

ÁREA TEMÁTICA: 6. FINANÇAS

EFICIÊNCIA DE FUNDOS DE INVESTIMENTOS IMOBILIÁRIOS BRASILEIROS: EVIDÊNCIAS DE DADOS DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA

RESUMO

Este estudo investiga a eficiência dos fundos de investimento imobiliário (FIIs) no Brasil, utilizando uma abordagem empírica para analisar a variação de desempenho entre os FIIs e com relação ao índice IFIX. Para a análise empírica, utilizou-se os dados abrangentes de 2011 a 2023, com a aplicação da técnica de *Data Envelopment Analysis* (DEA) em conjunto com o modelo de dados em painel com os efeitos fixos, por oferecer caráter inovador em face da maioria dos estudos sobre o tema e permitir uma abordagem mais detalhada, flexível e adaptável às especificidades do setor imobiliário com o intuito de avaliar a estabilidade e a heterogeneidade na eficiência desses fundos. Após os ajustes orientados ao risco, por intermédio dos inputs, através dos resultados obtidos pelos índices de Treynor e Sharpe, observou-se uma distribuição de eficiência mais estável com a indicação de melhorias operacionais significativas. E a possível confirmação desta performance pode ser ilustrada ao identificar que os FIIs, que possuem as classes de ativos ("lajes corporativas" e "shopping"), por demonstrarem uma concentração mais estreita de eficiências, eis que por suas características intrínsecas, normalmente, possuem uma gestão consistente. Além de identificar a atuação significativa da negociabilidade correlacionada a uma menor eficiência e a potencial sensibilidade dos FIIs às flutuações da taxa de câmbio, provavelmente por influência da exposição a investimentos estrangeiros ou a custos associados a transações internacionais. Estes achados têm implicações importantes para investidores e gestores de FIIs, oferecendo insights valiosos para a otimização das estratégias de investimento.

PALAVRAS - CHAVES: REAL ESTATE INVESTMENT FUND; PERFORMANCE MEASURE; EFFICIENCY; DEA; RISK ORIENTED

ABSTRACT

This study investigates the efficiency of real estate investment funds (FIIs) in Brazil, using an empirical approach to analyze the variation in performance among FIIs and in relation to the IFIX index. For the empirical analysis, comprehensive data from 2011 to 2023 were used, with the application of the Data Envelopment Analysis (DEA) technique in conjunction with the panel data model with fixed effects, as it offers an innovative character compared to most studies on the subject and allows a more detailed, flexible and adaptable approach to the specificities of the real estate sector in order to assess the stability and heterogeneity in the efficiency of these funds. After risk-oriented adjustments, through the inputs, through the results obtained by the Treynor and Sharpe indices, a more stable efficiency distribution was observed, indicating significant operational improvements. And the possible confirmation of this performance can be illustrated by identifying that FIIs, which have the asset classes ("corporate slabs" and "shopping malls"), demonstrate a narrower concentration of efficiencies, since due to their intrinsic characteristics, they normally have consistent management. In addition to identifying the significant performance of negotiability correlated with lower efficiency and the potential sensitivity of FIIs to exchange rate fluctuations, probably due to the influence of exposure to foreign investments or costs associated with international transactions. These findings have important implications for investors and managers of FIIs, offering valuable insights for the optimization of investment strategies.

1. INTRODUÇÃO

Os fundos de investimento imobiliários brasileiros (FIIs) são ferramentas de finanças estratégicas essenciais por oferecer uma combinação de acessibilidade, gestão profissional, liquidez, renda passiva e potencial de valorização aos investidores, ao mesmo tempo que contribuem para o desenvolvimento e estabilidade do mercado imobiliário e financeiro do país. A importância dos FIIs reside em sua capacidade de proporcionar benefícios econômicos significativos e oportunidades de investimento diversificadas, tornando-os uma parte vital do portfólio de muitos investidores (MENDES, 2018).

Este estudo demonstra que o índice IFIX (Índice de Fundos de Investimentos Imobiliários da B3), e alguns FIIs muitas vezes conseguem manter uma alta performance ao longo do tempo, demonstrado pelos altos valores de índice de Sharpe, manifestando uma gestão eficaz do trade-off entre o risco e o retorno.

Para o estudo da performance dos FIIs, serão utilizadas as seguintes variáveis: Valor Patrimonial por Ação (VPA), Preço sobre Valor Patrimonial por Ação (P/VPA), Dividendo por Ação, Dividend Yield (Div Yld), Negociabilidade, Volatilidade, Value at Risk percentual (VAR %) e o índice de Sharpe. Além dos dados sobre a composição e a volatilidade do índice IFIX.

Com o intuito de realizar a análise da performance dos FIIs, adotou-se uma medida alternativa de desempenho baseada na Data Envelopment Analysis (DEA) para o cálculo das eficiências anuais dos FIIs, com o modelo de Range Directional Model (RDM) adequado para tratar variáveis negativas, eis que o modelo DEA somente permite dados positivos, a fim de calcular a eficiência de cada FII e do IFIX, com a utilização de insumos (inputs), como volatilidade e VAR %, e de saída (outputs), como os índices de Sharpe e de Treynor, unificando em um valor numérico único (MURTHI, CHOI e DESAI, 1997).

Através dos resultados obtidos pela análise DEA, procedeu-se a ajustes nos inputs dos FIIs, ponderando-os pela eficiência orientada aos inputs, permitindo uma reavaliação da eficiência após ajustes para identificar potenciais melhorias de performance, com intuito de alcançar o retorno ajustado ao risco, ou seja, que atenda o nível de risco que o investidor assume para obter o retorno. Neste estudo, considerou-se como retorno, o índice de Sharpe (excesso de retorno por unidade de risco- desvio padrão) e o índice de Treynor (retorno por unidade de risco sistemático-beta).

