

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO ESTRATÉGICA (CEGE) / CEPEAD

Larissa Villela Morais Almeida

**SELEÇÃO DE UMA CARTEIRA DE FUNDOS IMOBILIÁRIOS UTILIZANDO
ANÁLISE DE ENVOLTÓRIA DE DADOS**

Belo Horizonte
2021

Larissa Villela Morais Almeida

**SELEÇÃO DE UMA CARTEIRA DE FUNDOS IMOBILIÁRIOS UTILIZANDO
ANÁLISE DE ENVOLTÓRIA DE DADOS**

Versão Final

Monografia de especialização apresentada ao Curso de Especialização em Gestão Empresarial (CEGE) / CEPEAD da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Gestão Estratégica.

Orientadora: Prof. Dra. Sabrina Amélia de Lima e Silva

Belo Horizonte
2021

Ficha catalográfica

A447s
2021
Almeida, Larissa Villela Morais.
Seleção de uma carteira de fundos imobiliários utilizando
análise de envoltória de dados [manuscrito] / Larissa Villela
Morais Almeida. – 2021.
31 f.

Orientadora: Sabrina Amélia de Lima e Silva
Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas
Gerais, Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração.
Inclui bibliografia.

1. Administração. I. Silva, Sabrina Amélia de Lima e. II.
Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Pós-Graduação
e Pesquisas em Administração. IV. Título.

CDD: 658

Elaborado por Rosilene Santos CRB-6/2527
Biblioteca da FACE/UFMG. – RSS061/2021



Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Ciências Econômicas
Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração
Curso de Especialização em Gestão Estratégica

ATA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO da Senhora **LARISSA VILLELA MORAIS ALMEIDA**, matrícula nº **2018702577**. No dia 26/03/2021 às 18:00 horas, reuniu-se em sala virtual, a Comissão Examinadora de Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, indicada pela Coordenação do Curso de Especialização em Gestão Estratégica - CEGE, para julgar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "SELEÇÃO DE UMA CARTEIRA DE FUNDOS IMOBILIÁRIOS UTILIZANDO ANÁLISE DE ENVOLTÓRIA DE DADOS", requisito para a obtenção do Título de Especialista. Abrindo a sessão, a orientadora e Presidente da Comissão, Sabrina Amélia de Lima e Silva, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares de apresentação do TCC, passou a palavra a aluna para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, seguido das respostas da aluna. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da aluna e do público, para avaliação do TCC, que foi considerado:

APROVADO

NÃO APROVADO

93 pontos (noventa e três pontos) trabalhos com nota maior ou igual a 60 serão considerados aprovados.

O resultado final foi comunicado publicamente a aluna pela orientadora e Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Senhor Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 26/03/2021.

Profª Sabrina Amélia de Lima e Silva
Orientadora



Profª Máris Caroline Gosmann
(UFRGS)



Profº Thierry Faria da Silva Gregorio
(UFF)



RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo montar uma carteira de Fundos de Investimentos Imobiliários eficientes, selecionada através do método de Análise Envoltória de Dados DEA, utilizando dados históricos do período de janeiro a dezembro de 2020. DEA é um método de programação linear utilizado para medir a eficiência relativa de uma unidade com alguns objetivos definidos. As variáveis consideradas relevantes na análise e definidas como *input* do método foram *Dividend Yield* dos últimos 12 meses, vacância física, número de ativos que o fundo tem na carteira e P/VPA. Já os *outputs* selecionados para a análise foram a rentabilidade acumulada e a liquidez da cota. Foi utilizado o modelo *VRS (Variable Return of Scale)* e orientação para *inputs*. Foi feito um ranking de eficiência dos fundos de cada setor. A carteira final selecionada contempla fundos de diferentes setores, classificados como eficientes pelo método.

Palavras-chave: Fundos de Investimentos Imobiliários, DEA, Análise de envoltória de dados

ABSTRACT

The present research aims to assemble a portfolio of efficient Real Estate Investment Funds selected through the Data Envelopment Analysis (DEA) method using historical data from the period from January to December 2020. DEA is a linear programming method used to measure the relative efficiency of a unit with some defined objectives. The variables considered relevant in the analysis and defined as input of the method were the Dividend Yield for the last 12 months, physical vacancy, the number of assets that the fund has in the portfolio, and P / VPA. The outputs selected for the analysis were accumulated profitability and quota liquidity. The VRS (Variable Return of Scale) model and input guidance were used. An efficiency ranking of the funds of each sector was made. The final portfolio selected includes funds from different sectors, classified as efficient by the method.

Keywords: Real Estate Investment Funds, DEA, Data Envelopment Analysis

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3. METODOLOGIA.....	13
4. RESULTADOS	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
ANEXO I – SCRIPT DE A EM LINGUAGEM R	29
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

A economia brasileira vem passando por quedas de juros subsequentes desde outubro de 2016, passando de 14,25% a.a para 2,0% a.a (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2021). Com essa queda da taxa de juros, investimento em renda fixa, que até então eram muito atraentes, deixam de ser tão vantajosos aos investidores, incentivando-os a buscar alternativas mais rentáveis.

No mercado existem diversas alternativas de investimentos com diferentes níveis de risco e, conseqüentemente, de retorno esperado. Um setor que se beneficia com este cenário de juros baixos é o imobiliário. Com oportunidades de financiamentos mais acessíveis, torna-se mais corriqueiro os investimentos em imóveis, o que é vantajoso e lucrativo para os investidores deste setor.

Investimentos diretos em imóveis exigem elevado desembolso de capital. Os fundos de investimento imobiliário são uma alternativa mais acessível ao pequeno investidor, possibilitando o acesso ao setor imobiliário com um valor relativamente baixo e, em muitos casos, possibilitando a diversificação com a participação simultânea em diversos imóveis.

Os fundos de investimento imobiliário (FII's) foram introduzidos no Brasil pela Lei 8.668, promulgada em 25 de junho de 1993. Esta lei estabeleceu a competência concorrente da Comissão de Valores Mobiliários para disciplinar, autorizar e fiscalizar a constituição, o funcionamento e a administração dos FII's. Representam uma forma de captação de recursos por meio de cotas representativas de valores mobiliários de renda variável. Além de ser uma opção para diversificar os investimentos, é uma alternativa para quem deseja receber uma renda regular (as receitas periódicas geradas pelos imóveis do fundo costumam ser distribuídas para os cotistas) e também ganhar com a valorização dos imóveis (aumento no preço dos imóveis do fundo normalmente gera valorização das cotas) (GEARA, 2014).

É um segmento em franca expansão, que pode ser observado pelo volume do patrimônio líquido total desses fundos, que passou de 63 fundos com patrimônio total de R\$2,4 bilhões, em 2005, para 581 fundos com patrimônio total de R\$181 bilhões em janeiro de 2021 (COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS, 2021)

Atualmente existem fundos dedicados a diversas modalidades de imóveis: Centros Logísticos, Hospitais, Lajes Corporativas, Shoppings Centers etc. Mesmo que o setor esteja em crescimento, o percentual de investidores de varejo que aplicam em fundos imobiliários ainda é muito baixo no Brasil. Dentre os fatores que dificultam o acesso a este investimento, está a dificuldade na seleção de bons fundos.

Durante a avaliação de um fundo é importante analisar a rentabilidade, os riscos envolvidos e o preço da cota. Apesar do desempenho dos fundos no passado não significarem garantia de rentabilidade futura, o histórico dos fundos pode revelar a capacidade de gestão dos administradores. Nos FII's há duas possibilidades de rentabilidade: a distribuição dos rendimentos (lucros auferidos) e a valorização da cota. Dois parâmetros podem ser utilizados para avaliar essas rentabilidades: *Dividend Yield* e Rentabilidade acumulada.

Dividend Yield (DY) é a divisão entre o provento pago por um FII e o preço da sua cota. Já a Rentabilidade acumulada é o retorno calculado do FII considerando o DY e a variação do valor da cota em determinado período, que geralmente é um ano.

Santana (2020) detalhou os principais riscos relativos ao investimento em FII's: Liquidez e Vacância. O risco de liquidez é relativo à dificuldade que o investidor poderá enfrentar em vender suas cotas pelo valor de mercado ao decidir realizar o desinvestimento. Uma forma de mitigar o risco de liquidez é verificar o histórico de negociação do FII que se pretender adquirir cotas, geralmente denominado de "Liquidez Diária".

