



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Ciências Sociais

Faculdade de Administração e Finanças

Rodrigo de Oliveira Vital

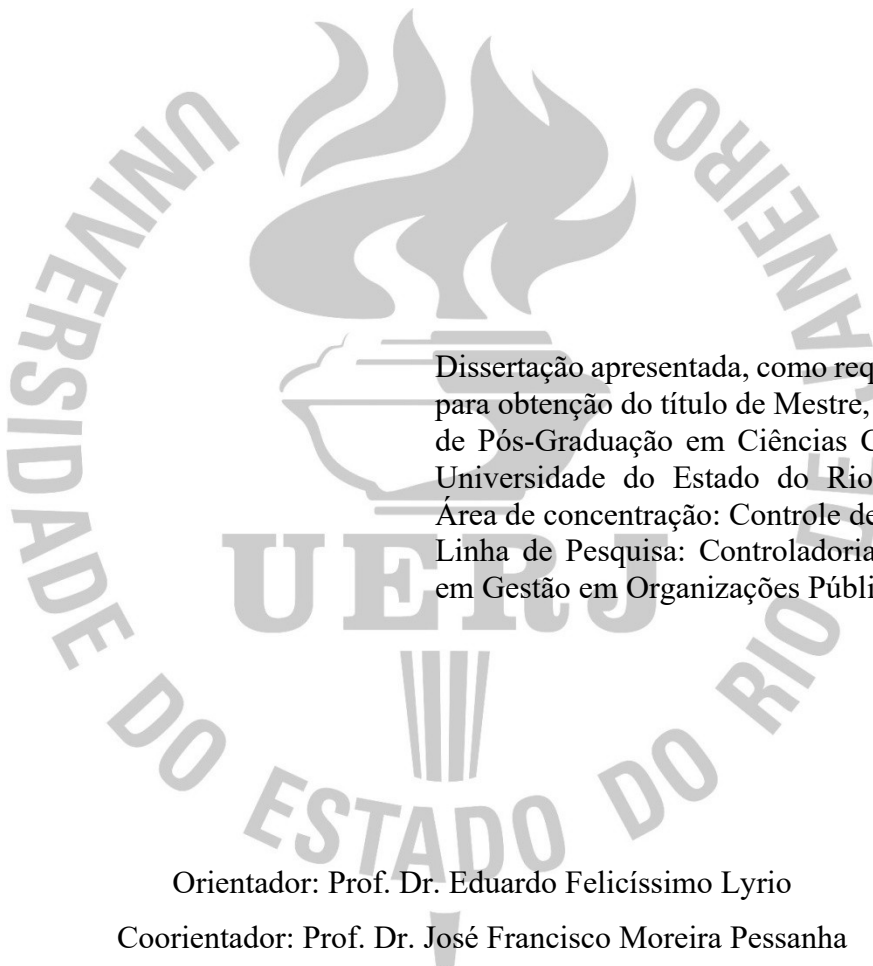
**Análise da eficiência dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval
sob a ótica da Análise Envoltória de Dados (DEA)**

Rio de Janeiro

2026

Rodrigo de Oliveira Vital

**Análise da eficiência dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval sob a ótica
da Análise Envoltória de Dados (DEA)**



Dissertação apresentada, como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre, ao Programa
de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, da
Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Área de concentração: Controle de Gestão.
Linha de Pesquisa: Controladoria com ênfase
em Gestão em Organizações Públicas.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Felicíssimo Lyrio

Coorientador: Prof. Dr. José Francisco Moreira Pessanha

Rio de Janeiro

2026

...

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

V836 VITAL, Rodrigo de Oliveira.
Análise da eficiência dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval sob a ótica da Análise Envolvória de Dados (DEA) / Rodrigo de Oliveira Vital. – 2026.
93 f.

Orientador: Eduardo Felicíssimo Lyrio.

Coorientador: José Francisco Moreira Pessanha.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Administração e Finanças.

1. Fianças públicas – Brasil – Teses. 2. Análise envoltória de dados- – Brasil – Teses. 3. Governança financeira – Teses. 4. Fundos de Investimento – Avaliação – Brasil – Teses. 5. Eficiência organizacional. – Brasil – Teses. 6. Contabilidade de Custo – Teses. I. Lyrio, Eduardo Felicíssimo (Orientador). II. Pessanha, José Francisco Moreira (Coorientador). III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Administração e Finanças. IV. Título.

CDU 336.1(81)

Bibliotecária: Fernanda Lobo - CRB7/5265

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

Assinatura

Data

Rodrigo de Oliveira Vital

Análise da eficiência dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval sob a ótica da Análise Envoltória de Dados (DEA)

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Controle de Gestão. Linha de Pesquisa: Controladoria com ênfase em Gestão em Organizações Públicas

Aprovada em 30 de julho de 2026.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Felicíssimo Lyrio (Orientador)
Faculdade de Administração e Finanças – UERJ

Prof. Dr. José Francisco Moreira Pessanha (Coorientador)
Faculdade de Administração e Finanças – UERJ

Prof. Dr. Francisco José dos Santos Alves
Faculdade de Administração e Finanças – UERJ

Prof. Dr. Fábio Rodrigo Siqueira Batista
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro
2026

DEDICATÓRIA

A Deus, por ter conduzido meus passos, sustentando minha caminhada e renovando minhas forças nos momentos de maior desafio. À minha esposa, Lais Carius, pela paciência, pela compreensão, pela parceria e pelo amor incondicional ao longo dessa jornada. Aos meus filhos, Caio, Davi e Matteo, razão maior da minha dedicação e fonte diária de alegria, amor e inspiração. Aos meus pais pelo amor, pelos valores transmitidos, pelo apoio constante e por todas as lições que ajudaram a formar o homem que sou.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, pelo dom da vida, pela saúde, pela sabedoria e pela força concedida ao longo desta caminhada. Em todos os momentos, especialmente nos mais difíceis, encontrei na fé o equilíbrio necessário para continuar, superar as dificuldades e concluir esta importante etapa da minha formação acadêmica e profissional.

À minha querida mãe, Marisa (*in memoriam*), minha eterna gratidão. Sua partida tornou essa jornada ainda mais sensível e desafiadora. Contudo, reforçou em mim a importância de honrar sua memória por meio da perseverança, da fé e do compromisso com os valores que sempre me transmitiu. Muito do que sou carrega sua presença, seu amor e seus ensinamentos. Esta conquista também é sua.

Ao meu pai, Paulo Vital, agradeço pelos exemplos, pelos ensinamentos e pela presença ao longo da minha vida. Sua trajetória, seus conselhos e seus valores contribuíram para a minha formação pessoal e profissional, servindo como referência nos momentos em que precisei manter a firmeza, responsabilidade e equilíbrio.

À minha amada esposa, Lais Carius, meu eterno agradecimento. Obrigado pelo amor, pela paciência, pela compreensão nos momentos de ausência, pela parceria e por me ensinar que a chegada é importante mas é preciso contemplar o caminho. Seu apoio foi essencial para que eu pudesse conciliar nossas obrigações às exigências acadêmicas. Esta conquista também é sua, pois foi construída com seu incentivo, sua renúncia silenciosa, sua força e sua presença firme ao meu lado.

Aos meus filhos Caio, Davi e Matteo, agradeço pelo amor puro, sorrisos sinceros, pelos abraços e pela alegria que renovaram minhas forças ao longo desta jornada. Obrigado pelo carinho, pela torcida e por compreender os momentos em que precisei me dedicar aos estudos. Agradeço pela leveza, pela alegria e pelo amor que me deram energia para seguir firme em frente. Vocês são minha maior motivação e a razão pela qual busco ser melhor a cada dia.

Aos meus irmãos e amigos, agradeço pelo carinho, pela torcida e pelo apoio em todos os momentos. Cada palavra de incentivo e cada gesto de compreensão contribuíram para que esta caminhada se tornasse possível.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. José Francisco Moreira Pessanha e Prof. Dr. Eduardo Felicíssimo Lyrio, manifesto minha gratidão pelos ensinamentos, pela disponibilidade, pelas orientações seguras e pelas contribuições fundamentais ao desenvolvimento desta pesquisa. A experiência acadêmica, o rigor metodológico e a capacidade de direcionamento dos senhores foram decisivos para a consolidação desta Dissertação. Foi uma honra contar com a amizade e a orientação dos senhores ao longo desta trajetória.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, agradeço pelos conhecimentos transmitidos, pelas discussões em sala de aula e pelas contribuições que ampliaram minha formação acadêmica e minha compreensão sobre a Contabilidade, a gestão pública, o controle e os métodos quantitativos aplicados à pesquisa científica.

Aos amigos do PPGCC/UERJ, agradeço pelo convívio, pela troca de experiências, pela parceria nos trabalhos acadêmicos e pelo apoio ao longo do curso. A caminhada do mestrado tornou-se mais rica e menos árdua pela oportunidade de compartilhar desafios, aprendizados e conquistas com todos vocês.

Aos membros da banca examinadora, agradeço a disponibilidade e as contribuições apresentadas ao longo do processo de qualificação e defesa. As observações, críticas e sugestões foram fundamentais para o aprimoramento desta pesquisa e para o amadurecimento da versão final da dissertação.

À equipe da Secretaria do PPGCC/UERJ, meu agradecimento pela atenção, cordialidade e apoio administrativo prestado durante todo o curso, sempre contribuindo para adequado andamento das atividades acadêmicas.

À Marinha do Brasil, instituição à qual tenho a honra de servir, agradeço a oportunidade de aprimoramento profissional e acadêmico por meio deste mestrado. Esta pesquisa nasce do compromisso com a melhoria da gestão pública, com o uso eficiente dos recursos sob a responsabilidade da Administração Naval e com o fortalecimento da capacidade analítica aplicada às decisões institucionais.

À Diretoria de Finanças da Marinha, agradeço pelo apoio, pela confiança e pelo ambiente profissional que inspirou o desenvolvimento deste estudo. A convivência com os desafios da gestão financeira, contábil e patrimonial da Força contribuiu diretamente para a construção do tema e para a compreensão da relevância prática desta pesquisa.

Aos amigos da DFM, especialmente aos que, direta ou indiretamente contribuíram com orientações, dados, discussões técnicas, incentivo e apoio ao longo desta jornada, registro minha sincera gratidão. Cada contribuição foi importante para que este trabalho pudesse alcançar seu propósito acadêmico e institucional.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, participaram desta caminhada e contribuíram para este momento. Concluir este mestrado representa não apenas uma conquista acadêmica e sim uma etapa de crescimento pessoal e profissional. A todos, o meu muito obrigado.