Para a comprovação da melhora na eficiência da performance dos FIIs após os ajustes, houve a realização do teste t emparelhados para avaliar a diferença nas médias das eficiências pré e pós-ajustes, e os testes binomiais para avaliarem as mudanças nas proporções de eficiência máxima alcançadas pelos FIIs e pelo IFIX em janelas de tempo consecutivas.

E para a análise do aprimoramento da eficiência dos FIIs através do retorno ajustado ao risco e da influência das variáveis financeiras macroeconômicas, houve a utilização do modelo de regressão em painel com efeitos fixos, onde demonstrou o aprimoramento da eficiência com a perpetuação do tempo e a influência de cada variável financeira, que atuaram como variáveis independentes, ajustando os insumos ao passar do tempo.

Este estudo possui caráter inovador para a análise da performance dos FIIs, por avaliar a eficiência dos FIIs de forma individual e agregadas pelo tipo de ativos, e do IFIX, identificando os fatores que influenciam no resultado. Além de analisar o impacto dos ajustes nos inputs, obtidos através da metodologia DEA, e os insights provenientes da modelagem de regressão de dados em painel.

1.1 Problema de pesquisa

O problema de pesquisa deste estudo é identificar e avaliar a eficiência dos Fundos de Investimento Imobiliário (FIIs) brasileiros em termos de performance financeira, considerando o trade-off entre risco e retorno e analisando os fatores intrínsecos e macroeconômicos que influenciam essa eficiência ao longo do tempo.

1.2 Objetivo

O objetivo do estudo é analisar a performance dos FIIs brasileiros utilizando uma medida de desempenho baseada na Data Envelopment Analysis (DEA) em conjunto com modelo em painel com efeitos fixos, para calcular as eficiências anuais dos FIIs. Além disso, o estudo busca avaliar a influência das variáveis financeiras macroeconômicas e intrínsecas sobre a eficiência dos FIIs e do índice IFIX, realizando ajustes nos inputs dos FIIs para identificar potenciais melhorias de performance e alcançar um retorno ajustado ao risco.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste estudo empírico, buscou-se a eficiência do FIIs orientada aos inputs, considerando como retorno, o índice de Sharpe (excesso de retorno por unidade de risco- desvio padrão) e o índice de Treynor (retorno por unidade de risco sistemático-beta). E estes ajustes somente forem possíveis devido aos resultados obtidos pela análise DEA.

A eficiência de gestão é essencial para o sucesso do ajuste do input orientado ao risco, pois é necessária a habilidade dos gestores em maximizar os retornos ajustados ao risco para os investidores, com ênfase na importância da alocação eficiente de ativos imobiliários para otimizar o desempenho financeiro dos fundos. (GELTNER e MILLER, 2013)

Todavia, em relação aos métodos quantitativos para a análise e a confirmação da eficiência do FIIs, há divergência entre os autores, como Lo (2002), que estimula métodos econométricos avançados para medir a eficiência de mercado e de informação, com foco em diferentes metodologias de avaliação de eficiência em FIIs. Há autores que enfatizam mais os princípios de gestão financeira corporativa para o sucesso da performance do FIIs (BREALEY e MYERS, 2020).

Houve a utilização de DEA, para a análise de risco e retorno na avaliação de eficiência dos FIIs, representando uma abordagem robusta e quantitativa para comparar o desempenho de diferentes fundos. A revisão da literatura destaca como essa técnica pode ser aplicada para avaliar tanto a eficiência de gestão quanto a eficiência de alocação de ativos dentro dos fundos, evidenciando a aplicabilidade da DEA em diversos contextos, oferecendo insights valiosos para gestores de fundos, investidores e pesquisadores interessados na otimização de portfólios e na maximização de retornos ajustados ao risco no mercado imobiliário. (GELTNER e MILLER, 2013; RIDDIOUGH, 2005).

3. METODOLOGIA

3.1 Índice de Sharpe e do Índice de Treynor

As medidas de índice de Sharpe e índice de Treynor são ferramentas de análise de performance financeira tradicionais, que envolvem risco e retorno. O índice de Sharpe mede o retorno excedente (prêmio pelo risco) do investimento em relação ao seu desvio padrão (volatilidade), tendo eficiência plena e eficaz somente para preferências quadráticas ou distribuições normais (LELAND, 1999), enquanto o índice de Treynor que utiliza o beta β (risco sistemático) em vez do desvio padrão para medir o risco, acaba fornecendo um desempenho instável para fundos neutros ao mercado (HUBNER, 2007).

3.2 Modelo DEA consistente com diversificação

A interpretação do desempenho dos FIs é prejudicada se os índices de Sharpe e de Treynor forem aplicados durante um período de baixa com prêmio de risco *ex-post* negativo, ou seja, após o evento ter ocorrido (*ex-post*), a compensação ou retorno adicional recebido por assumir riscos é menor do que o esperado.

Portanto, com o objetivo de superar as falhas em medir o desempenho dos FIs apenas com os índices de Sharpe e de Treynor, houve a utilização da modelagem DEA, que permite a utilização de múltiplos input e output.

O modelo DEA será projetado com base na estrutura convencional de risco e retorno com a utilização dos fatores de risco (índice de Sharpe e índice de Treynor). Logo, considera-se o retorno médio diário da carteira r como um único produto, além do risco total σ quanto o risco sistemático β como entradas (BASSO e FUNARI, 2001).

3.3 Estimação da eficiência

Este artigo emprega a ideia proposta por Liu et al. (2015). Portanto, os portfólios foram gerados a cada medição de 12 meses, período t .