O risco de vacância consiste na dificuldade de se encontrar um locatário para ocupar áreas disponíveis nos imóveis integrantes do patrimônio do FII. A vacância impacta negativamente a receita do fundo pois além de interromper o fluxo de receita decorrente de áreas não ocupadas, gera custos. O risco de vacância pode ser mitigado à medida que o investidor seleciona fundos que tenham em seu portfólio diversos ativos. Além disso, deve-se avaliar a taxa de vacância (que mede a proporção da área não locada de um empreendimento em relação a área total disponível para locação) no momento da seleção.

O terceiro aspecto importante de ser avaliado ao escolher um FII é como está o preço da cota. Um parâmetro que pode ser usado para essa avaliação é o P/VPA (Preço por ação sobre Valor Patrimonial por Ação). Este indicador relaciona o preço do FII com

o valor patrimonial por cota, sendo que este último obtido através da razão entre o patrimônio líquido com as cotas do fundo. Sempre que houver uma razão próxima a um, significa que o valor de mercado por cota se aproxima ao valor contábil por cota. Sua principal vantagem é verificar o ágio/deságio que o mercado impõe sobre o valor contábil da cota, indicando uma previsão futura de resultado. (SILVA, 2010).

Para as pessoas físicas que investem em FII's, a Lei nº 11.033/04 confere a isenção de imposto de renda para os rendimentos distribuídos pelo fundo se cumpridas algumas requisições: fundo com no mínimo 50 quotistas; tenha suas cotas negociadas exclusivamente em bolsa ou mercado de balcão organizado; o investidor pessoa física não pode ter rendimentos que representem mais do que 10% dos lucros percebidos pelo FII ou deter mais do que 10% das cotas do fundo.

Por sua vez, em relação às pessoas jurídicas, tanto os rendimentos como os ganhos de capital, uma vez distribuídos pelos fundos imobiliários (apuração de acordo com o regime de caixa), recairá imposto de renda na fonte, à alíquota de 20%. Vale lembrar que o ganho de capital fruto da alienação das cotas no mercado secundário é tributado à alíquota de 20%.

Como forma de tentar facilitar a análise e seleção de fundos imobiliários a partir de uma gama de opções, esse estudo apresenta a utilização do método de análise de envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*), para a seleção dos fundos mais eficientes dentre os analisados.

A análise envoltória de dados é uma técnica de programação linear que permite avaliar o grau de eficiência produtiva entre várias unidades operativas, denominadas unidades tomadoras de decisão (*Decision Making Units – DMU's*), considerando os recursos de que se dispõe (*inputs*) com os resultados alcançados (*outputs*). O princípio básico é medir e comparar o desempenho das unidades tomadoras de decisão, que realizam tarefas similares, considerando a relação entre insumos (*inputs*) e produtos (*output*).

DEA é um método que exige pouca preparação e padronização dos dados e demonstra flexibilidade para realizar simulações de resultados. (MIZUNO, DUCLÓS, SILVA, & ROCHA, 2011).

A métrica DEA é utilizada para medir a eficiência relativa de uma determinada unidade operativa em relação às demais unidades com alguns objetivos definidos. Os gestores têm interesse em determinar quão a sua unidade é eficiente em relação às demais unidades da organização ou do mercado utilizando recursos semelhantes e objetivos obtidos. A DEA determina quão é eficiente uma determinada unidade operativa em relação às demais convertendo os recursos de entrada e de saída comparáveis. (MIZUNO, DUCLÓS, SILVA, & ROCHA, 2011)

A presente pesquisa tem como objetivo principal a aplicação do modelo de análise envoltória de dados em Fundos de Investimento Imobiliário para determinação dos fundos mais eficientes para o investidor de varejo conforme os critérios apresentados.

Declara-se como objetivos específicos:

- I. Selecionar os principais indicadores que em conjunto sejam capazes de auxiliar na determinação dos fundos mais eficientes.
- II. Criar um ranking de eficiência de fundos por setor e após esta etapa, selecionar os melhores fundos de cada setor para uma nova carteira.
- III. Fornecer aos investidores insumos para seleção de FII apresentando um ranking dos mais eficientes conforme os critérios apresentados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Assaf Neto (2014) define um Fundo de Investimento como um conjunto de recursos monetários, formado com muitos investidores (cotistas), que se destinam à aplicação coletiva em carteira de títulos e valores mobiliários. Os Fundos de Investimento representam grupos de investidores (condomínios) e oferecem a comodidade de administrar seus recursos monetários de maneira profissional, sem necessidade de os participantes dominarem técnicas de análise mais sofisticadas e manter grande fluxo de informações relativas ao mercado de capitais.

Tratando especificamente de fundos imobiliários, Baroni e Bastos (2018) colocam que os FII's possuem uma série de vantagens, das quais muitas não são observadas nos investimentos diretos em imóveis, como por exemplo (i) a facilidade de acesso a imóveis de primeira linha, (ii) possibilidade de investir em imóveis com poucos recursos, (iii) grande possibilidade de diversificação, (iv) simplificação, (v) fracionamento e (vi) liquidez. Historicamente, os brasileiros possuem uma tendência em investimento em imóveis, movidos pelo desejo de geração de renda passiva. Entretanto, ao contrário do investimento direto, os FII's simplificam, desburocratizam e ampliam o acesso à imóveis como forma de renda complementar (BARONI & BASTOS, 2018).

Mugnaini et. al. (2008) afirmaram que há a possibilidade de existirem mecanismos de negociação que possam ser mais lucrativos para o investidor do que a estratégia de simplesmente comprar e guardar cota(s) do(s) fundo(s), fato este que contradiz a teoria de eficiência de mercado. Todavia, para que tal fato aconteça, os fundos adequados deveriam ser selecionados.

Os autores ponderam que a aparente ineficiência de mercado pode ser parcialmente justificada em razão de os gestores dos fundos não utilizarem toda a informação disponível no mercado, ou mesmo não terem acesso à mesma, baseando sua tomada de decisão simplesmente em outros fatores de natureza política ou econômica.

Manganotti (2014) teve como objetivo em sua pesquisa analisar a ocorrência ou não de desempenho anormal dos fundos de investimentos imobiliários do tipo renda, com relação ao mercado financeiro e fazer a comparação do retorno de capital entre os fundos de investimentos imobiliários de renda com os imóveis comerciais convencionais e identificar se há correlação entre esses dois ativos.

Na análise de ocorrência ou não de desempenho anormal dos FII de renda, a autora analisou fundos nos períodos de 36, 24 e 12 meses e concluiu que nos resultados obtidos nos períodos de 36 e 24 meses há ocorrência de desempenho anormal, ou seja, retornos acima do mercado com resultados estatisticamente significativos e quando analisado o período de 12 meses não há ocorrência de desempenho anormal. Além disso, foi possível perceber que o patrimônio líquido e o volume de negociação interferem no retorno mensal dos fundos. Tal conclusão justifica a inclusão destes itens no modelo utilizado neste trabalho.

Em seu estudo, Frade (2015) utiliza-se de Valores Autorregressivos (VAR) com o objetivo de analisar as variações nas taxas de juros em relação ao retorno dos FII's. O autor explorou a relação entre o IFIX e as variações na taxa Selic, observando uma relação negativa entre elas. O trabalho conclui que o IFIX apresenta resposta significativamente negativa ao impulso de uma variação positiva no nível da curva de juros, enquanto não apresenta variação significativa para variações na inclinação.

Waismann (2019) desenvolveu uma ferramenta que busca construir carteiras mensais compostas por FII's segundo a clássica Teoria Moderna de Portfólio, proposta por Markowitz, que estabelece a priorização de fundos com base na relação risco-retorno dos mesmos, estabelecendo uma fronteira eficiente com as melhores carteiras entre janeiro de 2018 e junho de 2019.

Os resultados obtidos pelo autor mostram que comportamentos específicos dos FII's, especialmente o alto coeficiente de correlação entre os fundos, direcionam as carteiras ideais geradas para ganhos pouco representativos comparados com o IFIX, o índice que corresponde ao comportamento dos FII's, embora ainda seja possível utilizar o modelo. Em contrapartida, retornos superiores à alguns FII's conhecidos como FoFs, que investem em outros fundos, puderam ser observados.

Assim como nos trabalhos apresentados neste tópico e dado o cenário de franca expansão dos FII's, há uma necessidade de guiar os investimentos segundo uma metodologia que possa otimizar a alocação do portfólio. Este trabalho tem então o intuito de contribuir na seleção de FII e montagem de carteiras com estes.

3. METODOLOGIA

A pesquisa realizada neste artigo caracteriza-se como descritiva, cujo objetivo é selecionar por meio da DEA, uma carteira de investimentos que é composta por fundos imobiliários com maior eficiência. A pesquisa em questão desenvolve-se como um procedimento racional e sistemático, desenvolvida por meio de conhecimentos disponíveis e utilização de métodos, técnica e procedimentos científicos (GIL, 2010).