A melhor maneira para prever o futuro é criá-lo.

Peter Drucker

RESUMO

VITAL, Rodrigo de Oliveira. **Análise da eficiência dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval sob a ótica da Análise Envoltória de Dados (DEA)**, 2026. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Faculdade de Administração e Finanças, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2026.

O Fundo Naval, fundo especial vinculado à Marinha do Brasil, administra um patrimônio líquido superior a R\$ 3,5 bilhões, cujos rendimentos financeiros constituem vetor especial de financiamento de programas estratégicos de defesa nacional. Em um cenário de crescentes exigências de transparência, economicidade e *accountability* na gestão pública, a avaliação do desempenho dos fundos de investimento exclusivos por meio de métricas unidimensionais, como o índice de Sharpe ou a rentabilidade acumulada, revela-se insuficiente para capturar a complexidade multidimensional da gestão de recursos públicos. Esta dissertação avalia a eficiência relativa dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval em comparação com fundos institucionais e privados selecionados segundo critérios de homogeneidade regulatória, operacional e temporal, por meio de *modelo Data Envelopment Analysis Slacks-Based Measure (DEA-SBM)* com orientação ao *output* e retornos variáveis de escala. A amostra é composta por 34 fundos de renda fixa exclusivos e institucionais, analisados no período de 2021 a 2025. O modelo integra três variáveis de *input*, o Patrimônio Líquido, a Volatilidade e a Taxa de Administração, e a Rentabilidade como *output*. A taxa de administração é incorporada ao modelo e tratada como *input* direto no DEA-SBM em coerência econômica e aderência à literatura de eficiência em fundos de investimento, penalizando custos excessivos sem contrapartida em retorno. Como etapa complementar de validação estatística das variáveis, estimou-se uma Regressão Linear Múltipla com erros robustos de Newey-West (HAC), cujo objetivo não foi substituir a mensuração de eficiência, mas verificar se os *inputs* selecionados indicaram associação estatisticamente significativa com o *output* do modelo. Os resultados indicaram um modelo estatisticamente significativo e com capacidade explicativa de 24,76% da variabilidade da rentabilidade dos fundos, evidenciando aderência empírica entre Patrimônio Líquido, Volatilidade, Taxa de Administração e Rentabilidade. Essa evidência reforça a pertinência da especificação DEA-SBM adotada, sem atribuir à regressão função preditiva ou de causa em relação aos escores de eficiência. Os resultados revelam heterogeneidade significativa nos escores de eficiência técnica relativa entre os fundos analisados. A taxa de administração destaca-se, de forma convergente entre os métodos de regressão e DEA, como a principal folga associada à ineficiência, corroborando evidências consolidadas na literatura nacional e internacional (Macedo e Macedo, 2008; Bisso et al., 2016; Lanza e Silveira, 2024). A contribuição prática da pesquisa consiste em identificar, por meio do modelo DEA-SBM, os benchmarks bem como fornecer à Diretoria de Finanças da Marinha subsídios para possível renegociação contratual das taxas praticadas pelos gestores e otimização da política de alocação de recursos. Para a literatura, pesquisa contribui na medida em que oferece evidências que reforçam a pertinência da DEA-SBM como instrumento de governança financeira do setor público. ODS4 – Educação e qualidade.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados. DEA-SBM. Eficiência técnica. Fundo Naval. Fundos de Investimento exclusivos. Eficiência de custos.

ABSTRACT

VITAL, Rodrigo de Oliveira. **Analysis of the efficiency of exclusive investment funds of the Naval Fund from perspective of Data Envelopment Analysis (DEA)**, 2026. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Faculdade de Administração e Finanças, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2026.

The Naval Fund, a special fund linked to the Brazilian Navy, manages net assets exceeding BRL 3.5 billion, whose financial returns constitute a relevant source of funding for strategic national defense programs. In the context of increasing demands for transparency, economy, and accountability in public management, the performance evaluation of exclusive investment funds linked to these assets through one-dimensional metrics, such as the Sharpe ratio or accumulated return, proves insufficient to capture the multidimensional complexity involved in the management of public resources. This dissertation evaluates the relative efficiency of the exclusive investment funds of the Naval Fund in comparison with institutional and private fund selected according to criteria of regulatory, operational, and temporal homogeneity, using a Data Envelopment Analysis Slacks-Based Measure (DEA-SBM) model with output orientation and variable returns to scale. The sample consists of thirty-four exclusive and institutional fixed-income funds analyzed over the period from 2021 to 2025. The model incorporates three input variables, Net Assets, Volatility, and Management Fee, and Return as the output variable. The management fee is incorporated into the model and is treated as a direct input in the DEA-SBM, in line with economic rationale and the efficiency literature on investment funds, penalizing excessive costs that are not accompanied by corresponding returns. As a complementary step for the statistical validation of the variables, a Multiple Linear Regression with Newey-West heteroskedasticity and autocorrelation consistent (HAC) robust errors was estimated. The purpose of this procedure was not to replace the efficiency measurement, but to verify whether the selected inputs were statistically associated with the model output. The results indicated a statistically significant model explaining 24.76% of the variability in fund returns, providing empirical support for the relationship among Net Assets, Volatility, Management Fee, and Return. This evidence reinforces the suitability of the DEA-SBM specification adopted in the dissertation, without assigning a predictive or causal role to the regression model in relation to the efficiency scores. The results reveal significant heterogeneity in the relative technical efficiency scores among the funds analyzed. The management fee stands out, in a convergent manner, between the regression and DEA methods, as the main slack associated with inefficiency, corroborating consolidated evidence in the national and international literature (Macedo and Macedo, 2008; Bisso et al., 2016; Lanza and Silveira, 2024). The practical contribution of this research lies in identifying, through the DEA-SBM model, the benchmarks, as well as in providing the Brazilian Navy's Finance Directorate with support for the possible contractual renegotiation of fees charged by fund managers and for the optimization of the resource allocation policy. For literature, this research contributes by providing evidence that reinforces the relevance of DEA-SBM as an instrument of financial governance in the public sector. ODS4 – Educação e qualidade.

Keywords: Data Envelopment Analysis. DEA-SBM. Technical efficiency. Naval Fund Exclusive investment funds. Cost efficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	Legislação aplicável à gestão do Fundo Naval.....	20
Quadro 2	Classificação dos fundos de investimento brasileiros.....	21
Figura 1	Evolução do número de fundos e do Patrimônio Líquido.....	22
Quadro 3	Estudos sobre eficiência e desempenho de fundos.....	40
Quadro 4	Fontes e características dos dados utilizados.....	46
Figura 2	Receita Total e Receita Financeira do Fundo Naval.....	63
Figura 3	Evolução patrimonial do Fundo Naval.....	64
Figura 4	Rentabilidade acumulada dos fundos exclusivos.....	65
Figura 5	Volatilidade dos investimentos dos fundos exclusivos.....	66
Figura 6	<i>Ranking</i> de Eficiência DEA dos Fundos de Investimento.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Limites mínimo e máximo na formação do portfólio.....	20
Tabela 2	Composição da carteira de investimento do BB Admiral.....	24
Tabela 3	Composição da carteira de investimentos do CEF Acanthus.....	25
Tabela 4	Estatísticas descritivas das variáveis.....	60
Tabela 5	Matriz de correlações entre as variáveis.....	66
Tabela 6	Escore de Eficiência dos Fundos exclusivos do FN e da FAB.....	69
Tabela 7	Indicadores DEA-SBM dos fundos exclusivos do FN e da FAB.....	71
Tabela 8	<i>Slacks</i> de Taxa de Administração dos fundos exclusivos.....	73
Tabela 9	Indicadores de Rentabilidade, DEA-SBM e Índice de Sharpe.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANBIMA	Associação Brasileira de Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais
BACEN	Banco Central do Brasil
BB	Banco do Brasil S.A.
CDI	Certificado de Depósito interbancário
CEF	Caixa Econômica Federal
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DEA	Data Envelopment Analysis (Análise Envoltória de Dados)
DFM	Diretoria de Finanças da Marinha
DMU	<i>Decision Making Unit</i> (Unidade Tomadora de Decisão)
FAB	Força Aérea Brasileira
FI	Fundo de Investimento
FN	Fundo Naval
HAC	<i>Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LRF	Lei de Responsabilidade Fiscal
MB	Marinha do Brasil
MD	Ministério da Defesa
NPM	<i>New Public Management</i> (Nova Gestão Pública)
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i> (Mínimos Quadrados Ordinários)
PEM	Planejamento Estratégico da Marinha
PIB	Produto Interno Bruto
PL	Patrimônio Líquido
R ²	Coefficiente de Determinação
SBM	<i>Slacks-Based Measure</i>
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e Custódia
TG	Tesouro Gerencial
TX_ADM	Taxa de Administração
VaR	<i>Value at Risk</i>
VOL	Volatilidade
VRS	<i>Variable Returns to Scale</i> (Retornos Variáveis de Escala)

LISTA DE SÍMBOLOS

$\%$	Porcentagem
α	Intercepto da regressão
β	Coeficiente angular / sensibilidade ao mercado
β_i	Coeficiente estimado da i-ésima variável explicativa
ε	Termo de erro aleatório
λ_j	Peso da DMU j na construção da fronteira DEA
ρ	Escore de eficiência no modelo DEA-SBM
σ	Desvio-padrão / volatilidade
θ	Escore de eficiência técnica em modelos DEA radiais
σ_p^2	Variância do portfólio
ρ_o^*	Escore ótimo de eficiência da DMU avaliada o
x_{ij}	i-ésimo input ordinário da DMU j
n	Número de DMUs
x_{ij}	Quantidade de <i>input</i> i utilizada pela DMU j
x_{io}	Quantidade do <i>output</i> r produzido pela DMU j
y_{rj}	Quantidade de <i>output</i> r produzido pela DMU j
y_{ro}	Quantidade do output r produzida pela DMU avaliada o
s_i^-	Folga associada ao excesso de <i>input</i> i
s_r^+	Folga associada à insuficiência de <i>output</i> r
R_p	Retorno do portfólio ou fundo
R_m	Retorno do mercado ou benchmark
$\bar{R}_p$	Retorno médio do fundo ou portfólio
R^2	Coeficiente de determinação da regressão
n	Número total de DMUs analisadas
m	Número total de inputs do modelo DEA
s	Número total de outputs do modelo DEA
j	Índice representativo das DMUs da amostra