Estes portfólios foram constituídos por FIs, que compõe o índice IFIX, porém, apesar da composição do índice ser 111 fundos, somente 102 fundos possuem dados suficientes para a análise financeira, e mesmo assim, na falta de algum dado financeiro (valores ausentes- NA), o substituiu pela média específica de cada ativo. Estes fundos são segmentados em oito tipos de ativos, que foram distribuídos conforme ditames da B3 (agencias, hibrido, hotel, lajes corporativas, logística, outros, shoppings e títulos de valores mobiliários). E com os dados de retorno diário para cada este que de componente acima do período t , foi medido o retorno diário r , desvio padrão, σ (medida de dispersão ou variabilidade dos retornos em relação à média) e β (medida da sensibilidade do retorno do portfólio em relação ao retorno do mercado) para cada portfólio amostral. Então, as eficiências são medidas para o índice IFIX e para os oito segmentos dos FIs ao longo dos períodos.

O modelo DEA inflaciona a eficiência do índice IFIX e dos FIs ao não permitir que o modelo utilize efeitos de diversificação, especialmente, em relação aos ativos que compõe os fundos. Portanto, move a fronteira eficiente estimada em direção a fronteira eficiente teórica. E se o portfólio for eficiente, a fronteira de eficiência será uma só.

3.4 Índice IFIX

O índice IFIX da B3 da IBOVESPA representa o indicador de desempenho dos FIs na B3. Embora o índice englobe os FIs constituídos pelos oito segmentos de

ativos, ele não é negociado no mercado de ações, mas reflete as tendências de mercado, auxiliando no planejamento estratégico por permitir uma análise comparativa eficaz dos FIs.

3.5 Dados

Os dados foram coletados para todos FIs nas bases da Economatica e da B3, especialmente, para os fundos que compõem o índice IFIX, entre os anos de 2011 a 2023, eis que 2012 foi a data de fundação do índice IFIX da B3 da Bolsa de Valores de São Paulo.

Vale ressaltar que há 111 FIs que compõem o IFIX, porém não há dados financeiros suficientes para ser estaticamente significativo na análise, ou seja, no mínimo três anos. Portanto, foi realizada a análise da performance financeira com 102 (FIs) , ao longo de 12 períodos, totalizando 1224 observações. Além disso, na falta de algum dado financeiro (valores ausentes- NA), houve a sua substituição pela média específica do ativo.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Performance ajustada ao risco através da metodologia DEA

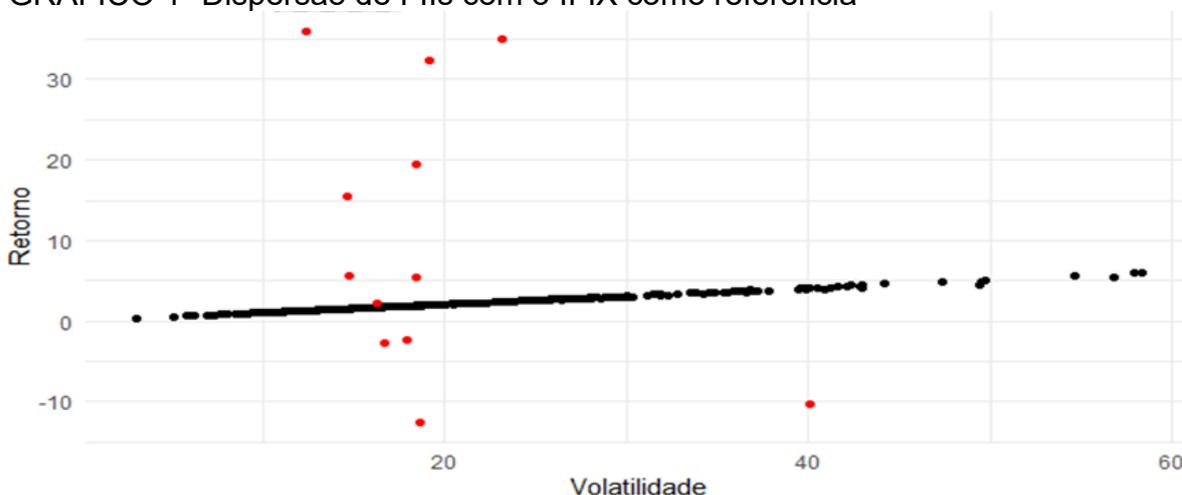
O gráfico 1 de dispersão apresenta uma visualização intuitiva da relação entre o retorno e a volatilidade dos FIs que compõem o índice IFIX, servindo este também como ponto de referência, aqui representado pela cor vermelha.

Através da análise do gráfico, pode-se notar uma concentração de FIs com volatilidades relativamente baixas e retornos que variam, mas que, na maior parte, mantêm-se próximos a zero ou ligeiramente positivos. Esta observação corrobora a análise de resultado anterior, onde a eficiência dos FIs, medida pelo Índice de Sharpe, indica uma performance ajustada ao risco favorável para muitos fundos. Entretanto, o gráfico também revela a existência de outliers, identificados pelos pontos mais afastados da concentração central, que demonstram retornos tanto significativamente positivos quanto negativos para níveis de volatilidade semelhantes.

A presença dos pontos em vermelho, que indicam a performance do IFIX, oferece uma comparação direta entre o desempenho de cada FI individual e o índice de referência do mercado. Observa-se que o IFIX, embora apresente uma volatilidade maior, não necessariamente proporciona os maiores retornos, sugerindo que investir em certos FIs pode oferecer uma relação de retorno-volatilidade mais atraente.

Além disso, o gráfico aponta para a existência de FIs que apresentam retornos excepcionalmente altos, porém acompanhados de uma volatilidade mais elevada, ressaltando o trade-off entre risco e retorno. Por outro lado, há fundos que, apesar de apresentarem volatilidade baixa, acompanham-se de retornos negativos, reforçando a importância de uma análise criteriosa das estratégias e dos ativos subjacentes dos FIs.

GRÁFICO 1- Dispersão de FIs com o IFIX como referência



Fonte: autores (2024)

A correlação encontrada entre os retornos dos FIs e a variação anual nominal do IFIX foi de $-0,09$, indicando uma relação negativa muito fraca entre as duas variáveis. Esta correlação quase nula sugere que, em média, não há uma associação significativa entre o desempenho dos FIs individuais e o desempenho do índice IFIX ao longo do período analisado.

