-192, 2010.
- SHARPE, W. F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **The Journal of Finance**, v. 19, n. 3, p. 425-442, 1964.
- SWANSON, Z.; THEIS, J.; CASEY, K. M. REIT risk premium sensitivity and interest rates. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 24, n. 3, p. 319-330, 2002.
- SZUMILO, Nikodem *et al.* The real alternative? A comparison of German real estate returns with bonds and stocks. **Journal of Property Investment and Finance**, v. 36, n. 1, p. 19-31, 2018.
- YANG, J.; ZHOU, Y.; LEUNG, W. K. Asymmetric correlation and volatility dynamics among stock, bond, and securitized real estate markets. **Journal of Real Estate Finance and Economics**, v. 45, n. 2, p. 491-521, 2012.
- YOKOYAMA, K. Y.; NETO, A. S.; DA CUNHA, C. M. P. Brazilian REIT: alternative investment to real estate, stock and bonds. **Revista Brasileira de Finanças**, v. 14, n. 4, p. 523-550, 2016.
- YÜKSEL, S. Aydin *et al.* The impact of the global financial crisis on the co-integration relationship between REIT and stock markets: a dynamic co-integration approach. **International Journal of Economics and Finance**, v. 9, n. 7, p. 86-98, 2017.
- YUNUS, N. Modeling relationships among securitized property markets, stock markets, and macroeconomic variables. **The Journal of Real Estate Research**, v. 34, n. 2, p. 127-156, 2012.