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	12
1	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
1.1	Fundo Naval e os fundos de investimento.....	19
1.1.1	<u>Fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval.....</u>	23
1.2	Eficiência na Administração Pública.....	26
1.2.1	<u>Dimensões da mensuração da eficiência.....</u>	28
1.3	Avaliação de desempenho de fundos de investimento.....	30
1.4	Mensuração da Eficiência com aplicação da DEA.....	33
1.4.1	<u>Aplicações da Análise Envoltória de Dados.....</u>	37
1.4.2	<u>Aplicações da DEA <i>Slacks-Based Measure</i> (DEA-SBM)</u>	38
1.5	Estudos sobre eficiência e desempenho de fundos.....	39
2	METODOLOGIA.....	43
2.1	Método da Pesquisa.....	43
2.2	Seleção da amostra.....	44
2.3	Coleta de dados.....	45
2.4	Tratamento dos dados.....	46
2.4.1	<u>Definição e justificativa das variáveis.....</u>	47
2.4.2	<u>Regressão Linear Múltipla com erros robustos.....</u>	51
2.4.3	<u>DEA <i>Slacks-Based Measure</i> (DEA-SBM).....</u>	54
2.5	Delimitação da Pesquisa.....	58
3	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	59
3.1	Análise descritiva dos dados do Fundo Naval.....	59
3.2	Análise exploratória de dados.....	61
3.3	Análise Multivariada.....	65
3.3.1	<u>Regressão Linear Múltipla com erros robustos.....</u>	66
3.4	Resultados do Modelo DEA-SBM.....	67
3.4.1	Escores de eficiência técnica relativa, <i>Slacks</i> e <i>Targets</i>	68
3.4.2	O escore DEA-SBM e o Índice de Sharpe como Benchmark.....	74
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
	REFERÊNCIAS.....	82

INTRODUÇÃO

O ambiente macroeconômico contemporâneo, caracterizado por maior volatilidade, compressão de margens de retorno e crescente complexidade na alocação de recursos, tem intensificado a necessidade de aprimoramento da resiliência das organizações e dos mecanismos de avaliação de desempenho financeiro, tanto no setor privado quanto no setor público (Su; Junge, 2023). No âmbito da administração pública, essa demanda assume relevância ainda maior, uma vez que a gestão dos recursos deve atender simultaneamente aos princípios da economicidade, eficiência, transparência e responsabilidade fiscal (Alonso, 2022).

Contudo, em contextos de restrições fiscais e crescente exigência da sociedade por transparência e *accountability* na gestão pública, torna-se essencial que as organizações aprimorem seus mecanismos de controle de desempenho, alocação de recursos e redução de custos (Alonso, 2022). Para Santos Júnior *et al.* (2023), a necessidade de assertividade na aplicação dos recursos públicos e minimização de custos reflete uma tendência global de fortalecimento da governança e da eficiência operacional.

Esse desafio é particularmente relevante nas Forças Armadas, onde a gestão de recursos financeiros e materiais envolve múltiplas missões, programas e demandas estratégicas, exigindo equilíbrio entre o desempenho operacional e sustentabilidade orçamentária (Santos Júnior *et al.* 2023). Nesse contexto, os gastos militares enfrentam um ambiente de decisão complexo, no qual a eficiência não é apenas um indicador contábil, mas um requisito funcional para garantir a capacidade operacional e o cumprimento da missão institucional (Silva *et al.*, 2025).

Nesse cenário, a administração pública brasileira tem se alinhado ao movimento internacional conhecido como Nova Gestão Pública (*New Public Management - NPM*) que propõe a incorporação de técnicas de gestão e avaliação de desempenho inspiradas no setor privado, buscando aprimorar a eficiência e a efetividade do setor público (Hood, 1995). Essa abordagem incentiva a orientação para resultados, o monitoramento contínuo de indicadores e a flexibilidade organizacional, permitindo que as instituições públicas se adaptem às mudanças sociais e econômicas de forma mais ágil e eficiente (Pereira *et al.*, 2021). Sob a perspectiva da Teoria da Legitimidade, a adoção de práticas de mensuração de desempenho representa não apenas uma escolha gerencial, mas um mecanismo de legitimação institucional, ao evidenciar racionalidade e transparência na gestão de recursos públicos (Suchman, 1995).

No Brasil, o compromisso com a eficiência administrativa está consolidado no próprio arcabouço constitucional e fiscal do Estado. A Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988) estabelece a eficiência como princípio fundamental da administração pública, reforçando a necessidade de que as políticas e ações do governo sejam pautadas pela racionalidade na aplicação dos recursos públicos. Complementarmente, a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF) (Lei Complementar nº 101/2000) reforça o dever de transparência e equilíbrio nas contas públicas, impondo limites e metas que visam garantir a sustentabilidade financeira e o planejamento de longo prazo (Brasil, 2000).

Nesse contexto, a incorporação do fator eficiência na gestão de investimentos públicos indica contribuição significativa para explicação dos retornos (Fonseca *et al.*, 2022), sugerindo que selecionar fundos baseados em eficiência agrega valor na análise de investimentos (Li *et al.*, 2022). No entanto, de acordo com Alonso (2022), a administração de recursos financeiros no setor público representa um desafio complexo que vai além da busca por rentabilidade e se insere em um sistema de responsabilidade, transparência e otimização de custos.

No mercado financeiro brasileiro, os fundos de investimento possuem relevância expressiva. De acordo com os dados da Associação Brasileira de Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais (ANBIMA), existem aproximadamente 6 mil Fundos de Investimento (FI) em renda fixa registrados e estes obtiveram, em 2024, captação líquida acumulada de 243 bilhões de reais, bem como superaram a marca de 8,7 trilhões de reais investidos (ANBIMA, 2025). O valor total investido pelos fundos é equivalente a 75% do Produto Interno Bruto (PIB)¹ brasileiro apurado no mesmo período (IBGE, 2025). O segmento de fundos exclusivos, destinados a investidores qualificados com cotista único, configura uma estrutura amplamente adotada por entidades públicas e fundos soberanos em razão da sua flexibilidade de gestão e do rigoroso controle de risco e custo que os fundos propiciam (Li *et al.*, 2022; Gouveia *et al.*, 2017).

Sob essa perspectiva, os fundos de investimento exclusivos, regulamentados pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), por meio da Resolução CVM nº 175, de 23 de dezembro de 2022, e suas alterações subsequentes, são fundos destinados a investidores qualificados, constituídos para receber aplicações de um único cotista. Essa estrutura é utilizada por fundos soberanos e instituições públicas em diversos países (Li *et al.*, 2022), justamente por possibilitar estratégias sob medida, com rigorosos controles de risco e custo, elementos fundamentais à boa gestão dos recursos de Defesa Nacional (Gouveia *et al.*, 2017).

¹ Produto Interno Bruto é “a soma de todos os bens e serviços finais produzidos por um país, estado ou cidade, geralmente em um ano” (IBGE, 2025).

No âmbito da Marinha do Brasil (MB), o Fundo Naval (FN), criado por meio do Decreto nº 20.923, de 8 de janeiro de 1932, e regulamentado pelo Decreto 46.429, de 14 de julho de 1959, constitui fundo especial voltado ao financiamento do desenvolvimento e da modernização da Força Naval. De acordo com dados do Relatório de Gestão da Diretoria de Finanças da Marinha (DFM), o FN conta com patrimônio líquido da ordem R\$ 3,5 bilhões e obteve rendimentos de R\$ 1,3 bilhão em 2024, bem como representa uma das maiores carteiras institucionais públicas sob gestão de defesa no Brasil. Assim, o Fundo Naval depende, sob a ótica da Teoria Moderna do Portfólio (Markowitz, 1952), de uma gestão que seja, simultaneamente, segura e rentável, para preservar o capital e para garantir o crescimento real acima da inflação. Para Markowitz (1952), isso implica em equilibrar o risco e o retorno de maneira eficiente.

Nesse sentido, o monitoramento desses fundos é importante para garantir o crescimento do capital na medida do risco que seja adequado ao investimento público, bem como a redução do custo do recurso público (Alonso, 2022). No entanto, as métricas tradicionais de avaliação, como retorno absoluto ou o índice de Sharpe, embora úteis, de maneira isolada podem não capturar a complexidade da gestão (Macedo; Macedo, 2008; Basso; Funari, 2017).

No contexto da avaliação de desempenho de fundos de investimento, especialmente em ambientes institucionais, a noção de eficiência assume caráter central, sendo frequentemente definida como a capacidade de uma unidade decisória de transformar insumos em produtos de forma otimizada. No entanto, diferentemente das abordagens paramétricas tradicionais, que estabelecem referências absolutas de desempenho, a *Data Envelopment Analysis* (DEA) fundamenta-se no conceito de eficiência relativa, no qual cada unidade é avaliada em comparação às demais unidades da amostra, e não em relação a um padrão teórico ou pré-estabelecido (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978; Cooper; Seiford; Tone, 2007). Em outras palavras, a eficiência relativa não expressa um padrão de desempenho, mas o posicionamento da unidade frente ao conjunto de oportunidades representado pela própria amostra.

A avaliação da eficiência de fundos de investimento tem sido amplamente debatida na literatura financeira, especialmente quanto à sensibilidade dos indicadores tradicionais (Macedo; Macedo, 2008), às escolhas de *benchmark* e às economias de escala (Choi; Murthi, 2001). Estudos clássicos propõem abordagens não paramétricas, como a DEA, para contornar a dependência de um modelo de equilíbrio de mercado e para decompor a performance em componentes associados ao risco e ao custo (Gouveia *et al.*, 2017; Choi e Murthi (2001). Estes estudos integram retorno, risco e custos, oferecendo uma alternativa ao Sharpe, que controla efeitos de escala e permite identificar fontes de ineficiência na gestão.

Destarte, a metodologia DEA, insere-se nesse contexto, coerente com os princípios da Nova Gestão Pública (Hood, 1995), como ferramenta de mensuração da eficiência técnica ao permitir a comparação entre os fundos de investimento exclusivos vinculados ao Fundo Naval (Fonseca *et al.*, 2022). A DEA possibilita a comparação de unidades com características semelhantes, considerando múltiplos *inputs* e *outputs*, por meio de abordagem da eficiência sob a ótica quantitativa e comparativa (Pessanha; Melo, 2021).