A implicação mais ampla desse resultado é que os FIs operam com uma dinâmica própria, que pode ser influenciada por uma variedade de fatores idiossincráticos, incluindo, mas não limitado a gestão do fundo, tipos de ativos investidos, localizações geográficas e estratégias de financiamento. A ponto de demonstrar que os FIs podem oferecer benefícios de diversificação dentro de um portfólio de investimentos, pois eles não seguem estritamente os movimentos do mercado mais amplo.

A tabela 1 fornece uma visão detalhada das eficiências dos FIs calculadas pelo modelo DEA para cada ano de 2012 a 2023. Nela, verifica-se que a média das eficiências apresenta uma leve tendência decrescente ao longo dos anos, podendo indicar um ambiente de mercado cada vez mais desafiador ou uma crescente concorrência dentro do setor de FIs, exigindo uma gestão mais eficiente ou uma seleção mais criteriosa de ativos. Enquanto a mediana acompanha de perto a média, sugerindo que a distribuição das eficiências não é fortemente distorcida por outliers. Como há consistência relativamente estável entre a média e a mediana ao longo dos anos, é possível apontar que não houve mudanças significativas na dispersão global das eficiências dos FIs, apesar de flutuações anuais.

Além disso, o desvio padrão aumenta em certos anos, por exemplo em 2019, indicando um período de maior heterogeneidade na eficiência dos FIs, o que pode demonstrar uma variação na capacidade dos fundos de gerar retornos ajustados ao risco, possivelmente influenciada por fatores macroeconômicos, mudanças nas taxas de juros ou outras condições de mercado.

A análise reforça a necessidade de vigilância contínua e ajuste estratégico por parte dos gestores de FIs para manter ou melhorar a eficiência operacional, especialmente em um ambiente de mercado que pode estar se tornando progressivamente mais saturado ou desafiador.

TABELA 1- Eficiências dos FIs calculadas pelo modelo DEA

Ano	Média	Mediana	Desvio Padrão
2012	0,463	0,477	0,065
2013	0,465	0,477	0,064
2014	0,467	0,480	0,064
2015	0,469	0,482	0,064
2016	0,465	0,479	0,065
2017	0,465	0,477	0,066
2018	0,459	0,484	0,084
2019	0,406	0,451	0,124
2020	0,486	0,499	0,065
2021	0,455	0,470	0,069
2022	0,452	0,462	0,070
2023	0,443	0,455	0,072

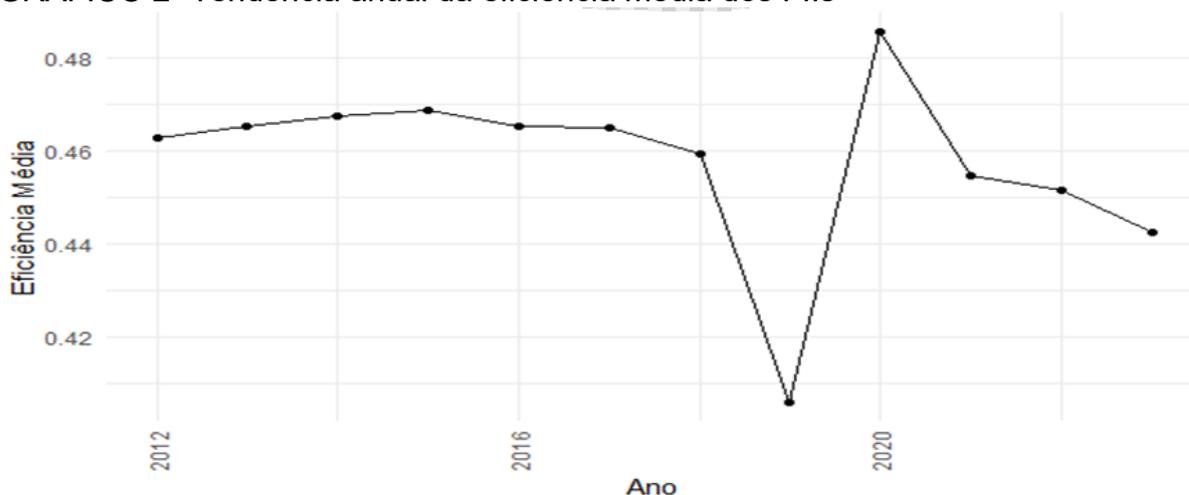
Fonte: autores (2024)

O gráfico 2 mostra a tendência anual da eficiência média dos FIs de 2012 a 2023, refletindo as variações na gestão e performance dos fundos ao longo desse período. A linha temporal começa com uma eficiência média que se mantém relativamente estável nos primeiros anos, sugerindo um período de equilíbrio nas operações dos FIs. Em torno de 2016, há uma diminuição marcante na eficiência média, o que pode indicar uma mudança nas condições de mercado ou uma possível realocação de ativos dentro dos FIs que não se traduziu em um aumento correspondente de eficiência.

Após esta queda, há uma recuperação acentuada seguida por uma volatilidade significativa, alcançando um pico, que pode ser o resultado de um evento específico ou um conjunto de condições que temporariamente melhoraram a eficiência dos FIs, como uma bolha de mercado imobiliário, uma mudança regulatória favorável ou uma reestruturação setorial, antes de retornar a um declínio. Todavia, a reversão subsequente sugere que essa melhoria não foi sustentável a longo prazo, levando a uma redução na eficiência média posteriormente.

Ao considerar esse gráfico no contexto dos resultados discutidos anteriormente, verifica-se uma correlação quase nula entre os retornos dos FIs e o IFIX e uma variação na performance ajustada ao risco medida pelos índices de Sharpe e de Treynor, sendo possível ressaltar a influência da eficiência operacional dos FIs por uma variedade de fatores internos e externos, que não necessariamente está interligado índice do mercado mais amplo (IFIX).