Este estudo utilizou o método não-paramétrico de análise envoltória dos dados DEA para fazer a avaliação da eficiência dos fundos imobiliários componentes da amostra.

O método DEA é uma técnica de programação linear que detalha com medidas múltiplas um único modelo integrado. Os inputs são fatores que se buscam a minimização e os outputs são fatores que se buscam a maximização. (COOK & ZHU, 2008)

A produtividade pode ser definida como sendo a relação entre os *outputs* e *inputs* de uma determinada DMU (*Decision Making Unit*), podendo ser entendida como um indicador que mede o quanto uma DMU consegue produzir de resultados com uma determinada quantidade de insumos.

Teles (2018) explica como o método obtém as unidades eficientes: resultando a eficiência produtiva de uma DMU da comparação entre os valores, observado e ótimo, em suas relações *input-output*, através da Equação 1 pode-se calcular a eficiência para uma DMU:

$$Eficiência = \frac{P}{Pmax}$$

Em que:

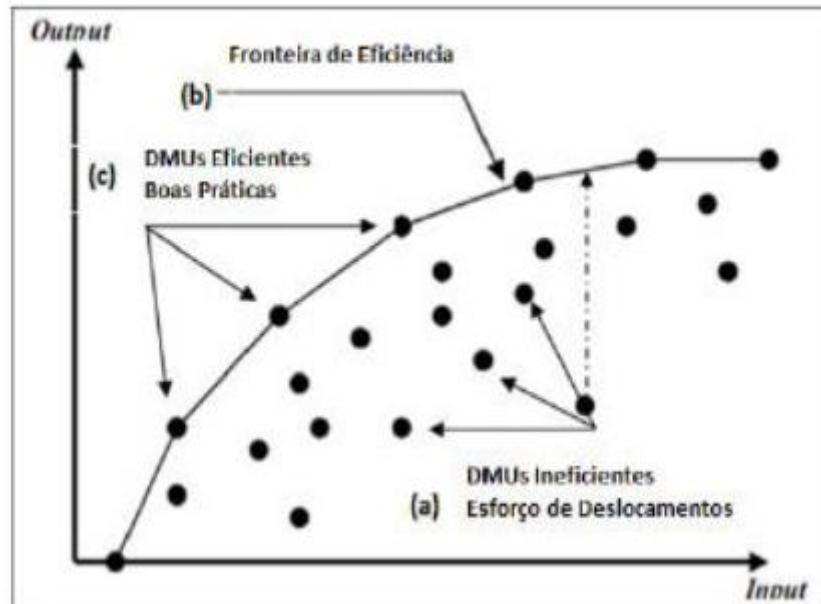
P = Produtividade atual da DMU;

Pmax = Produtividade máxima que pode ser alcançada por essa DMU.

Tendo em vista que as DMU's que apresentam melhor desempenho representam a fronteira de eficiência, é possível estabelecer escores de eficiência ou a distância das DMU's com os piores desempenhos em relação à fronteira de eficiência. Visando à maximização da eficiência de cada DMU não eficiente, o método permite a identificação de *benchmarks* e metas para estas unidades.

Conforme evidenciado na Figura 1, a partir da DEA é possível mensurar o coeficiente de eficiência técnica através da programação linear, isto é, da razão entre os insumos (*inputs*) e os produtos ou resultados (*outputs*) infere-se o coeficiente de eficiência para cada DMU.

Figura 1 - Esquema básico do DEA



Fonte: (TELES, 2018)

Observa-se do esquema básico do método DEA que o eixo X representa *input*, e o eixo Y corresponde ao *output*. Os pontos representados na linha b (chamada fronteira de eficiência) são as DMU's consideradas eficientes de acordo com o modelo, as unidades ineficientes são representadas pelos pontos fora da linha b, ou seja, representa as DMU's que não atingiram escore de 100% de eficiência relativa, portanto, estão fora da fronteira.

Os modelos DEA tradicionais desenvolvidos por Charnes, Cooper e Rhodes (CCR) e Banker, Charnes e Cooper (BCC) são basicamente classificados segundo o retorno de escala assumido na formulação do problema, ou seja, constante (*Constant return to scale* – CCR) ou variável (*Variable return to scale* – VRS). No modelo CCR qualquer variação nos *inputs* produz uma variação proporcional nos *outputs*. Ao passo que no modelo VRS foram incluídos retornos variáveis não proporcionais de escala.

Outras classificações para o modelo DEA são referentes ao tipo de orientação desejada, ou seja, um modelo pode ser orientado a *inputs* ou a *outputs*. Nos modelos orientados para a maximização de *output* o índice é calculado através da máxima

expansão do *output* dado uma quantidade de *input* utilizada. Ao passo que nos modelos orientados para a minimização de *input* a distância é calculada através da máxima redução de *input* para uma mesma produção de *output* (GUERREIRO, 2007).

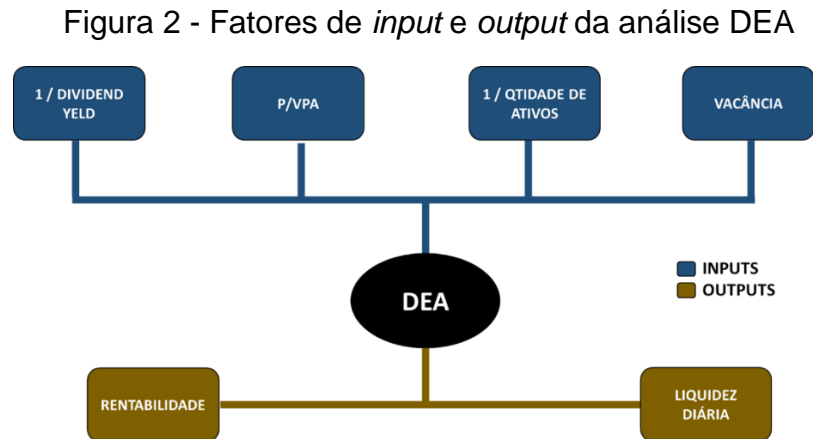
Para a aplicação do método DEA, inicialmente foram identificadas as DMU's e, em seguida, foram selecionados os fatores (*inputs* e *outputs*) necessários a obtenção dos coeficientes indicadores da eficiência. Para evitar distorções relacionadas à ordem de grandeza das variáveis, os valores dos fatores foram normalizados e, por fim, foi escolhido o tipo de modelo mais adequado à análise DEA. O *script* do método DEA em linguagem R utilizado neste trabalho está descrito no Anexo I.

No método DEA, as unidades tomadoras de decisão (DMU's) devem ser unidades homogêneas que utilizem os mesmos insumos, os quais submetem-se a processos semelhantes para produzir resultados igualmente semelhantes. Considerando o objetivo de avaliar a eficiência dos fundos imobiliários, a amostra selecionada para a pesquisa é composta por 109 fundos imobiliários e a base de dados utilizada contém informações obtidas no site *Funds Explorer* do dia 13 de janeiro de 2021 (FUNDS EXPLORER, 2021). Foram considerados na amostra todos os fundos de tijolo disponibilizados nos dados da plataforma *Funds Explorer*, que são compostos por imóveis físicos, visto que os fundos de papel não dispõem de todas as informações selecionadas como relevantes ao modelo. Cada FII da amostra foi considerado como uma DMU.

Para viabilizar a aplicação da DEA é de fundamental importância a seleção dos fatores de entrada (*inputs*) e de saída (*outputs*). Dentre os fatores relevantes para se avaliar fundos imobiliários, foram escolhidos os seguintes fatores:

- a) *Dividend Yield* (DY): considerado como *input*, é média nos últimos 12 meses da divisão entre o provento pago por um FII e o preço da sua cota do fundo.
- b) Vacância física: considerado como *input*, indicador calculado considerando a área vaga do fundo pela área total do fundo
- c) P/VPA: considerado como *input*, indicador calculado considerando o preço da cota sobre o valor patrimonial do fundo.
- d) Quantidade de ativos: também considerado como *input*, quantidade de imóveis ou participação em imóveis do fundo.

- e) Rentabilidade acumulada: considerado como *output*, é o retorno calculado considerando o *Dividend Yield* e a variação da cota, do início do ano até o último mês (na amostra utilizada, valor total relativo à rentabilidade do ano de 2020, de janeiro a dezembro)
- f) Liquidez Diária: considerado como *output*, é a quantidade de negócios realizados no dia anterior.