Adicionalmente, avanços metodológicos recentes têm ampliado a capacidade analítica da DEA, com destaque para o modelo *Slacks-Based Measure* (SBM), que permite mensurar diretamente as folgas (*slacks*) a partir da incorporação de variáveis, como custos, no processo de avaliação da eficiência (Tone, 2001; Tone, 2021). Essa abordagem é particularmente relevante para a análise de fundos de investimento, nos quais custos de administração podem impactar negativamente o desempenho líquido dos investidores (Macedo; Macedo, 2008).

No Brasil, a aplicação da DEA na análise de fundos de investimento tem demonstrado resultados promissores. Estudos como os de Macedo e Macedo (2008), Bisso *et al.* (2016) e Fonseca *et al.* (2022) apontam que a eficiência, mensurada via DEA, constitui fator relevante para explicar o desempenho dos fundos, corroborando a importância de incorporar múltiplas dimensões na análise. No setor público, pesquisas recentes como a de Silva *et al.* (2025) demonstram a aplicabilidade da DEA em estruturas organizacionais da própria MB, reforçando sua pertinência como ferramenta de apoio à gestão e condizente com a Nova Gestão Pública.

Assim, esta pesquisa busca avançar sobre essa lacuna ao incorporar a dimensão custo, representada pela taxa de administração, à avaliação da eficiência, por meio da DEA na sua formulação SBM, de fundos exclusivos vinculados ao setor público. Tal abordagem refina a mensuração da eficiência ao penalizar custos excessivos sem a correspondente geração de retorno, em consonância com os princípios da economicidade.

Nessa perspectiva, a eficiência dos fundos exclusivos do Fundo Naval é compreendida como a capacidade relativa de converter escala patrimonial, risco assumido e custo de gestão em rentabilidade. O Patrimônio Líquido representa a dimensão de escala de recursos administrativos, a Volatilidade expressa o risco assumido no processo de geração de retorno, e a Taxa de Administração representa o custo da gestão. A Rentabilidade, por sua vez, constitui o produto final do processo decisório do gestor. Essa estrutura *input-output* permite que a DEA-SBM quantifique a eficiência de maneira multidimensional, superando a leitura isolada do retorno absoluto ou de indicadores tradicionais ajustados ao risco (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978; Tone, 2001; Cooper; Seiford; Tone, 2007).

Nesse sentido, a gestão de ativos financeiros vinculados à Defesa Nacional, especificamente no contexto do Fundo Naval, transcende a mera busca por rentabilidade de mercado. Esta insere-se no paradigma da *Accountability* Pública e da Legitimidade Institucional. Em um cenário de escassez fiscal e crescentes demandas por transparência, a ineficiência na gestão desses recursos representa um custo de oportunidade direto à soberania nacional. Esta pesquisa investiga a eficiência técnica relativa dos fundos exclusivos do Fundo Naval, utilizando o modelo DEA-SBM (*Slacks-Based Measure*). A originalidade reside na incorporação da taxa de administração, enquanto dimensão de custo, à avaliação DEA-SBM de fundos públicos exclusivos, permitindo identificar o desempenho absoluto bem como as falhas de governança que corroem o patrimônio líquido destinado a programas estratégicos.

Nesse contexto, devido à importância estratégica da eficiência na aplicação dos recursos e a necessidade de instrumentos de avaliação que superem as limitações das métricas unidimensionais, o problema de pesquisa que orienta esta dissertação é: **Qual é a eficiência técnica relativa dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval quando comparados a fundos institucionais e privados com características homogêneas, por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) em sua formulação SBM?**

Diante do problema de pesquisa apresentado, foi definido o objetivo geral juntamente com os objetivos específicos, conforme detalhado a seguir:

OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência relativa dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval, em comparação com uma amostra de fundos homogêneos, por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA), na formulação Slacks-Based Measure (SBM).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as variáveis de *inputs* e *outputs* mais adequadas para a avaliação da eficiência dos fundos de investimento do Fundo Naval;
- Aplicar o modelo DEA-SBM, com a taxa de administração incorporada como dimensão de custo, a fim de mensurar a eficiência relativa dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval;

- Analisar os escores de eficiência e as folgas (*slacks*) identificados por meio do modelo DEA-SBM, apontando as principais fontes de ineficiência; e
- Identificar os *benchmarks* de performance para aprimorar a gestão e a governança financeira dos fundos de investimento do Fundo Naval, com base nos resultados da análise de eficiência.

A oportunidade de aplicar a DEA aos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval, no período de 2021 a 2025, permite classificar os fundos quanto ao seu desempenho relativo bem como identificar *benchmarks* de eficiência e fontes de ineficiência. Tal diagnóstico possibilitará à DFM orientar ajustes estratégicos na alocação de recursos, reduzir custos administrativos desnecessários, otimizar a relação risco-retorno e, consequentemente, maximizar o impacto dos recursos sobre os objetivos institucionais da Marinha.

De acordo com Pereira *et al.* (2021), a utilização de indicadores de desempenho na gestão pública é indispensável para eficiência e monitoramento da qualidade do serviço público, bem como assegura, sob a ótica da Teoria da Legitimidade, a conformidade das instituições perante a sociedade (Suchman, 1995).

A justificativa para esta pesquisa reside na sua relevância teórica, metodológica e prática. Do ponto de vista teórico, o estudo contribui para a literatura de contabilidade gerencial pública e finanças ao aplicar a metodologia DEA-SBM com *inputs* de escala, risco e custo em um contexto pouco explorado, bem como preenche uma lacuna no conhecimento ao oferecer uma nova perspectiva sobre a mensuração da eficiência em ambientes com características e restrições específicas.

Metodologicamente, a escolha do DEA-SBM é justificada pela sua capacidade de lidar com múltiplos *inputs* e *outputs*. Essa abordagem permite uma avaliação mais precisa sobre a eficiência, na medida em que quantifica as oportunidades de melhoria, superando as limitações dos modelos paramétricos e das métricas financeiras tradicionais que podem não capturar a complexidade da relação entre custos, riscos e retornos em fundos públicos.

Nesse sentido, ao abordar a eficiência em fundos de investimento sob uma ótica quantitativa e comparativa, este trabalho busca contribuir, de maneira prática, para a melhoria da gestão dos recursos públicos, alinhada às boas práticas de governança, *accountability* e transparência, demandadas pela sociedade, bem como aos princípios da economicidade, eficácia e efetividade além do controle e redução de custos (Alonso, 2022), oferecendo ao Fundo Naval uma metodologia aplicável para avaliação dos fundos de investimento. Além disso, os resultados poderão oferecer subsídios objetivos e práticos para o aprimoramento da

gestão de recursos do Fundo Naval, ao fornecer métricas comparáveis de eficiência, bem como indicações concretas de ajustes potenciais por meio da análise de *slacks* e *targets*, ao passo que também abrem espaço para o aprofundamento teórico sobre o uso de ferramentas quantitativas na gestão de fundos públicos.

Contudo, esta pesquisa está delimitada à análise da eficiência dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval em comparação com fundos institucionais e privados selecionados por critérios de homogeneidade, analisados a partir dos dados de 2021 a 2025, considerando retorno, escala, risco e custo bem como a aplicação da DEA com orientação ao *output*. A pesquisa não abrange a análise de variáveis macroeconômicas externas ou fatores qualitativos da gestão, focando-se exclusivamente na eficiência operacional relativa com base nos dados quantitativos públicos disponíveis.

Para alcançar os objetivos propostos, esta dissertação está estruturada da seguinte forma: a introdução apresenta a contextualização, os objetivos e a relevância do estudo. O capítulo 1 discute o referencial teórico, sob as perspectivas do Fundo Naval, da eficiência na administração pública, das dimensões da eficiência, dos fundos de investimento e, por fim, da Análise da Envoltória de Dados. O capítulo 2 especifica a metodologia aplicada, com o método da pesquisa, a seleção da amostra, as bases de dados utilizadas para a coleta de dados, bem como o detalhamento do tratamento dos dados e do modelo DEA aplicado ao estudo. Em seguida, o capítulo 3 apresenta a análise dos resultados encontrados após o emprego do modelo DEA para mensuração da eficiência dos fundos de investimento. Na sequência, são apresentadas as considerações finais.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Para alcançar os objetivos propostos nesta dissertação, este capítulo apresenta os fundamentos teóricos que sustentam a pesquisa, organizado em cinco seções. A primeira seção descreve o Fundo Naval e a estrutura dos fundos de investimento exclusivos a ele vinculados. A segunda aborda a eficiência na administração pública e as dimensões da mensuração da eficiência. A terceira discute a avaliação de desempenho de fundos de investimentos e as limitações das métricas tradicionais. A quarta apresenta o arcabouço teórico e aplicado na mensuração da eficiência com aplicação da Análise Envoltória de Dados, em ênfase no modelo DEA-SBM e a quinta e última seção apresenta um detalhamento dos estudos sobre eficiência e desempenho de fundos.

1.1 Fundo Naval e os Fundos de investimento

Os fundos públicos são de natureza especial e constituídos como mecanismos orçamentários que possuem o propósito de destinar recursos a finalidades específicas, além de possuírem regras próprias de arrecadação e execução orçamentária, de acordo com o previsto na Lei nº 4.320/1964 e na Lei nº 10.180/2001. Tais fundos constituem instrumentos de planejamento e gestão financeira de longo prazo, com particular relevância na área de defesa nacional (Brasil, 2001; Brasil, 1964).

O Fundo Naval (FN), instituído por meio do Decreto nº 20.923, de 8 de janeiro de 1932, e regulamentado pelo Decreto nº 46.429, de 14 de julho de 1959, é um fundo especial voltado ao financiamento de defesa nacional. Vinculado à MB, o FN consiste em uma soma de recursos financeiros destinados ao desenvolvimento e modernização da Força Naval, financiando programas estratégicos de defesa (Brasil, Decreto nº 46.429/1959).

A estrutura legal que rege o FN (Quadro 1) impõe restrições à sua execução orçamentária, limitando os ativos passíveis de investimento a modalidades de renda fixa aprovadas pela Secretaria do Tesouro Nacional (BRASIL, 2004). Assim, sua gestão requer aderência estrita à legislação vigente, combinada com práticas de governança e planejamento estratégico, conforme orientações da Lei nº 8.443/1992, da Instrução Normativa STN nº 4/2004 e da Instrução Normativa TCU nº 84/2020.