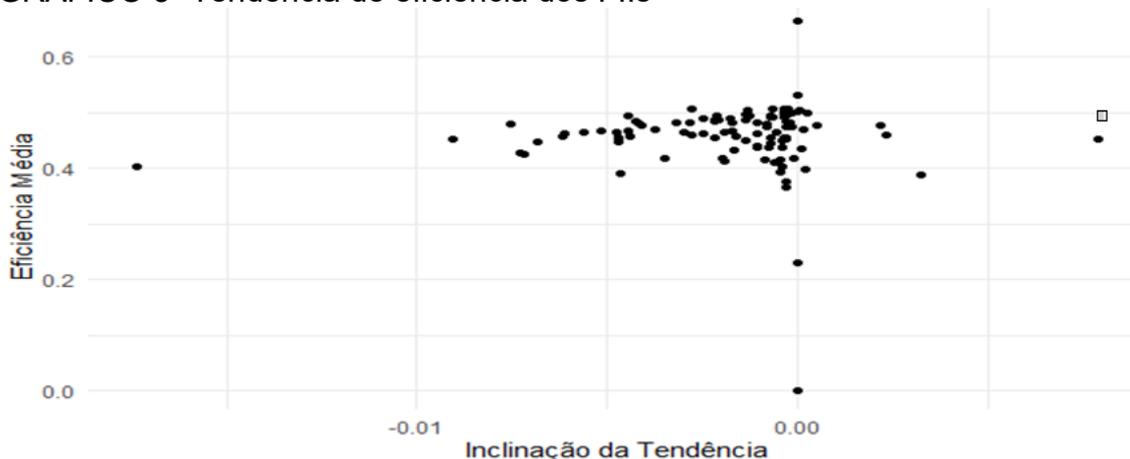
GRÁFICO 2- Tendência anual da eficiência média dos FIs



Fonte: autores (2024)

O gráfico 3 mostra as tendências de eficiência dos FIs, analisadas através do modelo DEA. Há exibição de uma gama de inclinações de tendência em torno de zero, apontando que enquanto muitos FIs permaneceram estáveis em termos de eficiência ao longo do tempo, outros experimentaram variações mais notáveis. Os pontos agrupados mais próximos ao eixo horizontal indicam um maior número de FIs cuja eficiência não mostrou grandes mudanças ao longo do tempo, enquanto aqueles mais distantes do eixo refletem mudanças mais extremas, tanto positivas quanto negativas, ilustrando a complexidade e a dinâmica do mercado imobiliário, onde fatores externos e decisões de gestão interna podem impactar fortemente o desempenho dos fundos.

GRÁFICO 3- Tendência de eficiência dos FIs

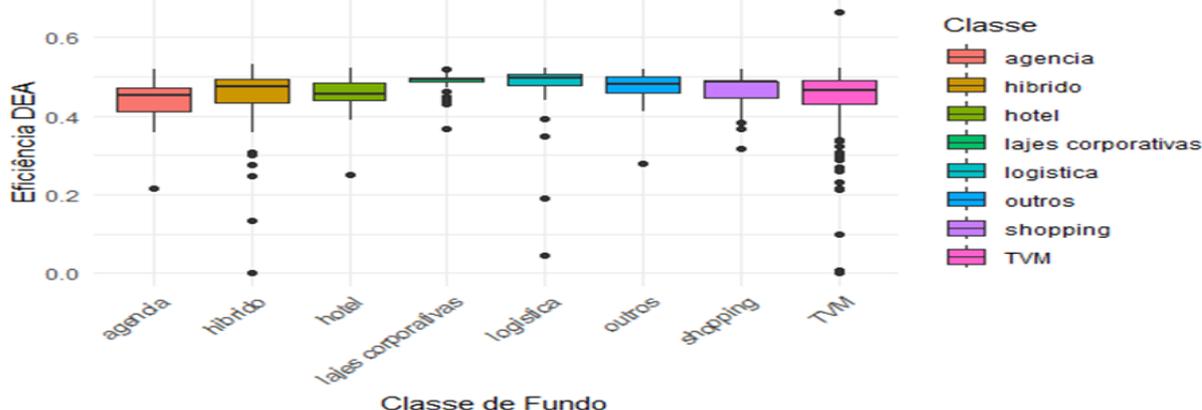


Fonte: Autores (2024)

O gráfico (4) de Boxplots exibido ilustra a eficiência dos FIs segmentados por sua classe de ativo, oferecendo uma visão comparativa detalhada da eficiência operacional e de investimento de diferentes tipos de FIs. Verifica-se que a mediana da eficiência varia sutilmente entre as diferentes classes de ativos, sendo possível demonstrar que não há disparidades extremas na eficiência média entre elas. Todavia, há variações notáveis dentro de cada classe, como ilustrado pelo comprimento das caixas e pela presença de outliers, refletindo a especificidade do setor, juntamente com as características intrínsecas dos ativos, ao procurar oportunidades de investimento ou ao avaliar o desempenho do fundo.

Destaca-se as classes de ativos "lajes corporativas" e "shopping" por demonstrarem uma concentração mais estreita de eficiências, sugerindo uma consistência na gestão ou uma resposta coletiva a condições de mercado. Logo, pode indicar práticas de gestão ou estratégias de investimento comuns que resultam em níveis de eficiência semelhantes dentro dessas classes de FIs.

GRÁFICO 4- Eficiência dos FIs por Classe de Fundo



Fonte: Autores (2024)

A tabela 2 mostra as eficiências anuais do índice IFIX em comparação com as médias anuais das eficiências dos FIs na tabela 1, ilustrando uma disparidade notável em alguns aspectos. Por exemplo: o índice IFIX apresenta flutuações acentuadas em sua eficiência ao longo dos anos, com valores que variam de 0,00 a 0,2829 (consideravelmente alta em 2012).