Fonte: Elaboração da autora (2021)

O método seleciona DMU's que consigam, com os menores valores de inputs, obter os maiores outputs possíveis, como as DMU's mais eficientes. Por isso, as variáveis de *input* foram orientadas para quanto menor seus valores, melhor. E os outputs foram orientados no sentido contrário: quanto maior o valor de *output*, melhor. Por este motivo para as variáveis *Dividend Yield* e Quantidade de ativos foi utilizado o fator inverso.

Selecionados os *inputs* e *outputs* da análise, foi realizado um teste de correlação entre estes a fim de identificar uma possível conexão entre os fatores utilizados que fosse capaz de induzir a resultados distorcidos. A Tabela 1 evidencia os resultados do coeficiente de correlação das variáveis do estudo.

Tabela 1 - Correlação entre os fatores de input e output da análise DEA

	1 / DY	Vacância física	P/VPA	1 / n_ativos	Rentabilidade acumulada	Liquidez Diária
1 / DY	1,00					
Vacância física	0,19	1,00				
P/VPA	0,17	-0,09	1,00			
1 / n_ativos	0,05	0,13	0,32	1,00		

Rentabilidade acumulada	0,22	-0,30	0,42	-0,05	1,00	
Liquidez Diária	-0,10	-0,19	0,17	-0,34	0,11	1,00

Fonte: Elaboração da autora (2021)

Segundo Callegari-Jacques (2003), o coeficiente de correlação é avaliado como fraco ou moderado quando ρ^{\wedge} é menor que 0,6 e forte quando é maior que este valor. A Tabela 1 apresenta ausência de correlação forte entre os fatores utilizados, situação que, se acaso fosse verificada, poderia fazer com que fatores diversos fossem entendidos como um mesmo, de forma que demandaria o afastamento de algum deles da modelagem (TELES, 2018).

Os modelos DEA não são capazes de completar uma análise com números negativos e todos os números devem ser não negativos (BOWLING, 2018). No entanto, a variável Rentabilidade acumulada apresenta valores negativos na amostra. Além disso, as variáveis consideradas na análise apresentam ordem de grandeza muito diferentes entre si, o que pode enviesar os resultados do modelo (JENKINS & ANDERSON, 2003). Por conta disso, foi necessário fazer a normalização das variáveis. Com a normalização, a variação dos valores de cada variável fica entre 0 e 1.

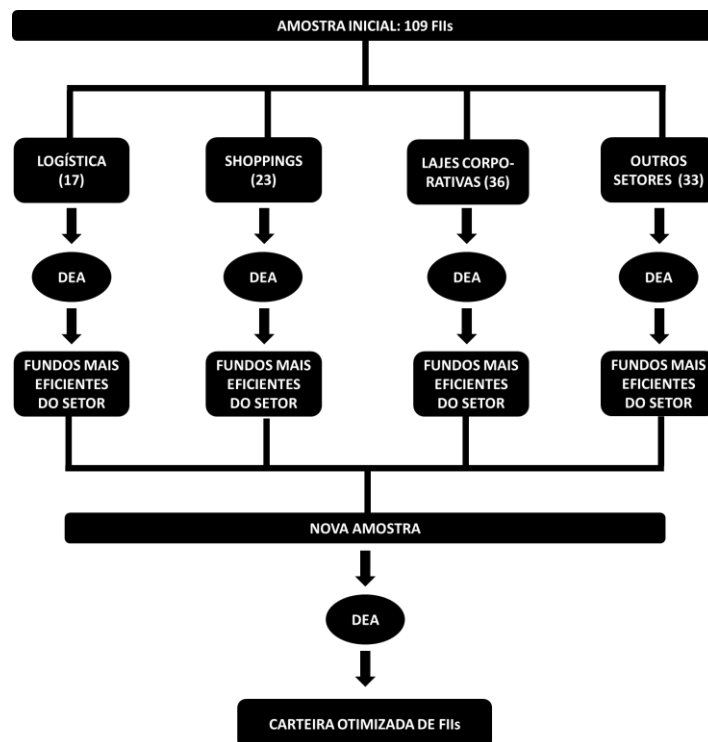
$$X_{normalizado} = \frac{X - X_{min}}{X_{máx} - X_{min}}$$

A literatura apresenta dois modelos clássicos que são aplicados na análise envoltória de dados: o modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes), que apresenta o cálculo a partir de Retornos Constantes de Escala porque pressupõe uma proporcionalidade entre inputs e outputs; e o modelo BCC (Banker, Charnes e Cooper), que apresenta o cálculo a partir de Retornos Variáveis de Escala porque a aplicação não há proporcionalidade entre inputs e outputs. No caso desse artigo, fundos imobiliários com mesmos níveis de inputs podem apresentar níveis de outputs diferentes e não proporcionais. Deste modo, o modelo DEA mais apropriado é o BCC.

Além da definição do modelo, é necessário definir se o foco é nos insumos ou nos resultados. Considerando que as variáveis de insumos (quantidade de ativos, *Dividend Yield* e vacância) são fatores diretamente dependentes do gestor, ao passo que os outputs (liquidez e rentabilidade) são fatores considerados indiretamente dependentes da gestão, foi utilizado o foco nos insumos.

Durante a análise, os FII's da amostra inicial foram separados em 4 grupos, de acordo com os setores dos ativos que compõe o fundo: Logística (17 fundos), Shoppings (23 fundos), Lajes Corporativas (36 fundos) e outros setores (33 fundos). Essa divisão foi feita para que não houvesse a possibilidade de um setor estar apresentando resultados melhores que os demais no período analisado e a carteira otimizada ser composta de fundos de somente um setor. Conhecida a importância da diversificação para minimizar os riscos da carteira, foram otimizados, primeiramente, os fundos de cada um desses 4 grupos e foram selecionados os fundos mais eficientes, para compor uma nova amostra, a ser otimizada para a carteira eficiente final apresentada. Foi elaborada uma representação esquemática, apresentada na Figura 3, do processo utilizado para obtenção da carteira final de FII's eficiente.

Figura 3 - Representação esquemática do processo utilizado para obtenção da carteira de FII's eficiente



Fonte: Elaboração da autora (2021)

4. RESULTADOS

Foram analisados 109 Fundos Imobiliários. As análises foram realizadas separadamente por setores. O primeiro setor analisado foi o de Shoppings, com 23 fundos (dados apresentados na Tabela 2). Segundo a classificação de fundos imobiliários sugerida pela Anbima (2015), o setor de Shoppings é composto por fundos que conforme definido em seu regulamento objetivam investir, direta ou indiretamente, acima de 2/3 (dois terços) do seu patrimônio líquido em imóveis destinados a sediar centros comerciais - Shoppings centers. As eficiências calculadas pela DEA para este setor estão apresentadas em ordem crescente na Tabela 3.

Tabela 2 - Dados Setor Shoppings

DMU's	<i>Dividend Yield</i>	Vacância	P/VPA	n_ativos	Rentabilidade	Liquidez
ABCP11	0,36%	2,50%	0,84	1	-20,43%	5594
ATSA11	0,25%	19,10%	1,02	1	1,10%	23
BPML11	0,00%	6,10%	0,72	7	0,31%	23
FIGS11	0,42%	11,80%	0,69	2	-18,08%	41653
FIVN11	0,00%	56,00%	0,51	1	0,00%	215
FLRP11	0,42%	1,99%	0,81	1	1,28%	2
FVPQ11	0,40%	6,90%	0,65	1	-26,20%	1580
GSFI11	0,00%	10,30%	0,30	10	0,03%	2714
HGBS11	0,26%	7,57%	0,95	16	-22,95%	9559
HMOC11	0,25%	3,20%	0,96	1	-6,59%	8
HPDP11	0,00%	5,40%	0,92	1	8,17%	23
HSML11	0,37%	5,70%	0,98	5	-19,22%	55926
JRDM11	0,16%	5,00%	0,79	1	-27,50%	786
LASC11	0,00%	6,00%	1,03	3	-1,73%	40
MALL11	0,39%	3,00%	1,00	7	-6,55%	30261
PQDP11	0,40%	4,20%	0,85	1	-18,46%	16
RBGS11	0,38%	13,80%	0,44	1	-35,50%	1254
SCPF11	0,33%	24,30%	0,85	1	-33,48%	2270
SHPH11	0,25%	8,40%	1,06	1	-12,79%	119
VISC11	0,30%	7,70%	1,00	15	-12,40%	27583
VSHO11	0,47%	15,31%	0,82	3	-25,34%	61
WPLZ11	0,42%	7,80%	0,78	1	-24,23%	135
XPML11	0,22%	4,10%	1,04	13	-17,18%	44477

Fonte: Elaboração da autora (2021)

Tabela 3 – Eficiência DMU's Setor Shoppings - DEA

DMU	Eficiência	DMU	Eficiência
SCPF11	0,59	FLRP11	1,00
SHPH11	0,61	FVPQ11	1,00
LASC11	0,69	GSFI11	1,00
FIVN11	0,70	HGBS11	1,00
HMOC11	0,78	HPDP11	1,00
JRDM11	0,84	HSML11	1,00
PQDP11	0,87	MALL11	1,00
WPLZ11	0,93	RBGS11	1,00
ATSA11	0,93	VISC11	1,00
ABCP11	0,96	VSHO11	1,00
BPML11	1,00	XPML11	1,00
FIGS11	1,00		

Fonte: Elaboração da autora (2021)

De acordo com os resultados da análise DEA, da amostra do setor de Shoppings 13 fundos foram considerados eficientes e 10 fundos não-eficientes. Ao analisarmos o fundo com a menor eficiência calculada, o SCPF11, destaca-se que o fundo possui alta vacância em relação aos outros fundos (24.3%), somente 1 ativo na carteira e uma das piores rentabilidade acumuladas (-33.5%).