Quadro 1 - Legislação Aplicável à Gestão do Fundo Naval

Legislação	Conteúdo principal
Lei nº 10.180/2001	Regras de execução orçamentária e financeira dos fundos especiais, determinando a aplicação dos recursos em ativos aprovados pelo Tesouro Nacional (BRASIL, 2001).
Lei nº 4.320/1964	Estabelece normas gerais para execução orçamentária da União e controle de receitas e despesas (BRASIL, 1964).
IN STN nº 4/2004	Regulamenta movimentação de recursos na Conta Única e aplicações de fundos públicos (BRASIL, 2004).
Lei nº 8.443/1992	Organiza o Tribunal de Contas da União e estabelece sua competência fiscalizatória (BRASIL, 1992).
IN TCU nº 84/2020	Estabelece normas para tomada e prestação de contas dos administradores e responsáveis da administração pública federal.
Decreto nº 46.429/1959	Aprova o regulamento para o Fundo Naval
MP nº 2.170-36/2001	Dispõe sobre a administração dos recursos de caixa do Tesouro Nacional

Fonte: O autor, 2025.

Nesse contexto, de acordo com o Decreto nº 46.429/1959, constituem receitas do Fundo Naval as rendas provenientes de serviços de qualquer espécie, inclusive o “Socorro Marítimo”, prestados a seus próprios órgãos e a Empresas ou pessoas estranhas à MB, receita do imposto de Faróis, juros de depósitos de operações do próprio FN e contribuições e rendas diversas (Brasil, Decreto nº 46.429/1959).

Tabela 1 - Limites mínimo e máximo na formação do portfólio

Ativo da Carteira	Objetivo	Mínimo	Máximo
Conta Única do Tesouro Nacional – CTU	Liquidez	5%	100%
Fundos Exclusivos de Investimentos de Renda Fixa	Relacionamento	0%	40%
Depósito a prazo – POUPEX	Relacionamento	0%	20%
CDB	Preservação	0%	40%

Fonte: O autor, 2025.

Dessa forma, com o propósito de preservar o capital e garantir a evolução patrimonial real acima da inflação, o FN realiza aplicação no mercado financeiro, de acordo com o previsto na Portaria do Ministério da Fazenda nº 345, de 29 de dezembro de 1998, o qual não impõe restrições quanto aos tipos de investimentos, possibilitando a diversificação dos investimentos da MB. Contudo, a DFM, por meio do Memorando nº 1/2009, estabeleceu parâmetros, a fim de orientar, acerca da aplicação, da diversificação e dos limites para montagem do portfólio de investimentos do FN em renda fixa, distribuindo os investimentos em diferentes aplicações financeiras, de acordo com a Tabela 1 (DFM, Memorando nº 1/2009; Brasil, 1998).

Por consequência, o patrimônio do FN, investido no Brasil, está aplicado na Conta Única do Tesouro Nacional (CTU), administrada pelo Banco Central do Brasil (BACEN), a qual abriga disponibilidades financeiras da União, em fundos de investimento administrados pelo Banco do Brasil (BB) e pela Caixa Econômica Federal (CEF), de acordo com a Tabela 1 (DFM, Memorando nº 1/2009).

Quadro 2 - Classificação dos fundos de investimento brasileiros

REGULAÇÃO		
Nível 1	Nível 2	Nível 3
Classe dos Ativos	Riscos	Estratégias de investimentos
Fundos de Renda Fixa	Simple	Renda Fixa simples
	Indexado	Índices
	Baixa Duração Média Duração Alta duração Livre duração	Soberano Graus de Investimento Crédito Livre
	Investimento no Exterior	Investimento no exterior Dívida Externa
Fundos de Ações	Indexado	Índices
	Ativo	Dividendos Índice ativo Livre Setoriais <i>Small Caps</i> Sustentabilidade/Governança Valor/Crescimento
	Específicos	FMP – FGTS Fechado de ações Mono ações
	Investimentos no Exterior	Investimento no Exterior
Fundos Multimercados	Alocação	Balaceado Dinâmicos
	Estratégia	Macro Trading <i>Long and Short neutro</i> <i>Long and short direcional</i> Juros e moedas Livre Capital protegido Estrutura específica
	Investimento no exterior	Investimento no exterior
Fundos Cambiais	Cambial	Cambial

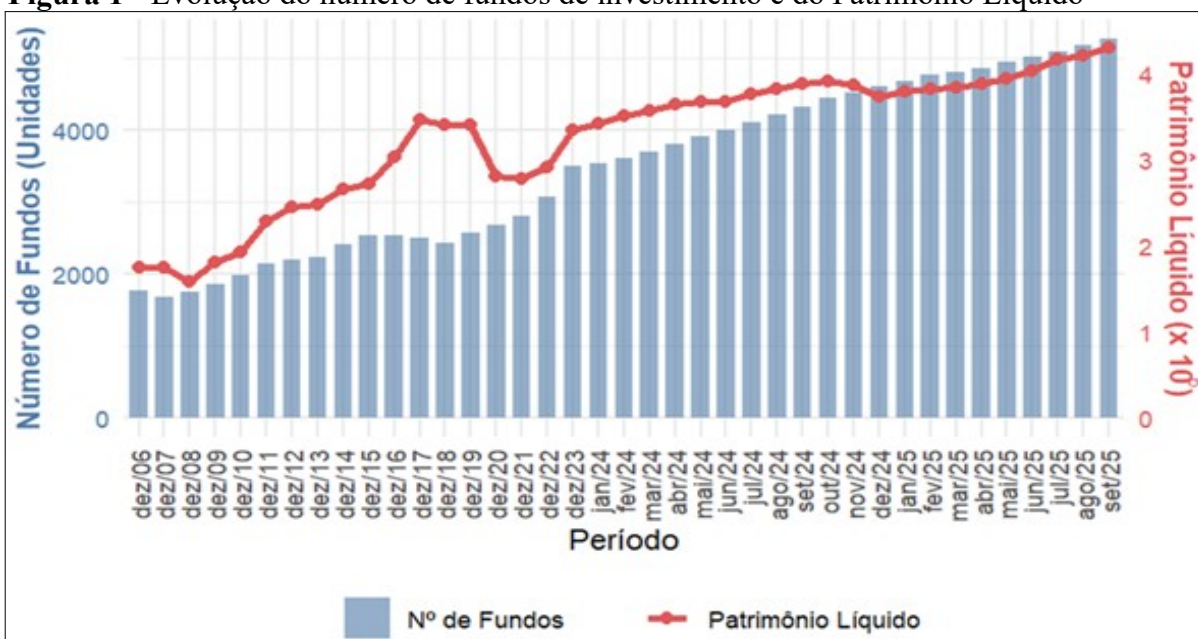
Fonte: O autor, 2025. Com base em ASSOCIAÇÃO DE ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITAIS.

Destarte, o sistema de fundos de investimento constitui uma das mais relevantes formas de intermediação financeira no Brasil e no mundo (ANBIMA, 2025). De acordo com a Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais (ANBIMA), o mercado brasileiro de fundos é o maior da América Latina, com uma expressiva participação no PIB e no patrimônio líquido da indústria financeira nacional (ANBIMA, 2025), estes são classificados de acordo com o Quadro 2.

Nesse cenário, os fundos de investimento consolidaram-se como um dos principais veículos de alocação de recursos na economia, desempenhando um papel fundamental na intermediação financeira e na gestão de liquidez, tanto para o setor privado quanto para o setor público (Braun; Christophers, 2024). Para esses autores a relevância desses instrumentos transcende a mera acumulação de capital, refletindo o amadurecimento do mercado de capitais e a busca por gestão profissionalizada de ativos.

De acordo com os dados divulgados pela ANBIMA (Figura 1), em 2025 existiam 5.370 fundos de investimento em renda fixa registrados com um Patrimônio Líquido (PL) total acumulado de mais de R\$ 3 trilhões sob gestão (ANBIMA, 2025).

Figura 1 - Evolução do número de fundos de investimento e do Patrimônio Líquido



Fonte: O autor, 2025. Com base em ASSOCIAÇÃO DE ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITAIS.

A Figura 1 ilustra a evolução conjunta do número de fundos de renda fixa e do patrimônio líquido consolidado do segmento entre 2006 e 2025, a análise revela três fases distintas. Entre 2006 e 2016, observa-se o crescimento simultâneo do número de fundos e do

PL, reflexo da expansão do mercado de capitais e da ampliação do acesso institucional a veículos de investimento. A partir de 2017, o número de fundos apresenta trajetória de leve retração, enquanto o PL mantém tendência ascendente, fenômeno que indica consolidação do setor, com fundos maiores absorvendo recursos antes distribuídos entre múltiplos veículos menores. O período de 2022 a 2025, marcado pelo ciclo de alta da taxa SELIC e pela volatilidade macroeconômica associada ao pós-pandemia, registra aceleração do crescimento do PL, evidenciando a atratividade dos fundos de renda fixa em cenário de juros elevados, contexto diretamente relevante para a análise da eficiência dos fundos exclusivos do FN no período analisado nesta dissertação.

Os fundos exclusivos, por sua vez, representam uma modalidade de fundo composta por um único cotista, cuja finalidade é atender às demandas específicas, com maior controle e flexibilidade na gestão de ativos (Gouveia *et al.*, 2017). No âmbito da MB, os fundos exclusivos vinculados ao Fundo Naval são os fundos de investimento exclusivos de renda fixa “Caixa Acanthus FI Financeiro RF” e o “BB Admiral FI Financeiro RF”, classificados como renda fixa (nível 1), livre duração (nível 2) e grau investimento e crédito livre (nível 3), de acordo com o Quadro 2.

Dessa forma, as restrições que regem o Fundo Naval não eliminam a necessidade de desempenho e revelam a necessidade de mensuração da eficiência, uma vez que a gestão deve maximizar resultados dentro de limites legais e institucionais estritos.

1.1.1 Fundos de Investimento exclusivos do Fundo Naval

Os fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval são o BB Admiral FI Financeiro RF, gerido pelo Banco do Brasil, e o Caixa Acanthus FI Financeiro RF, gerido pela Caixa Econômica Federal, ambos sob supervisão da DFM (DFM, Memorando nº 1/2009). De acordo com a taxonomia da ANBIMA (2025), os dois fundos são classificados como renda fixa, livre duração, grau de investimento, crédito livre, utilizando o CDI como benchmark e alocando predominantemente em Títulos Públicos Federais e depósitos a prazo de bancos privados.