Destaca-se que, embora o IFIX possa oferecer uma representação abrangente do mercado, a eficiência individual dos FIs (Tabela 1) não é necessariamente refletida no índice, eis que quando o IFIX mostrou eficiência zero, a média dos FIs permaneceu acima de zero, o que indica que mesmo em tempos desafiadores para o mercado, alguns FIs conseguiram manter uma certa eficiência em suas operações e estratégias de investimento.

A média das eficiências dos FIs mostra uma diminuição gradual ao longo do tempo, especialmente a partir de 2019, podendo sugerir um ambiente de mercado em mudança ou um aumento na competição e desafios para os gestores dos FIs.

TABELA 2- Eficiências Anuais do Índice IFIX

Ano	Eficiência
2012	0,2829
2013	0,0000
2014	0,0479
2015	0,0947
2016	0,2177
2017	0,1567
2018	0,0570
2019	0,0000
2020	0,0000
2021	0,0569
2022	0,0644
2023	0,0784
2024	0,0000

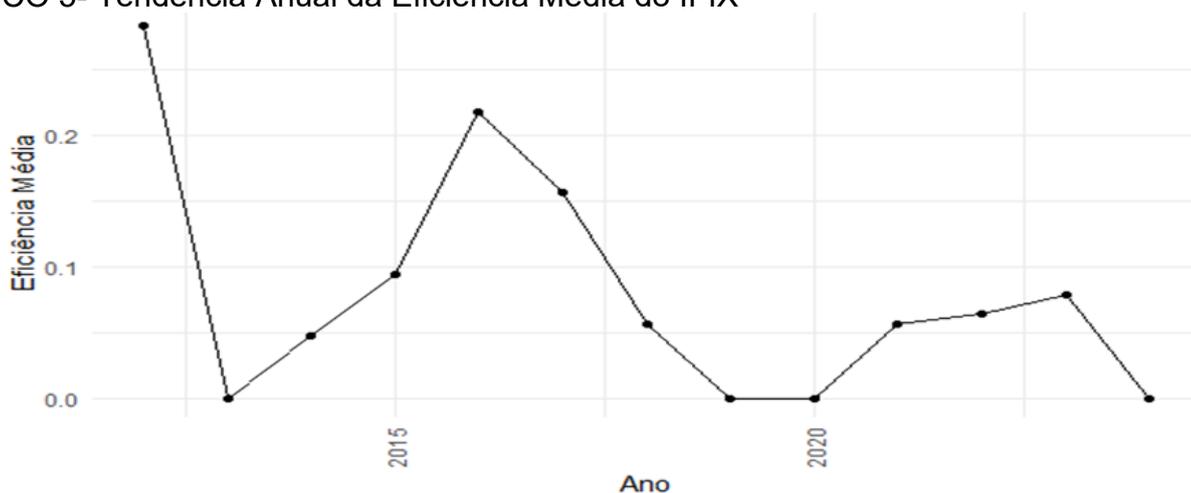
Fonte: Autores (2024)

O gráfico 5 mostra a tendência anual da eficiência média do IFIX, e ao comparar com a tendência anual dos FIs (gráfico 2), verifica-se um contraste nas flutuações e consistências das eficiências nos últimos tempos. Ele revela uma volatilidade significativa na eficiência durante os anos, com picos e vales acentuados, o que sugere períodos de altos e baixos no desempenho relativo do índice.

O gráfico da eficiência dos FIs (gráfico 2) mostra uma tendência mais estável e consistente até aproximadamente 2019, momento em que ocorre uma queda acentuada seguida de um pico. Esta queda pode estar relacionada com fatores externos que impactaram o mercado imobiliário ou internos específicos aos FIs. O subsequente pico na eficiência dos FIs sugere uma recuperação ou ajuste positivo, mas que não foi sustentado nos anos subsequentes.

A diferença na volatilidade entre o índice IFIX e os FIs pode ser interpretada como uma evidência de que os FIs têm potencial para gerenciar e mitigar riscos de forma mais eficaz do que o índice global. Enquanto o IFIX reflete o comportamento agregado do mercado, os gestores de FIs e as características intrínsecas de seus ativos podem permitir estratégias que os protegem condições não favoráveis de mercado, garantindo uma performance gradual e estável do fundo de investimento.

GRÁFICO 5- Tendência Anual da Eficiência Média do IFIX



Fonte: Autores (2024)

A tabela 3 ilustra a performance dos FIs orientados aos inputs, destacando mudanças na eficiência refletida nos valores de média e mediana. Após o ajuste dos inputs em relação aos valores anteriores, a média das eficiências parece ter aumentado levemente em alguns anos e diminuído em outros, mas a variação é bastante sutil. Por exemplo, em 2012 a média antes do ajuste era 0,463 e pós-ajuste é 0,477. Em 2023, vemos uma mudança da média de 0,443 para 0,479. Todavia, a mediana apresentou variações modestas, mantendo-se próxima da média, ou seja, a distribuição das eficiências permanece relativamente simétrica e não há uma mudança significativa na distribuição dos dados após os ajustes.

Os ajustes de input permitiram uma distribuição de eficiência mais estável e menos dispersa em alguns anos, demonstrando que os FIs que operavam com eficiências mais baixas, se beneficiaram mais dos ajustes, potencialmente alinhando-os mais de perto com as práticas dos fundos mais eficientes.

TABELA 3- Performance dos FIs orientados aos Inputs

Ano	Média	Mediana	Desvio Padrão
2012	0,477	0,488	0,064
2013	0,480	0,488	0,062
2014	0,483	0,492	0,062
2015	0,484	0,492	0,062
2016	0,480	0,491	0,063
2017	0,481	0,491	0,064
2018	0,486	0,493	0,062
2019	0,425	0,481	0,123
2020	0,494	0,503	0,062
2021	0,485	0,494	0,064
2022	0,488	0,501	0,063
2023	0,479	0,490	0,068

FONTE: Autores (2024)

A tabela 4 mostra os resultados do teste t emparelhado, onde há indicação da significância estatística nas mudanças das eficiências dos FIs para todos os anos analisados. Com valores de t negativos e p-valores igual a zero (ou muito próximos), podemos rejeitar a hipótese nula de que não há diferença entre as eficiências dos FIs antes e depois dos ajustes. Logo, os ajustes realizados são estatisticamente significativos e têm um impacto na eficiência dos FIs.