A carteira do fundo SCPF11 é composta somente pelo Shopping Center Piedade (Salvador/Bahia) e, de acordo com o relatório mensal divulgado pela gestora do fundo BR Capital (2021) o shopping permaneceu fechado de 21/março/2020 a 24/julho/2020 devido à pandemia de COVID-19, influenciando fortemente as receitas do fundo. A taxa de ocupação do Shopping também foi impactada, estando em 75,5% ao final de janeiro, de acordo com o relatório. O fundo possui somente um ativo em sua carteira.

Impactado também pela pandemia, mas ainda assim considerado como eficiente pela análise DEA, pode-se analisar, por exemplo, os resultados divulgados pela gestora do fundo XPML11 (2021). É possível perceber que apesar de também ter sofrido os efeitos da COVID-19, como o fundo tem 13 ativos espalhados por 5 estados brasileiros em sua carteira, os efeitos foram diluídos. A vacância no final de janeiro de 2021 era somente de 4% e o volume de negociações no mês foi igual a 788mil, evidenciando uma alta liquidez das cotas. Apesar de ter apresentado rentabilidade negativa, assim como quase todos os fundos do setor no período, o XPML11 apresentou um aumento progressivo na receita a partir de julho.

Sendo assim, com base nos dois exemplos citados, o resultado que se apresenta da análise DEA mostra-se coerente.

O segundo setor analisado foi o de Logística. De acordo com a deliberação da Anbima (2015) compõe esse setor os fundos que objetivam investir, direta ou indiretamente, acima de 2/3 (dois terços) do seu patrimônio líquido em imóveis provenientes do segmento logístico. Imóveis destinados a sediar instalações de centros de distribuição, armazenamento e logística. Foram analisados 17 fundos (dados apresentados na Tabela 4 e as eficiências calculadas pela DEA para este setor estão apresentadas em ordem crescente na Tabela 5.

Tabela 4 - Dados Setor Logística

DMU's	<i>Dividend Yield</i>	Vacância	P/VPA	n_ativos	Rentabilidade	Liquidez
ALZR11	0,44%	0,00%	1,24	8	-0,36%	23292
BRCO11	0,00%	3,50%	1,15	10	-6,18%	37295
BTLG11	0,52%	0,00%	1,09	12	2,89%	82048
CXTL11	0,21%	27,70%	0,49	4	-35,86%	25
EURO11	0,46%	0,00%	0,70	6	11,40%	11255
FIIP11B	0,96%	0,00%	1,02	7	7,57%	350
GGRC11	0,54%	0,00%	1,14	15	7,71%	17328
GRLV11	0,00%	3,70%	24,38	0	60,81%	54618
HGLG11	0,52%	16,60%	1,23	17	0,58%	50881
HLOG11	0,00%	0,00%	0,97	3	15,72%	5005
LGCP11	0,44%	1,60%	1,04	3	0,29%	1469
LVBI11	0,47%	4,00%	1,06	6	1,88%	29975
RBRL11	0,00%	0,00%	1,05	5	15,29%	43039
SDIL11	0,50%	14,30%	1,07	3	-7,39%	19187
VILG11	0,46%	0,00%	1,10	12	-2,04%	54327
VTLT11	0,58%	0,00%	1,11	1	7,81%	16088
XPLG11	0,47%	9,20%	1,10	13	-3,20%	63799

Fonte: Elaboração da autora (2021)

Tabela 5 - Eficiência DMU's Setor Logística - DEA

DMU	Eficiência	DMU	Eficiência
BRCO11	0,56	CXTL11	1,00
LGCP11	0,70	EURO11	1,00
GGRC11	0,77	FIIP11B	1,00
VILG11	0,78	GRLV11	1,00
VTLT11	0,81	HGLG11	1,00
XPLG11	0,84	HLOG11	1,00
LVBI11	0,98	RBRL11	1,00
ALZR11	1,00	SDIL11	1,00
BTLG11	1,00		

Fonte: Elaboração da autora (2021)

A análise DEA para o setor de logística considerou 10 fundos eficientes e 7 fundos não-eficientes. O fundo BRCO11 foi considerado o menos eficiente do setor. De acordo com o relatório divulgado pela gestora do fundo, a Bresco (2021), o FII teve *Dividend Yield* igual a 0 em 2020, vacância física de 3,5%, uma rentabilidade total no ano de igual a -18,2%. Apesar de possuir 9 empreendimentos, sendo 35% da carteira no estado de São Paulo, os dados do relatório confirmam ser um fundo pouco eficiente.

O FII BTLG11 foi considerado eficiente pela análise DEA do setor de logística. Os dados divulgados pela BTG Pactual, gestora do fundo, no relatório de janeiro (2021), confirmam a classificação feita pelo método. O fundo apresenta vacância de 0%, apresentou um retorno nos últimos 12 meses igual a 6.8% e um *Dividend Yield* igual a 6.5%, além de negociar um volume igual a 230 milhões de reais mensalmente. A carteira do fundo é composta por 12 imóveis, presentes nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Ceará.

O terceiro setor analisado foi o de Lajes corporativas, composto por fundos que, conforme definido em seu regulamento objetivam investir, direta ou indiretamente, acima de 2/3 (dois terços) do seu patrimônio líquido em imóveis destinados a escritórios (ANBIMA, 2015). Foram analisados 36 fundos (dados apresentados na Tabela 6) e as eficiências calculadas pela DEA para este setor estão apresentadas em ordem crescente na Tabela 7.

Tabela 6 - Dados Setor Lajes corporativas

DMU's	<i>Dividend Yield</i>	Vacância	P/VPA	n_ativos	Rentabilidade	Liquidez
AIEC11	0,00%	0,00%	0,98	2	-4,34%	5078
ALMI11	0,00%	68,15%	0,66	1	-28,29%	241
BBFI11B	0,99%	72,20%	0,67	2	-20,84%	109
BBPO11	0,74%	0,00%	1,12	64	-17,53%	125496
BMLC11	0,61%	1,70%	1,03	2	-1,59%	103
CBOP11	0,63%	10,37%	0,82	1	-15,97%	376
CEOC11	0,61%	0,00%	0,72	1	-20,59%	1458
CJCT11	0,08%	59,00%	1,07	1	-9,15%	507
CNES11	0,36%	36,30%	0,64	1	-26,66%	2015
CTXT11	0,71%	8,60%	0,84	1	-14,33%	1546
DOMC11	0,00%	23,44%	0,41	1	-10,00%	42
DRIT11B	0,32%	23,72%	0,96	6	0,23%	10
EDFO11B	0,58%	6,96%	1,23	1	2,35%	317
EDGA11	0,43%	41,70%	0,39	1	-38,76%	7326
FAMB11B	0,87%	0,00%	0,41	1	-47,80%	25