A composição da carteira do BB Admiral, apresentada na Tabela 2, e a do Caixa Acanthus, na Tabela 3, são estruturalmente semelhantes, onde ambas permitem alocação de até 100% em Títulos Públicos Federais e têm restrição ao investimento no exterior. Todavia, diferem em aspectos relevantes para a análise da eficiência. O Admiral admite alocação de até

100% em ativos de crédito privado e permite operações compromissadas com a administradora como contraparte, o que pode ampliar flexibilidade tática da gestão. O Acanthus estabelece limites de concentração por tipo de emissor, até 100% para instituições financeiras autorizadas pelo Central, até 20% para ativos emitidos pela própria administradora ou gestora, e até 10% para companhias abertas, o que impõe uma estrutura de diversificação mais granular. Essa diferença regulatória entre os dois tipos de fundos pode se refletir em distintos perfis de risco e custo operacional, dimensões que o modelo DEA-SBM captará na estimação da fronteira de eficiência.

Tabela 2 - Composição da Carteira de investimentos do BB Admiral

Composição da Carteira		Mínimo	Máximo
Títulos Públicos Federais e operações compromissadas lastreadas em Títulos Públicos Federais		0%	100%
Cotas de Fundos de Investimento classificados como Renda Fixa		0%	20%
Títulos de emissão privada, considerados como de Renda Fixa		0%	100%
Outros Limites			
Operações que tenham como contraparte a ADMINISTRADORA, a Gestora, empresas a elas ligadas, bem como os fundos de investimento e carteiras por ela administradas ou geridas		Permitido	
Limites para Investimento no Exterior			
Ativos financeiros no exterior, compatíveis com a política de investimento da classe, direta ou indiretamente.		Vedado	
Limites para Crédito Privado		Mínimo	Máximo
Ativos ou modalidades operacionais de responsabilidade de pessoas físicas ou jurídicas de direito privado, direta ou indiretamente.		0%	100%
Política de utilização de Derivativos			
Realização de operações com o objetivo de proteger posições detidas à vista (<i>hedge</i>).		Permitido	
Alavancagem – Para fins deste conceito considera-se o limite a exposição ao Risco de Capital		Vedado	
Exposição ao Risco de Capital medida pelo limite de margem bruta		Até 20%	

Fonte: O autor, 2025. Com base no Regulamento do Fundo de Investimento Admiral.

Conforme o Regulamento do BB Admiral, o fundo, cuja definição é oriunda do inglês, significa “Almirante”, apresenta uma carteira de investimentos composta por títulos públicos federais e depósitos a prazo de bancos privados, bem como possui como benchmark o CDI. Dessa forma, os limites estabelecidos para a composição da carteira em relação ao seu patrimônio líquido, de acordo com o Regulamento do BB Admiral, de 14 de maio de 2025,

deverão apresentar, isolada ou cumulativamente, a composição estabelecida de acordo com a Tabela 2.

Em relação ao Fundo CEF Acanthus, o Regulamento vigente do fundo define que o processo de seleção de ativos financeiros é baseado na análise de cenários econômicos e financeiros. A composição da carteira do fundo é composta por Títulos Públicos Federais e Depósitos de longo prazo de bancos privados, bem como utiliza como benchmark o CDI, conforme exposto na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição da Carteira de investimentos do CEF Acanthus

Composição da Carteira	Mínimo	Máximo
I) Títulos Públicos Federais, em operações finais e/ou compromissadas.	0%	100%
II) Ativos financeiros privados emitidos por instituição financeira autorizada a funcionar pelo Banco Central do Brasil e/ou companhia aberta, em operações finais e/ou compromissadas, observados os seguintes limites de concentração por emissor		
a) Quando o emissor for instituição financeira autorizada a funcionar pelo Banco Central do Brasil.	Até 100%	
b) Quando o emissor ou a Administradora Gestora ou empresas a elas ligadas.	Até 20%	
c) Quando o emissor for Companhia aberta	Até 10% do Patrimônio Líquido da Classe	

Fonte: O autor, 2025. Com base no Regulamento do Fundo de Investimento Acanthus.

As diferenças regulatórias entre os fundos não invalidam sua comparação, mas ajudam a explicar como custos, risco e escala podem se combinar de forma distinta na geração de retorno, justificando a mensuração relativa por meio da DEA.

No que tange à governança dos fundos exclusivos do Fundo Naval, esta é conduzida sob a supervisão da DFM, que estabelece diretrizes de aplicação e acompanhamento dos recursos, em conformidade com as normas internas e portarias ministeriais (DFM, Memorando nº 1, 2019). Essa estrutura de governança tem como objetivo garantir o alinhamento das decisões financeiras às metas estratégicas da Força Naval, estabelecidas no Planejamento Estratégico da Marinha (PEM) (PEM2040, 2020) e à observância dos princípios da economicidade, da eficiência e da transparência.

Nesse sentido, a governança do Fundo Naval está em consonância com a Teoria da Legitimidade, segundo a qual as organizações buscam alinhar suas práticas e divulgações às expectativas da sociedade para manter sua legitimidade institucional (Suchman, 1995). Dessa forma, a mensuração da eficiência dos fundos de investimento exclusivos representa não apenas um indicador técnico de desempenho, superando limitações do binômio tradicional risco *versus*

retorno (Macedo; Macedo, 2008 e Bisso *et al.*, 2016), mas um mecanismo de demonstração de *accountability* pública e de comprometimento da MB com as boas práticas de gestão pública e governança (Alonso, 2022).

1.2 Eficiência na Administração Pública

A capacidade de conversão de recursos financeiros e institucionais em resultados mensuráveis, sob restrições legais e orçamentárias, na Administração Pública não é um fenômeno recente, mas ganhou contornos de urgência e centralidade a partir dos movimentos de reforma de Estado ocorridas nas décadas de 1980 e 1990. A transição de um modelo de administração pública burocrática, focado excessivamente no controle de processos e na conformidade legal, para um modelo de Administração Pública Gerencial ou *New Public Management*, representou uma mudança de paradigma. Este novo modelo volta-se para a obtenção de resultados, a qualidade dos serviços prestados ao cidadão e a otimização na aplicação dos recursos públicos (Hood, 1995).

No Brasil, o marco jurídico dessa transformação foi a Emenda Constitucional nº 19, de 1998, que inseriu explicitamente o princípio da eficiência no caput do artigo 37 da Constituição Federal, ao lado dos princípios da legalidade, impessoalidade, moralidade e publicidade. A LRF reforçou esse mandato ao impor metas de resultado e critérios de sustentabilidade financeira que condicionam a discricionariedade do gestor público na alocação de recursos. Com isso, a eficiência deixou de ser apenas uma boa prática gerencial para se tornar um dever constitucional orientador da atuação administrativa, refletindo a crescente pressão social por maior racionalidade no gasto público em um contexto de restrição fiscal (Alonso, 2022).

A eficiência, nesse contexto, pode ser compreendida como a obrigação de buscar a melhor relação possível entre recursos empregados, insumos, e os resultados alcançados, produtos ou serviços, visando sempre a qualidade do gasto público (Ferradaes, 2019). Contudo, a operacionalização desse princípio impõe desafios relevantes, sobretudo no que se refere à mensuração do desempenho em ambientes caracterizados por múltiplos insumos e resultados nos quais a diversidade de objetivos públicos e a ausência de sinais de mercado tornam inadequadas métricas unidimensionais de avaliação, demandando abordagens mais abrangentes (Alqasimi *et al.*, 2025). Embora a utilização de indicadores seja fundamental para subsidiar a tomada de decisão, comunicar resultados e fortalecer *accountability*, tais medidas isoladas

podem ser insuficientes para capturar a eficiência de forma abrangente (Pereira et al., 2021; Alonso, 2022).

Para Negri e Dincă (2023), a eficiência pública não pode ser explicada apenas por volume de gasto, mas sim pela capacidade institucional de conversão de recursos em resultados. Nesse viés, a literatura de gestão e avaliação de desempenho reforça que a ausência de mensuração compromete o processo gerencial e reduz a capacidade institucional de monitorar resultados (Alonso, 2022). Sob essa ótica, a ausência de mensuração compromete o processo gerencial e inviabiliza a obtenção de resultados consistentes, tornando-se, portanto, necessário aferir resultados e compreender os processos como condição fundamental para uma administração eficaz (Alonso, 2022). Nesse diapasão, o emprego de métodos quantitativos não paramétricos que integram múltiplas dimensões de insumo e produto sem impor restrições funcionais rígidas destaca-se como a abordagem mais coerente com os objetivos desta pesquisa e com as exigências de *accountability* do setor público (Pereira et al., 2021; Alonso, 2022).

Destarte, a eficiência técnica, entendida como capacidade de maximizar resultados dado um conjunto de insumos disponíveis, destaca-se como a dimensão a ser operacionalizada por excelência no âmbito da gestão financeira pública. Sua mensuração requer métodos que dispensem a especificação previa de uma função de produção e que sejam capazes de integrar simultaneamente múltiplos insumos e produtos heterogêneos. Tais características distinguem a Análise Envoltória de Dados (DEA) como ferramenta analítica privilegiada neste contexto, conforme explorado nas seções subsequentes.

Em contextos como o da gestão financeira do FN, onde os sinais de mercado são parcialmente ausentes e os objetivos públicos são múltiplos e não inteiramente monetizáveis, a eficiência técnica assume papel central por ser a dimensão possível de ser operacionalizada de forma direta por métodos não-paramétricos. Esta dissertação evidencia, portanto, na mensuração da eficiência técnica, reconhecendo, na linha de Aparicio *et al.* (2023), que decomposições inadequadas entre dimensões analíticas podem conduzir a interpretações equivocadas da performance global. As dimensões social e institucional, embora relevantes, não são quantificadas neste estudo, o que constitui limitação a ser explorada em pesquisas futuras.

Neste estudo, portanto, a eficiência pública não é tratada apenas como racionalização de gastos, mas como capacidade de converter recursos institucionalmente vinculados em resultados compatíveis com a missão do Estado e com os princípios constitucionais da administração pública.

1.2.1 Dimensões da mensuração da eficiência

A avaliação de desempenho na gestão pública constitui um desafio de elevada complexidade, que exige de gestores públicos a compreensão de suas múltiplas dimensões analíticas, institucionais e normativas (Furculita, 2023). Diferentemente do setor privado, em que a eficiência pode ser avaliada predominantemente a partir de relações entre custos e resultados financeiros, no setor público a mensuração do desempenho exige uma abordagem mais abrangente, capaz de capturar não apenas aspectos produtivos, como também os efeitos sociais, institucionais e de legitimidade associados à ação estatal (Moore, 1995; Suchman, 1995).