A presença de valores de t negativos, em toda a série temporal, aponta como as eficiências médias após os ajustes são consistentemente menores do que antes dos ajustes. Todavia, deve-se considerar a direção negativa do valor de t como uma função da ordem dos termos na fórmula do teste t e não uma indicação de que a eficiência "piorou". Pelo contrário, de acordo com a abordagem de DEA orientada a inputs, um valor menor na eficiência após ajustes implica que haverá menos inputs "excedentes" (característica de melhoria).

Os p-valores ajustados reforçam essas conclusões, mantendo a significância estatística mesmo após a correção para múltiplos testes, que significa um procedimento conservador, onde há o controle da taxa de erro familiar em testes múltiplos.

Devido aos resultados do teste t serem significativos, eles validam os ajustes realizados como estatisticamente robustos e indicam que os ajustes realizados nos inputs dos FIs—provavelmente na gestão de risco e estratégias de investimento—têm potencial para melhorar a eficiência operacional e financeira dos FIs. Para os investidores, pode ser um sinal encorajador para a gestão ativa e para as estratégias de melhoria contínua dos FIs, pois refletem em resultados mensuráveis. E para os gestores de fundos, eis que confirma a importância de monitorar e ajustar continuamente os inputs para maximizar a eficiência e, por extensão, gerar valor para os fundos.

Esta evidência estatística dá suporte a uma abordagem de gestão rigorosa e adaptativa no setor de FIs, onde a análise de eficiência e os ajustes subsequentes são utilizados como ferramentas para a melhoria contínua. Ao incorporar esses resultados na pesquisa, é possível argumentar que tais ajustes, quando implementados efetivamente, podem levar a uma melhor performance e a uma maior competitividade no mercado de FIs.

TABELA 4- Resultados do Teste t Emparelhado

Ano	Estatística t	Valor-p	Valor-p ajustado
2012	-5,660	0,000	0,000
2013	-5,910	0,000	0,000
2014	-5,920	0,000	0,000
2015	-6,080	0,000	0,000
2016	-5,690	0,000	0,000
2017	-5,830	0,000	0,000
2018	-5,910	0,000	0,000
2019	-4,760	0,000	0,000
2020	-3,780	0,000	0,003
2021	-8,450	0,000	0,000
2022	-10,300	0,000	0,000
2023	-9,380	0,000	0,000

Fonte: Autores (2024)

A tabela 5 apresenta valores-p iguais a 1 para os testes binomiais realizados tanto para os FIIs quanto para o IFIX. Logo, as eficiências não demonstraram uma tendência significativa de aumento ou diminuição ao longo das janelas de tempo consecutivas estabelecidas pelo tamanho da janela do teste (neste caso, 3 anos), mantendo-se estáveis ao longo do tempo, pelo menos em face da eficiência máxima. Estes testes binomiais pode apontar que os resultados tendem para uma consistência no desempenho em alcançar uma eficiência máxima ao longo do tempo, o que seria consistente com a estabilidade geral observada nos resultados de eficiência DEA.

TABELA 5- Valores-p iguais a 1 para os Testes Binomiais

Ano	Valor-p para FIIs	Valor-p para IFIX
2012	1,000	1,000
2013	1,000	1,000
2014	1,000	1,000
2015	1,000	1,000
2016	1,000	1,000
2017	1,000	1,000
2018	1,000	1,000
2019	1,000	1,000
2020	1,000	1,000

Fonte: Autores (2024)

4.2 Modelo em painel de efeitos fixos- relações entre as variáveis financeiras

A tabela 6 apresenta os resultados do modelo de painel de efeitos fixos que analisa a relação entre várias variáveis financeiras explicativas sobre a eficiência dos FIIs. Para estudar esta relação utilizamos o modelo de regressão linear dado pela equação abaixo:

$$Y_{ef} = \beta_1 VPA + \beta_2 \text{ Divid por Ação} + \beta_3 \text{ Div Yld} + \beta_4 \text{ Negociabilidade} + \beta_5 \text{ Volatilidade} + \beta_6 \text{ VAR\%} + \beta_7 \text{ Sharpe} + \beta_8 \text{ Taxa de Câmbio} + \beta_9 \text{ INCC} + \beta_{10} \text{ SELIC} + \epsilon_i$$

No qual, Y_{ef} é a variável dependente do modelo, sendo o retorno referente à eficiência dos FIIs. As outras variáveis independentes explicativas são: Valor Patrimonial por Ação (VPA), a razão Preço sobre VPA (P/VPA), Dividendo por Ação, Dividend Yield (Div Yld), Negociabilidade, Volatilidade, VAR % e índice de Sharpe, além de variáveis macroeconômicas como a Taxa de Câmbio, o INCC e a taxa SELIC.

No modelo em painel desse estudo, a SELIC também foi utilizada como taxa livre de risco e o retorno de mercado igual ao retorno do índice IBOVESPA.

As métricas comumente utilizadas para avaliar a performance de FII's, como VPA, P/VPA, Dividendo por Ação e Dividend Yield, não demonstraram uma associação estatisticamente significativa com a eficiência dos FII's. Todavia, a negociabilidade apresentou um impacto negativo e estatisticamente significativo na eficiência dos FII's, apontando que uma maior negociabilidade pode estar correlacionada com uma menor eficiência, a ponto de sugerir que o foco em práticas de gestão interna, como a otimização de estratégias de investimento e a gestão de riscos, e as características intrínsecas dos ativos que interferem na negociabilidade

Em relação à taxa de câmbio, ela se aproximou da significância estatística, demonstrando uma possível influência negativa sobre a eficiência dos FII's, apontando para potencial sensibilidade às flutuações cambiais.