FMOF11	0,26%	47,92%	0,53	1	19,19%	39
FPAB11	0,54%	38,90%	0,72	1	-13,74%	51
GTWR11	0,60%	0,00%	1,12	1	3,26%	16480
HGPO11	0,43%	0,00%	0,94	2	6,92%	839
HGRE11	0,43%	22,41%	0,89	21	-16,49%	57534
NEWU11	1,39%	51,30%	0,62	3	-31,62%	658
ONEF11	0,41%	10,30%	0,91	1	0,44%	848
PATC11	0,33%	0,00%	0,85	5	-17,30%	4879
PRSV11	0,50%	36,35%	0,65	2	-11,25%	663
PVBI11	0,00%	0,00%	0,98	2	-1,34%	35055
RBCO11	0,54%	28,00%	0,81	3	-33,19%	18623
RCRB11	0,50%	8,20%	0,83	10	0,48%	5823
RNGO11	0,59%	20,30%	0,72	3	-27,81%	2181
SPTW11	0,91%	0,00%	1,11	1	7,51%	3704
TEPP11	0,55%	19,00%	0,92	3	-9,24%	7830
THRA11	0,43%	11,83%	1,13	1	-5,23%	44
TRNT11	0,26%	49,40%	0,86	1	-25,89%	110
VINO11	0,63%	3,00%	1,05	9	2,13%	39161
VLOL11	0,42%	12,00%	1,12	1	-3,71%	801
XPCM11	1,66%	0,00%	0,86	1	-5,29%	16313
XTED11	0,00%	100,00%	0,49	1	-37,83%	1884

Fonte: Elaboração da autora (2021)

Tabela 7 - Eficiência DMU's Setor Lajes Corporativas - DEA

DMU	Eficiência	DMU	Eficiência	DMU	Eficiência
CJCT11	0,41	XTED11	0,77	DOMC11	1,00
TRNT11	0,47	ONEF11	0,78	EDGA11	1,00
THRA11	0,54	RBCO11	0,81	FAMB11B	1,00
VLOL11	0,56	AIEC11	0,84	FMOF11	1,00
ALMI11	0,57	GTWR11	0,86	HGPO11	1,00
CNES11	0,65	BMLC11	0,87	HGRE11	1,00
EDFO11B	0,67	CEOC11	0,88	NEWU11	1,00
CBOP11	0,71	RNGO11	0,94	PATC11	1,00
CTXT11	0,74	PRSV11	0,96	RCRB11	1,00
DRIT11B	0,75	PVBI11	0,99	SPTW11	1,00
FPAB11	0,75	BBFI11B	1,00	VINO11	1,00
TEPP11	0,77	BBPO11	1,00	XPCM11	1,00

Fonte: Elaboração da autora (2021)

A partir dos resultados da DEA do setor de Lajes corporativas, 14 fundos foram considerados eficientes e 22 fundos não-eficientes. CJCT11 foi o fundo considerado o menos eficiente do setor. Segundo o relatório divulgado em fevereiro pela Hedge (2021), gestora do fundo, há somente 1 ativo na carteira, o edifício Continental Tower, localizado em São Paulo/SP. Com vacância alta igual a 59% (em um total de 13 pavimentos do edifício, 7,5 estão vagos) e uma liquidez baixa (507). Conforme

divulgado no relatório, o rendimento acumulado nos últimos 12 meses (fevereiro/2020 a janeiro/2021) do fundo foi igual a -5.8%. De posse desses dados, a classificação do método DEA como um fundo não-eficiente no período analisado se confirma.

Também foi analisado o fundo VINO11, da gestora Vinci Partners, considerado como eficiente pelo método. No relatório divulgado em fevereiro pela Vinci (2021), existem informações que endossam a classificação do método. O fundo divulgou um *Dividend Yield* anualizado de 8,5% e um retorno total no mês igual a 1,5%. negocia mensalmente um volume médio igual a 2,7 milhões de reais, demonstrando uma liquidez muito alta. Além disso o fundo contempla 9 edifícios na carteira nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

Por fim, foi analisado um grupo com os demais setores de fundos imobiliários. Essa amostra possui 33 fundos (dados apresentados na Tabela 8) e as eficiências calculadas pela DEA para este setor estão apresentadas em ordem crescente na Tabela 9.

Tabela 8 - Dados Outros setores

DMU's	<i>Dividend Yield</i>	Vacância	P/VPA	n_ativos	Rentabilidade	Liquidez
BBRC11	0,67%	5,40%	1,20	20	1,53%	2752
BRCR11	0,51%	18,20%	0,85	14	-9,72%	59463
BREV11	0,00%	23,00%	1,02	12	9,85%	84
CXCE11B	0,83%	0,00%	1,18	1	-95,84%	804
FAED11	0,61%	0,00%	0,96	3	-22,80%	505
FATN11	0,00%	13,40%	1,04	7	9,34%	294
FCFL11	0,47%	0,00%	1,11	1	-9,83%	1900
FIIB11	0,46%	2,58%	1,27	1	-4,67%	396
FLMA11	0,25%	6,00%	1,03	2	-21,90%	159947
HCRI11	0,63%	0,00%	1,61	1	14,69%	95
HGRU11	0,55%	0,00%	1,10	16	4,81%	63872
HTMX11	0,45%	76,00%	0,87	23	-32,26%	2371
JSRE11	0,47%	2,62%	0,87	4	-10,38%	31355
KNRI11	0,40%	6,28%	1,02	19	-6,20%	29902
LUGG11	0,42%	5,80%	0,91	4	0,81%	488
MAXR11	0,61%	0,00%	0,89	8	-9,79%	36
MBRF11	0,69%	0,00%	0,87	2	0,69%	128
NEWL11	0,00%	0,00%	0,92	1	-9,07%	102
NSLU11	0,79%	0,00%	1,49	1	23,40%	404
OULG11	0,64%	0,00%	0,83	2	-20,33%	3721
PATL11	0,00%	7,00%	0,98	2	-3,63%	10358
RBED11	0,62%	0,00%	1,01	5	-7,94%	2651
RBRD11	2,01%	0,00%	0,94	4	-5,36%	2864
RBRP11	0,56%	7,00%	1,08	14	9,22%	55430

RBVA11	0,68%	0,90%	0,99	72	-15,22%	17112
RECT11	0,79%	13,80%	0,99	8	3,24%	26990
RELG11	0,00%	18,70%	1,06	2	0,56%	738
SARE11	0,00%	0,00%	0,95	2	-9,37%	5121
TRXF11	0,00%	0,00%	1,00	32	-5,42%	16284
VVPR11	0,58%	0,00%	0,99	4	1,71%	221
XPHT11	0,00%	87,40%	0,70	5	-16,89%	2968
XPIN11	0,54%	8,30%	1,05	5	-6,54%	17477
XPPR11	0,74%	17,00%	0,82	4	-17,35%	28257

Fonte: Elaboração da autora (2021)

Tabela 9 - Eficiência DMU's Outros setores - DEA

DMU	Eficiência	DMU	Eficiência	DMU	Eficiência
FIIB11	0,34	VVPR11	0,99	NSLU11	1,00
FCFL11	0,43	BBRC11	1,00	OULG11	1,00
CXCE11B	0,43	BRCR11	1,00	RBRD11	1,00
RELG11	0,55	BREV11	1,00	RBRP11	1,00
PATL11	0,62	FATN11	1,00	RBVA11	1,00
XPIN11	0,64	FLMA11	1,00	RECT11	1,00
HCRI11	0,68	HGRU11	1,00	TRXF11	1,00
NEWL11	0,69	HTMX11	1,00	XPHT11	1,00
SARE11	0,71	JSRE11	1,00	XPPR11	1,00
FAED11	0,73	LUGG11	1,00		
RBED11	0,75	MAXR11	1,00		
KNRI11	0,90	MBRF11	1,00		

Fonte: Elaboração da autora (2021)

A partir dos resultados do método DEA do grupo de outros setores, 20 fundos foram considerados eficientes e 13 fundos não-eficientes. FIIB11 foi o fundo considerado o menos eficiente do grupo.

O relatório divulgado pela gestora Coinvalores (2021), relativo aos resultados de janeiro do fundo FIIB11, apresenta dados que reforçam a classificação DEA para o fundo. Classificado como Híbrido, o fundo tem somente 1 ativo na carteira, o condomínio Perini Business Park (e alguns terrenos). Encerrou o mês de janeiro com uma vacância de 5%, poucas negociações diárias (534) e uma rentabilidade nos últimos 12 meses igual a -9,69%.

Para análise também foram considerados os dados do fundo HGRU11, divulgados no relatório de fevereiro da gestora Credit Suisse (2021). O fundo é classificado como híbrido e foi considerado como eficiente pelo método DEA. A carteira do fundo é composta por 16 empreendimentos, além de Renda Fixa e CRI's. A vacância é zero. O fundo negocia, mensalmente, um volume igual a R\$148 MM, uma liquidez muito

alta. Divulgou um *Dividend Yield* de 6,3% e uma rentabilidade nos últimos 12 meses igual a 7,6%, mesmo em um ano de pandemia do COVID-19 com fortes impactos no mercado imobiliário. Todos esses resultados confirmam a classificação de eficiente do método DEA para o fundo.