Em sua formulação clássica, Farrell (1957) distinguiu dois tipos de eficiência, a técnica e a alocativa. A eficiência técnica refere-se à capacidade de uma organização em produzir o máximo possível de resultados a partir de um conjunto fixo de insumos (Cooper; Seiford; Tone, 2007), ou seja, de transformar insumos (*inputs*) em produtos ou serviços (*outputs*) de forma produtiva, reduzindo desperdícios e melhorando a qualidade dos serviços (Farrell, 1957).

A alocativa está relacionada à habilidade de utilizar esses insumos nas proporções mais adequadas, considerando seus preços e relevância estratégica de cada fator para os objetivos organizacionais (Farrell, 1957). Esta diz respeito à distribuição ótima dos recursos entre as diferentes atividades ou programas, de modo que cada unidade receba o montante proporcional à sua contribuição para os objetivos organizacionais (Aparicio et al., 2023).

Já a eficiência econômica combina a eficiência técnica e a eficiência alocativa, refletindo a capacidade de alcançar resultados ao menor custo possível, sem comprometer a eficácia, conceito central para desenvolvimento de modelos modernos de análise de produtividade (Aparicio et al., 2023).

A eficiência social avalia o grau em que as ações públicas atendem às demandas coletivas e produzem benefícios sociais relevantes, sendo um indicador de legitimidade e impacto público. A eficiência institucional diz respeito à coerência entre a estrutura organizacional, os processos administrativos e os objetivos estratégicos da instituição, evidenciando a maturidade da governança pública (Silva *et al.*, 2025).

Contudo, a avaliação da eficiência no setor público transcende a análise puramente técnica. Moore (1995) argumenta que as organizações públicas devem ser avaliadas pelo valor público que geram, e não apenas pela relação entre custos e produtos. Isso implica que

eficiência pública deve considerar também a legitimidade das ações, a satisfação dos cidadãos e o impacto social das políticas implementadas (Suchman, 1995).

Avanços recentes na literatura de eficiência reforçam essa visão de demonstrar que decomposições inadequadas da eficiência econômica podem conduzir a interpretações equivocadas da eficiência alocativa (Furculita, 2023), sobretudo em contextos nos quais sinais de mercado são imperfeitos, como ocorre no setor público (Aparicio *et al.*, 2023). Em consonância, estudos sobre modelos de gestão do desempenho público evidenciam que a mensuração da eficiência deve ser compreendida como um constructo multidimensional, integrando critérios econômicos, organizacionais e sociais, sob pena de reduzir a complexidade inerente à ação estatal. (Furculita, 2023)

Dessa forma, a literatura contemporânea propõe que a eficiência seja analisada sob diferentes dimensões inter-relacionadas, como a eficiência técnica, a alocativa, a econômica, a social e a institucional (Basso e Funari, 2017; Alonso, 2022 e Henriques *et al.*, 2023).

Na prática, essas dimensões se interconectam e se reforçam mutuamente. No caso da MB, a eficiência técnica se manifesta na capacidade operacional e logística das unidades navais, a alocativa, na distribuição estratégica dos recursos do Fundo Naval, a econômica, na gestão eficiente dos recursos do Fundo Naval, e a social e institucional, na contribuição da Força para a defesa, a ciência e a soberania nacional (Silva *et al.*, 2025).

Além do aspecto técnico, a mensuração da eficiência desempenha um papel estratégico na gestão por resultados, fortalecendo o ciclo de planejamento, monitoramento e avaliação (PM&A) das políticas públicas (Pereira *et al.*, 2021). No caso da administração naval, a mensuração quantitativa da eficiência contribui para fundamentar decisões de investimento, apoiar o planejamento estratégico da defesa e legitimar a aplicação dos recursos perante os órgãos de controle e a sociedade (Silva *et al.*, 2025).

Dessa forma, compreender e mensurar a eficiência na administração pública, sob suas múltiplas dimensões, é fundamental para aprimorar a governança e fortalecer a legitimidade institucional. No caso específico do Fundo Naval, a avaliação da eficiência não se limita ao retorno financeiro, mas se estende à capacidade de promover a otimização do portfólio de investimentos e de corroborar para que os resultados obtidos estejam alinhados à missão constitucional da MB e às diretrizes estratégicas de defesa nacional.

Destarte, a articulação entre a Nova Gestão Pública e instrumentos quantitativos de mensuração de eficiência tem sido evidenciada em estudos que aplicam a DEA especificamente em contextos de gestão pública. Pessanha e Melo (2021), demonstraram que a DEA constitui ferramenta de *benchmarking* adequada para avaliar custos operacionais de concessionárias

públicas de transmissão elétrica, validando sua aplicabilidade em setores regulados com múltiplos objetivos de desempenho. Silva *et al.* (2025), aplicaram DEA para mensurar a eficiência de Capitania Fluviais da Marinha do Brasil sob a ótica de custos, reforçando a pertinência do método na organização em questão. Alqasimi *et al.* (2025), revisaram evidências sobre o impacto das instituições na eficiência do setor público, identificando que instrumentos de *benchmarking* quantitativo figuram entre as ferramentas recomendadas pelos movimentos de reforma gerencial para fortalecer a *accountability* e a economicidade. Esses estudos demonstram que a DEA não é apenas um método analítico, mas um instrumento de governança coerente com os princípios doutrinários da NPM, na medida em que viabiliza a comparação objetiva de desempenho entre unidades públicas e oferece metas concretas e factíveis de aprimoramento.

Assim, a mensuração da eficiência nas instituições públicas, como a MB, cumpre dupla função, a instrumental, tendo em vista que orienta decisões e melhora o desempenho operacional e a simbólica, na medida em que reforça a legitimidade organizacional ao demonstrar racionalidade e compromisso com o uso responsável dos recursos públicos (Suchman, 1995; Pereira *et al.*, 2021). Desse modo, sob a ótica da Teoria da Legitimidade, a eficiência torna-se um elo entre o desempenho mensurável e credibilidade institucional. Nesse contexto, a eficiência técnica, dentre essas formas, assume papel central neste estudo, por ser possível operacionalizar por meio de métodos não paramétricos, como a Análise Envoltória de Dados.

Portanto, no âmbito desta dissertação, a mensuração concentra-se na eficiência técnica, entendida como a capacidade de cada unidade gestora de maximizar o retorno obtido dado o conjunto de insumos empregados. Essa delimitação é coerente com a natureza dos dados disponíveis e com as restrições do método não paramétrico adotado, uma vez que a mensuração da eficiência alocativa exigiria a especificação de preços de insumos de produtos que, no contexto de fundos públicos sujeitos a restrições regulatórias, não refletem necessariamente a lógica de mercado. Reconhece-se, contudo, que as dimensões alocativa e dinâmica da eficiência constituem extensões relevantes para pesquisas futuras.

1.3 Avaliação do desempenho de fundos de investimento

A mensuração do desempenho, ou performance, é o processo pelo qual julga-se a qualidade da gestão de um fundo, onde, historicamente, a métrica mais intuitiva é a

rentabilidade. No entanto, a teoria moderna das finanças, cujo marco inicial é o trabalho seminal de Markowitz (1952), sobre a seleção dos portfólios, demonstrou conclusivamente que o retorno não pode ser analisado sem a variável risco. Markowitz introduziu o conceito de fronteira eficiente, demonstrando que para um dado nível de retorno, existe um portfólio que minimiza o risco, o qual é medido pela variância ou desvio-padrão dos retornos, sendo verdadeira a hipótese de que há um portfólio que maximiza o retorno para um dado nível de risco, de acordo com a Equação (1)

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n w_i w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} \quad (1)$$

Onde:

- σ_p^2 é a variância do portfólio (risco total);
- w_i é a proporção (peso) do ativo i no portfólio;
- σ_i^2 é a variância do ativo i; e
- ρ_{ij} corresponde ao coeficiente de correlação entre os retornos dos ativos i e j.

Essa relação risco x retorno originou os principais indicadores de desempenho ajustado ao risco. As métricas de avaliação de desempenho incluem técnicas como o índice de Sharpe, o índice de Treynor, o Beta (β), derivado do Modelo de Precificação de Ativos de Capital (CAPM) e o Alfa de Jensen.

Proposto por Sharpe (1964), o índice de Sharpe mede a performance de um investimento comparada com um ativo livre de risco e normalizada pelo seu desvio padrão, ou seja, o indicador de volatilidade, calculado de acordo com a Equação (2).

$$\text{Índice de Sharpe} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (2)$$

Onde:

- R_p : retorno do portfólio;
- R_f : taxa de retorno de um ativo livre de risco; e
- σ_p : desvio-padrão (volatilidade) dos retornos do portfólio.

O índice de Treynor, sugerido por Treynor (1965), tem uma abordagem similar, mas utiliza o risco sistêmico, ou “beta” (β), como denominador, ou seja, consiste na razão entre o

excesso de retorno diante do ativo livre de risco e o risco sistêmico do ativo. É mais indicado para avaliar portfólios bem diversificados, onde o risco não-sistêmico foi em grande parte eliminado, pode ser expresso por meio da Equação (3), onde o β_p é o beta do portfólio.

$$\text{Índice de Treynor} = \frac{R_p - R_f}{\beta_p} \quad (3)$$

O Beta (β), por sua vez, é derivado do Modelo de Precificação de Ativos de Capital (CAPM) de Sharpe (1964), Lintner (1965) e Mossin (1966). Este mede o risco sistêmico, ou seja, a sensibilidade do fundo às oscilações do mercado como um todo, quantificando o risco sistêmico. O CAPM postula que o retorno esperado de um ativo é dado por meio da Equação (4).

$$E(R_p) = R_f + \beta_p [E(R_m) - R_f] \quad (4)$$

Onde:

- $E(R_p)$ é o retorno esperado do portfólio; e
- $E(R_m)$ é o retorno esperado do mercado.

Por fim, Jensen (1968) desenvolveu o Alfa de Jensen, que mede a capacidade do gestor de gerar um retorno acima do que seria esperado pelo CAPM, dado o nível de risco sistêmico do fundo. Um alfa positivo sugere que o gestor possui habilidade superior de seleção de ativos ("*stock picking*"). É calculado como a diferença entre o retorno realizado e o retorno esperado pelo CAPM, de acordo com a Equação (5), onde R_m é o retorno realizado do mercado.

$$\alpha_p = R_p - (R_f + \beta_p [R_m - R_f]) \quad (5)$$

Essas medidas clássicas permitam relacionar risco e retorno, proporcionando comparações entre fundos, contudo apresentam limitações metodológicas. Primeiramente, cada índice foca em um aspecto isolado, o Índice de Sharpe privilegia a relação risco x retorno

considerando volatilidade total. O Índice de Treynor concentra-se no risco sistemático e o Alpha de Jensen avalia retornos em relação ao modelo de precificação de ativos (CAPM).