TABELA 6- Resultados do Modelo de Painel de Efeitos Fixos

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Valor de t	Valor-p
VPA	0,037	0,041	0,902	0,367
P/VPA	0,012	0,016	0,753	0,452
Divid por Ação	0,001	0,015	0,089	0,929
Div Yld	-0,013	0,020	-0,614	0,539
Negociabilidade	-0,035	0,012	-2,843	0,005**
Volatilidade	0,000	0,256	0,000	1,000
VAR %	-0,014	0,258	-0,055	0,956
Sharpe	-0,008	0,013	-0,614	0,540
Taxa_Cambio	-0,047	0,027	-1,719	0,086.
INCC	0,298	0,491	0,608	0,543
Selic	-1,189	4,885	-0,243	0,808

Fonte: Autores (2024)

5. CONCLUSÃO / CONTRIBUIÇÃO

A análise da eficiência dos Fundos de Investimento Imobiliário brasileiros (FII's), utilizando a técnica de *Data Envelopment Analysis* (DEA) com o modelo *Range Directional Model* (RDM), apresentou resultados importantes sobre a performance ajustada ao risco desses fundos e sua relação com o mercado imobiliário mais amplo, representado pelo índice IFIX. A partir dos dados coletados entre 2011 e 2023, foram observadas diversas nuances e dinâmicas que destacam a complexidade e a heterogeneidade deste setor.

Os resultados indicam que alguns FII's conseguiram manter uma eficiência elevada ao longo do tempo, refletida em altos valores do Índice de Sharpe, sugerindo uma gestão eficaz do *trade-off* entre risco e retorno. Contudo, outros FII's apresentaram desempenho inferior, ressaltando a necessidade de uma análise individualizada ao selecionar fundos para investimentos.

O estudo demonstrou que a eficiência dos FII's, em termos de retorno ajustado ao risco, pode variar significativamente devido aos fatores internos de gestão e às estratégias específicas de investimento, como as características intrínsecas dos ativos que interferem na negociabilidade do fundo, mais do que as condições macroeconômicas amplas.

A correlação muito fraca entre os retornos dos FII's e o IFIX (-0,09) sugere que os movimentos do índice de mercado não são preditivos do desempenho dos fundos individuais, indicando que os FII's operam com dinâmicas próprias, muitas vezes descoladas das tendências gerais do mercado, o que pode oferecer benefícios de

diversificação para os investidores. Este aspecto é essencial para gestores e investidores, pois sublinha a importância de uma abordagem de investimento criteriosa e diversificada, que supera uma simples análise do índice de referência.

Os ajustes de eficiência orientados aos *inputs*, bem como os testes estatísticos subsequentes, demonstraram uma melhoria estatisticamente significativa nas eficiências dos FIs, reforçando a relevância de uma gestão ativa e de ajustes contínuos para otimização das operações. Portanto, esses resultados são encorajadores, pois aponta que melhorias na gestão e nas estratégias de investimento poderão levar a uma performance mais eficiente e competitiva no setor.

Adicionalmente, a análise de um modelo de painel com efeitos fixos revela que as variáveis financeiras tradicionais, como VPA, P/VPA e *Dividend Yield*, não têm uma relação estatisticamente significativa com a eficiência dos FIs. Todavia, a negociabilidade teve um impacto negativo significativo, indicando que fundos com maior volume de negociação podem enfrentar desafios maiores na manutenção da eficiência.

A pesquisa destaca que a eficiência dos FIs não é determinada apenas por métricas financeiras tradicionais ou pelo ambiente macroeconômico, mas também por fatores peculiares e estratégicos de gestão, e das características intrínsecas dos ativos que interferem na negociabilidade, como por exemplo, ativos bem localizados, com rendimentos estáveis e boa liquidez no mercado secundário. Logo, para investidores e gestores que visam fundos de investimento imobiliários com melhores performances, é necessária uma análise detalhada e contínua dos fundos de investimentos (FIs), considerando uma abordagem holística que integra diversas dimensões de desempenho e gestão.

Estas conclusões podem servir como base para futuras estratégias de investimento e para a formulação de políticas de gestão que visem a melhoria contínua da eficiência e da competitividade dos FIs no mercado imobiliário brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSO, A.; FUNARI, S. **A data envelopment analysis approach to measure the mutual fund performance.** European Journal of Operational Research, v. 135, n. 3, p. 477-492, 2001.

BREALEY, Richard A.; MYERS, Stewart C. **Principles of Corporate Finance.** 12. ed. McGraw-Hill Education, 2020.

GELTNER, David M.; MILLER, Norman G. **Commercial Real Estate Analysis and Investments.** 3. ed. Cengage Learning, 2013.

HUBNER, G. **How do performance measures perform?** The Journal of Portfolio Management, v. 33, n. 4, p. 64-74, 2007.

LELAND, H. E. **Beyond mean-variance: performance measurement in a non-symmetrical world.** Financial Analysts Journal, v. 55, n. 1, p. 27-36, 1999.

LIU, W.; ZHOU, Z.; LIU, D.; XIAO, H. **Estimation of portfolio efficiency via DEA.** Omega, v. 52, p. 107-118, 2015.

LO, Andrew W. **The Econometrics of Financial Markets**. Princeton University Press, 2002

MENDES, R.A. **Fundos de Investimento Imobiliário: Aspectos Gerais e Princípios de Análise**. Editora Novatec, 2018.

MURTHI, B. P. S.; CHOI, Y. K.; DESAI, P. **Efficiency of mutual funds and portfolio performance measurement: a non-parametric approach**. European Journal of Operational Research, v. 98, n. 2, p. 408-418, 1997.

RIDDIOUGH, Tim; YI, H. **Finance, investment and investment performance: Evidence from the REIT sector**. Real Estate Economics, v. 33, p. 203-235, 2005.