Após obter os resultados de cada setor, foi montada uma amostra com os fundos que foram considerados eficientes em cada grupo. Do setor de Shoppings foram selecionadas 13 DMU's, do setor de logística foram 10 DMU's, Lajes corporativas 14 DMU's e do grupo de Outros setores foram 20 DMU's. Sendo assim, a nova amostra considerada é composta de 57 fundos imobiliários. Os fundos considerados como não eficientes e suas respectivas eficiências calculadas pela DEA para essa amostra estão apresentadas em ordem crescente na Tabela 10. Os fundos imobiliários considerados como os mais eficientes pela análise estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 10 - DMU's não-eficientes da carteira nova amostra - DEA

DMU	Eficiência	DMU	Eficiência	DMU	Eficiência
HPDP11	0,48	VSHO11	0,74	MBRF11	0,86
XPHT11	0,54	MALL11	0,74	HGBS11	0,87
DOMC11	0,60	FATN11	0,75	VINO11	0,91
SDIL11	0,62	PATC11	0,77	SPTW11	0,91
FVPQ11	0,63	HSML11	0,77	XPPR11	0,92
HGPO11	0,69	OULG11	0,78	RBGS11	0,93
ALZR11	0,69	XPML11	0,79	FIGS11	0,97
LUGG11	0,71	JSRE11	0,81	BBFI11B	0,97
BPML11	0,72	VISC11	0,83	MAXR11	0,99
FLRP11	0,73	HGLG11	0,84		

Fonte: Elaboração da autora (2021)

Tabela 11 – FIIs considerados como mais eficientes pelo método DEA

DMU	Eficiência	DMU	Eficiência	DMU	Eficiência
BBPO11	1,00	FLMA11	1,00	RBRD11	1,00
BBRC11	1,00	FMOF11	1,00	RBRL11	1,00
BRCR11	1,00	GRLV11	1,00	RBRP11	1,00
BREV11	1,00	GSFI11	1,00	RBVA11	1,00
BTLG11	1,00	HGRE11	1,00	RCRB11	1,00
CXTL11	1,00	HGRU11	1,00	RECT11	1,00
EDGA11	1,00	HLOG11	1,00	TRXF11	1,00
EURO11	1,00	HTMX11	1,00	XPCM11	1,00
FAMB11B	1,00	NEWU11	1,00		
FIIP11B	1,00	NSLU11	1,00		

Fonte: Elaboração da autora (2021)

A partir dos resultados do método DEA desta nova amostra, 28 fundos foram considerados eficientes e 29 fundos não-eficientes. Os fundos eficientes são os fundos imobiliários que compõem a carteira eficiente selecionada pelo método DEA.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a selecionar indicadores relevantes na determinação de eficiência de FII's e utilizar a metodologia de Análise de Envoltória de Dados para selecionar fundos imobiliários eficientes dentre uma gama de opções, fornecendo aos investidores insumos para seleção de uma carteira. A amostra escolhida para análise era composta por 109 fundos imobiliários de tijolos disponíveis para investimentos no Brasil.

Os resultados do método DEA, para cada setor, foram apresentados em um ranking de valores crescentes dos fundos considerados menos eficientes até mais os eficientes.

O estudo em questão não visa destacar quais são os fundos mais eficientes do mercado e sim propor uma metodologia para auxiliar na análise e seleção de uma carteira de fundos imobiliários.

Os fundos classificados como mais eficientes de cada setor foram agrupados em uma nova amostra e foi obtida uma carteira sugerida, composta pelos fundos imobiliários considerados pelo método DEA com mais alta eficiência. A carteira sugerida é composta por fundos de diversos setores, garantindo a diversificação. Os resultados do método foram confrontados com relatórios divulgados por gestores dos FII's e foi verificada a coerência dos resultados.

A análise de fundos de papel não se aplica para a metodologia apresentada neste trabalho, sendo uma limitação dessa pesquisa. Em complemento, poderia ser feito um estudo de quais seriam as variáveis relevantes para conseguir analisar e selecionar fundos imobiliários de papel através da metodologia DEA.

Além disso, para estudos futuros, sugere-se que sejam realizadas análises abrangendo dados históricos de períodos maiores para comparação. Por fim, poderia ser avaliada a aplicabilidade de outros métodos de medidas de eficiência para comparar os resultados com os fundos selecionados pelo método DEA.

ANEXO I – SCRIPT DEA EM LINGUAGEM R

```

data<-Carteira_tijolo
names(data)
str(data)

require(lpSolve) # carrega pacote lpSolve previamente instalado

inputs<- data.frame(data[,c(15,16,18,19)])
outputs <- data.frame(data[,c(20,21)])
(N<- dim(data)[1]) # número de DMUs
(s <- dim(inputs)[2]) # número de inputs
(m <- dim(outputs)[2]) # número de outputs

f.rhs <- c(rep(0,1,N),1) # RHS
f.dir <- c(rep("<=" ,1,N),"=") # direção das restrições
aux <- cbind(-1*inputs,outputs) # matriz com os coeficientes tecnológicos em (6)
for (i in 1:N) {
  f.obj <- c(0*rep(1,s),as.numeric(outputs[i,])) # coeficientes da função objetivo
  f.con <- rbind(aux ,c(as.numeric(inputs[i,]) , + rep(0,1,m))) # adiciona a restrição b
  T
  z=1
  results <- lp("max",as.numeric(f.obj),f.con,f.dir,f.rhs,scale=1,compute.sens=TRUE) # resolve PPL
  multipliers <- results$solution # multiplicadores
  efficiency <- results$objval # indices de eficiência
  duals <- results$duals # ???
  if (i==1) {
    weights <- multipliers
    effcrs <- efficiency
    lambdas <- duals [seq(1,N)]
  } else {
    weights <- rbind(weights,multipliers)
    effcrs <- rbind(effcrs , efficiency)
    lambdas <- rbind(lambdas,duals[seq(1,N)])
  }
}

planilha <- cbind(effcrs,weights)
dim(planilha)
rownames(planilha) <- c("BBRC11", "BRCR11", "BREV11", "FATN11", "FLMA11", "HGRU11", "HTMX11",
  "JSRE11", "LUGG11", "MAXR11", "MBRF11", "NSLU11", "OULG11", "RBRD11",
  "RBRP11", "RBVA11", "RECT11", "TRXF11", "XPHT11", "XPPR11", "BBFI11B",
  "BBPO11", "DOMC11", "EDGA11",
  "FAMB11B", "FMOF11", "HGPO11", "HGRE11", "NEWU11", "PATC11", "RCRB11",
  "SPTW11", "VINO11", "XPCM11", "ALZR11", "BTLG11", "CXTL11", "EURO11",
  "FIIP11B", "GGRC11", "GRLV11", "HGLG11", "HLOG11", "LVBI11", "RBRL11",
  "SDIL11", "VILG11", "XPLG11", "BPML11", "FIGS11", "FLRP11", "FVPO11",
  "GSFI11", "HGBS11", "HPDP11", "HSML11", "MALL11", "RBGS11", "VISC11",
  "VSHO11", "XPML11")

colnames(planilha) <- c('efficiency', names(inputs),names(outputs)) # nomes das colunas

planilha <- lambdas
rownames(planilha) <- ("BBRC11", "BRCR11", "BREV11", "FATN11", "FLMA11", "HGRU11", "HTMX11",
  "JSRE11", "LUGG11", "MAXR11", "MBRF11", "NSLU11", "OULG11", "RBRD11",
  "RBRP11", "RBVA11", "RECT11", "TRXF11", "XPHT11", "XPPR11", "BBFI11B",
  "BBPO11", "DOMC11", "EDGA11", "FAMB11B", "FMOF11", "HGPO11", "HGRE11",

```

```

"NEWU11", "PATC11", "RCRB11", "SPTW11", "VINO11", "XPCM11", "ALZR11",
"BTLG11", "CXTL11", "EURO11", "FIIP11B", "GGRC11", "GRLV11", "HGLG11",
"HLOG11", "LVBI11", "RBRL11", "SDIL11", "VILG11", "XPLG11", "BPML11", "FIGS11",
"FLRP11", "FVPQ11", "GSFI11", "HGBS11", "HPDP11", "HSML11", "MALL11",
"RBGS11", "VISC11", "VSHO11", "XPML11")
colnames(planilha) <- ("BBRC11", "BRCR11", "BREV11", "FATN11", "FLMA11", "HGRU11", "HTMX11", "JSRE11",
"LUGG11", "MAXR11", "MBRF11", "NSLU11", "OULG11", "RBRD11", "RBRP11",
"RBVA11", "RECT11", "TRXF11", "XPHT11", "XPPR11", "BBFI11B", "BBPO11",
"DOMC11", "EDGA11", "FAMB11B", "FMOF11", "HGPO11", "HGRE11", "NEWU11",
"PATC11", "RCRB11", "SPTW11", "VINO11", "XPCM11", "ALZR11", "BTLG11", "CXTL11",
"EURO11", "FIIP11B", "GGRC11", "GRLV11", "HGLG11", "HLOG11", "LVBI11", "RBRL11",
"SDIL11", "VILG11", "XPLG11", "BPML11", "FIGS11", "FLRP11", "FVPQ11", "GSFI11",
"HGBS11", "HPDP11", "HSML11", "MALL11", "RBGS11", "VISC11", "VSHO11",
"XPML11")

f.rhs <- c(rep(0,1,N),1) # RHS
f.dir<-c(rep("<=",1,N), "=") # direção das restrições
aux <- cbind(-1*inputs,outputs,1,-1) # matriz de coeficientes tecnológicos
for (i in 1:N) {
  f.obj<-c(rep(0,1,s),as.numeric(outputs[i,]),1,-1)
  f.con<- rbind(aux,c(as.numeric(inputs[i,]), rep(0,1,m),0,0))
  results<-lp("max",as.numeric(f.obj),f.con,f.dir,f.rhs,scale=1,compute.sens=TRUE) # resolve o PPL
  multipliers <- results$solution
  efficiency <- results$objval
  duals<-results$duals
  u0<-multipliers[s+m+1]-multipliers[s+m+2]
  if (i==1) {
    weights <- c(multipliers[seq(1,s+m)],u0)
    effvrs <- efficiency
    lambdas <- duals [seq(1,N)]
  } else {
    weights<-rbind(weights,c(multipliers[seq(1,s+m)],u0))
    effvrs <- rbind(effvrs , efficiency)
    lambdas <- rbind(lambdas,duals[seq(1,N)])
  }
}
par(mar=c(10,5,1, 8), xpd=TRUE)
scale <- effcrs/effvrs
spreadsheet <- cbind(effcrs,effvrs,scale)
rownames(spreadsheet) <- ("BBRC11", "BRCR11", "BREV11", "FATN11", "FLMA11", "HGRU11", "HTMX11",
"JSRE11", "LUGG11", "MAXR11", "MBRF11", "NSLU11", "OULG11", "RBRD11",
"RBRP11", "RBVA11", "RECT11", "TRXF11", "XPHT11", "XPPR11", "BBFI11B",
"BBPO11", "DOMC11", "EDGA11", "FAMB11B", "FMOF11", "HGPO11",
"HGRE11", "NEWU11", "PATC11", "RCRB11", "SPTW11", "VINO11", "XPCM11",
"ALZR11", "BTLG11", "CXTL11", "EURO11", "FIIP11B", "GGRC11", "GRLV11",
"HGLG11", "HLOG11", "LVBI11", "RBRL11", "SDIL11", "VILG11", "XPLG11",
"BPML11", "FIGS11", "FLRP11", "FVPQ11", "GSFI11", "HGBS11", "HPDP11",
"HSML11", "MALL11", "RBGS11", "VISC11", "VSHO11", "XPML11")
colnames(spreadsheet) <- c ("Retornos Constantes","Retornos Variáveis","CCR/BCC")
barplot(t(spreadsheet[,2]),col=c("dodgerblue1"),ylab="Eficiência",beside=TRUE,las=3)
spreadsheet

```

REFERÊNCIAS

- (Fevereiro de 2021). Fonte: RELATÓRIO JANEIRO - SCPF11:
<https://fnet.bmfbovespa.com.br/fnet/publico/exibirDocumento?id=150176&cvm=true>
- (Fevereiro de 2021). Fonte: RELATÓRIO JANEIRO - HGRU11:
<https://fnet.bmfbovespa.com.br/fnet/publico/exibirDocumento?id=145057&cvm=true>
- (Fevereiro de 2021). Fonte: RELATÓRIO JANEIRO - BRCO11:
<https://fnet.bmfbovespa.com.br/fnet/publico/exibirDocumento?id=147963&cvm=true>
- (Fevereiro de 2021). Fonte: RELATÓRIO JANEIRO - BTLG11:
<https://fnet.bmfbovespa.com.br/fnet/publico/exibirDocumento?id=143549&cvm=true>
- (Fevereiro de 2021). Fonte: RELATÓRIO JANEIRO - CJCT11:
<https://fnet.bmfbovespa.com.br/fnet/publico/exibirDocumento?id=145528&cvm=true>
- (Fevereiro de 2021). Fonte: RELATÓRIO JANEIRO - FIIB11:
<https://fnet.bmfbovespa.com.br/fnet/publico/exibirDocumento?id=147791&cvm=true>
- (Fevereiro de 2021). Fonte: RELATÓRIO JANEIRO - VINO11:
<https://fnet.bmfbovespa.com.br/fnet/publico/exibirDocumento?id=144708&cvm=true>
- (Fevereiro de 2021). Fonte: RELATÓRIO JANEIRO - XPML11:
<https://fnet.bmfbovespa.com.br/fnet/publico/exibirDocumento?id=144690&cvm=true>
- ANBIMA. (2015). *Conselho de regulação e melhores práticas de fundos de investimento*. São Paulo: DELIBERAÇÃO Nº 62.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. (21 de 01 de 2021). Fonte: Taxas de juros básicas - Histórico:
<https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>
- BARONI, M., & BASTOS, D. (2018). *Guia Suno Fundos Imobiliários*. São Paulo: Vivalendo.
- BOWLING, W. F. (2018). *Measuring Performance: An Introduction to Data*.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. (2003). *Bioestatística: Princípios e Aplicações*. Porto Alegre: Artemed.
- COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. (31 de janeiro de 2021). Fonte:
<https://cvmweb.cvm.gov.br/SWB/Sistemas/SCW/CPublica/ListaPLFII/CPublicaListaPLFII.aspx>
- COOK, W., & ZHU, J. (2008). *CAR-DEA: context-dependent assurance regions in DEA*. Operations Research.
- FRADE, R. B. (2015). *Avaliação da sensibilidade dos Fundos de Investimento Imobiliários à variações nas taxas de juros através da análise de componentes principais*. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas.
- FUNDS EXPLORER. (13 de Janeiro de 2021). Fonte: Funds Explorer:
<https://www.fundsexplorer.com.br/>
- GEARA, R. S. (2014). *O que é fundo imobiliário? Quais as vantagens e desvantagens de investir*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná.
- GIL, A. C. (2010). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.

- GUERREIRO, A. D. (2007). *Análise Envoltória de Dados (DEA) e uma proposta de modelo para avaliar a eficiência das empresas de comércio eletrônico*. Rio de Janeiro: PUC-Rio.
- JENKINS, L., & ANDERSON, M. (2003). A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*.
- MANGANOTTI, K. H. (2014). *Estudo sobre a ocorrência ou não de retorno anormal nos Fundos Imobiliários de Renda e a comparação com o retorno de imóveis físicos que propiciam renda*. Universidade de São Paulo.
- MIZUNO, J., DUCLÓS, L. C., SILVA, W. V., & ROCHA, D. T. (2011). ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS FUNDOS DE INVESTIMENTOS IMOBILIÁRIOS. *Revista Pensamento Contemporâneo em Administração*, vol. 5, núm. 1, pp. 66-79.
- MUGNAINI, A., SILVA, W. V., SOUZA, A., & CORSO, J. M. (2008). Análise da eficiência e mercado e performance de fundos de investimentos imobiliários negociados na Bovespa. *Revista Capital Científico-Eletrônica (RCCe) - ISSN 2177-4153*, v. 6, n. 1, p. 65-86.
- NETO, A. (2014). *Mercado Financeiro - 12ª edição*. São Paulo: Atlas.
- SANTANA, F. I. (2020). *Análise da Indústria de Fundos de Investimento*. Natal: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE.
- SILVA, L. F. (2010). *Análise de Indicadores Fundamentalistas para avaliar valor da Empresa. Estudo de caso: Petrobrás*. Porto Alegre: Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- TELES, J. S. (2018). *Eficiência relativa da gestão de saúde nos municípios do estado do Ceará*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.
- WAISMANN, H. C. (2019). *Aplicação do modelo de Markowitz em fundos de investimento imobiliário e análise de desempenho mensal entre janeiro de 2018 e junho de 2019*. Niterói: Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal Fluminense.