No entanto, Macedo; Macedo (2008) destacam que essas medidas são unidimensionais, ou seja, cada índice resume o desempenho em uma única métrica, sem considerar simultaneamente diferentes insumos e múltiplos *outputs*. Assim, a aplicação isolada dessas métricas pode gerar vieses além de dificultar uma visão holística da eficiência (Macedo; Macedo, 2008).

A divergência estrutural entre métodos paramétricos e não paramétricos de avaliação de fundos foi documentada empiricamente por Fonseca *et al.* (2018) ao comparar alfas do modelo de quatro fatores de Carhart com escores de eficiência DEA-BCC para fundos de ações. Os autores evidenciaram correlação de *Spearman* extremamente baixa entre os dois conjuntos de indicadores. Este achado é metodologicamente significativo na medida em que demonstra que o alfa e a eficiência DEA mensuram constructos fundamentalmente distintos da performance. Consequentemente, nesse contexto, a mensuração do método avaliativo não é neutra e afeta diretamente as conclusões sobre desempenho dos fundos. Essa evidência reforça a pertinência da DEA-SBM como abordagem principal

Nesse contexto, as métricas tradicionais seguem relevantes para a análise de desempenho financeiro, mas não avaliam simultaneamente escala, risco, custo e retorno. Assim, uma avaliação com múltiplos *inputs* com abordagem não-paramétrica, como a Análise Envoltória de Dados (DEA), permite ao gestor uma resposta integrada e relativa acerca da mensuração da eficiência dos fundos sem a necessidade de pré-definir pesos para cada variável.

1.4 Mensuração da Eficiência com aplicação da Análise Envoltória de Dados

A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*), proposta por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), o modelo CCR, e estendida por Banker, Charnes e Cooper (1984), o modelo BCC, com retornos variáveis de escala, são modelos não paramétricas baseados em programação linear, projetados para avaliar a eficiência relativa entre as Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision-Making Units - DMU*). Essas unidades podem representar organizações, instituições públicas, setores produtivos ou, no caso deste estudo, fundos de investimento, que convertem recursos financeiros e administrativos em resultados de desempenho econômico-financeiro (Macedo; Macedo, 2008; Bisso *et al.*, 2016).

Diferentemente de modelos paramétricos, a DEA não requer especificação prévia de uma função de produção (Pessanha; Melo, 2021), o que torna flexível em ambientes como os mercados financeiros.

A partir de uma fronteira de eficiência, que representa as melhores práticas observadas, as DMUs que se localizam sobre essa fronteira são consideradas eficientes, bem como são consideradas ineficientes aquelas que não se localizam na fronteira (Charnes, Cooper e Rhodes; 1978). De acordo com Mergoni, Emrouznejad e Witte, (2025), a DEA calcula um escore de eficiência para cada uma delas, variando entre 0 e 1, que representa a distância da DMU até a fronteira, identificando e quantificando a ineficiência, além de apontar as unidades eficientes que podem ser utilizadas como benchmark e, dessa forma, podem servir como modelo de gestão.

Embora a fronteira DEA e a fronteira eficiente de Markowitz utilizem o conceito de eficiência, estas possuem fundamentos distintos. A fronteira de Markowitz representa combinações ótimas de risco e retorno derivadas de um processo de otimização paramétrica, bem como responde quais carteiras maximizam retorno para determinado nível de risco (Markowitz, 1952), enquanto a fronteira DEA é constituída empiricamente a partir das melhores práticas observadas dentro da amostra e identifica quais unidades transformam recursos em resultados de maneira relativamente mais eficiente (Tone, 2001). Assim, as duas metodologias devem ser interpretadas como complementares e não concorrente.

No âmbito desta dissertação, a fronteira DEA deve ser interpretada como uma fronteira empírica de melhores práticas observadas, e não como uma fronteira ótima em sentido absoluto. Assim, um fundo classificado como eficiente pelo modelo DEA-SBM não é necessariamente o melhor fundo possível em termos de mercado, mas aquele que, diante da amostra selecionada e das variáveis em estudos com fundos públicos e institucionais, pois permite avaliar a eficiência sob restrições regulatórias, operacionais e informacionais específicas, preservando a comparabilidade entre DMUs homogêneas (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978, Banker; Charnes; Cooper, 1984; Cooper; Seiford; Tone, 2007).

Dessa forma, a eficiência no contexto da DEA é compreendida como a razão entre a combinação ponderada dos produtos (*outputs*) gerados pelas unidades e a combinação ponderada de insumos (*inputs*), sob as restrições impostas pelo conjunto de observações (Charnes, Cooper e Rhodes; 1978). Assim, cada DMU é avaliada em termos relativos, comparando-se com as demais da amostra, de modo a determinar o grau de atuação necessário sobre insumos ou produtos para atingir a fronteira de eficiência (Mergoni; Emrouznejad; Witte, 2025).

O processo de aplicação da DEA envolve três etapas fundamentais. A primeira consiste na identificação e escolha da *Decision Making Units* (DMUs) que serão objeto da avaliação. Na sequência, é necessário selecionar, dentre as variáveis disponíveis, aquelas que melhor representam os recursos utilizados e os resultados obtidos, de forma a garantir uma mensuração adequada da eficiência. Por fim, procede-se à definição do modelo DEA compatível com os objetivos da pesquisa e com as características do conjunto de dados analisados (Golany; Roll, 1989).

Em relação a definição das DMUS, esta constitui etapa inaugural e estrutural do processo de aplicação da DEA sendo determinante para a validade interna e externa dos escores de eficiência estimados. No contexto da avaliação de fundos de investimento, de acordo com Lanza e Silveira (2024), as DMUs são tipicamente definidas como fundos individuais, avaliados em um mesmo horizonte temporal, permitindo comparações relativas consistentes. Tal definição é coerente com a natureza da DEA, que mensura eficiência de forma relativa, tomando como referência a fronteira empírica formada pelas próprias unidades da amostra.

Entretanto, conforme estabelecido por Golany e Roll (1989), a mera identificação de unidades semelhantes não é suficiente. Os autores enfatizam que as DMUs devem operar sob condições tecnológicas comparáveis, utilizando insumos e produzindo *outputs* análogos, de forma que compartilhem uma fronteira de produção comum. A homogeneidade funcional é condição necessária para evitar distorções na construção da fronteira eficiente, uma vez que a inclusão de unidades estruturalmente distintas pode gerar benchmarks artificialmente inatingíveis ou, inversamente, superestimar a eficiência de determinadas unidades. No caso de fundos de investimentos, a definição das DMUs como fundos individuais justifica-se pelo fato de estarem sujeitos a arcabouço regulatório semelhante, objetivos institucionais convergentes e estrutura operacional comparável, o que garante aderência ao princípio da homogeneidade requerido pelo método.

Adicionalmente, Mergoni, Emrouznejad e Witte (2025) ressaltam que a definição das DMUs deve considerar não apenas a similaridade estrutural, como também a dimensão temporal e o modelo como um todo. A decisão entre avaliar unidades em corte transversal ou sob perspectiva intertemporal implica diferentes interpretações da eficiência. quando avaliados em um mesmo período consolidado, como adotado neste estudo, os fundos são comparados em termos de eficiência técnica estática, assumindo-se uma tecnologia comum vigente no horizonte analisado. Tal escolha evita contaminações decorrentes de mudanças estruturais ao longo do tempo e preserva o poder discriminatório do modelo, especialmente quando o número de unidades é limitado. Assim, a definição das DMUs como fundos individuais consolidados no

período assegura coerência tecnológica, comparabilidade operacional e robustez analítica, elementos indispensáveis para a adequada construção da fronteira de eficiência.

Em relação à seleção das variáveis, a literatura aplicada à DEA para mensurar o desempenho de fundos enfatiza a capacidade técnica de tratar múltiplas entradas e saídas sem especificar uma função produtiva, bem como a influência do tamanho do fundo sobre as medidas de eficiência. Nessa seara, Choi e Murthi (2001), demonstram que um índice DEA pode incorporar retorno por unidade de risco e retorno por unidade de custo, permitindo avaliar se diferenças de performance decorrem de habilidades do gestor ou de economias de escala. Essa abordagem justifica a inclusão, em modelos DEA aplicados a fundos, de variáveis que capturem custos e risco, bem como a análise de retornos à escala (Tanuri *et al.*, 2024, Macedo; Macedo (2008) e Basso; Funari (2017).

Complementarmente, Basso e Funari (2017) discutem especificamente o papel do tamanho do fundo na avaliação por DEA, argumentando que tamanho pode ser tratado como input ou *output* a depender do objetivo do estudo. Os autores demonstram que a relação entre porte do fundo e eficiência pode ser inexistente linearmente, mas presente em termos de ranking.

No que tange à definição do modelo DEA, Mergoni, Emrouznejad e Witte (2025) também incluem a escolha do modelo como uma das fases importantes do emprego da DEA. A orientação adotada no modelo também influencia o resultado da mensuração. Nos modelos orientados a produto (*output-oriented*), como o utilizado nesta pesquisa, busca-se maximizar os resultados obtidos com os insumos disponíveis, ao passo que os modelos orientados ao insumo (*input-oriented*) buscam minimizar a aplicação de recursos para uma produção dada (Banker; Charnes; Cooper, 1984). Assim, eficiência orientada ao produto pode ser expressa como a razão entre a produção observada e a produção máxima possível para determinado nível de insumo e tecnologia (Mergoni; Emrouznejad; Witte, 2025).

Estudos como os de Choi; Murthi (2001); Macedo; Macedo (2008), Tanuri *et al.* (2024) indicam a predominância de abordagens voltadas à maximização de resultados, especialmente em contextos financeiros nos quais os insumos são relativamente rígidos no curto prazo. Modelos orientados ao produto permitem avaliar a capacidade dos fundos de expandir retornos dados os níveis de custo, risco e escala observados, alinhando-se aos objetivos de desempenho discutidos por Bisso et al. (2016), Gouveia et al. (2017), Fonseca *et al.* (2022), Silva, Roma e Iquiapaza (2018), Henriques *et al.* (2023) e Lanza e Silveira (2024).

Dessa forma, a DEA apresenta um arcabouço metodológico adequado para a mensuração da eficiência em fundos de investimento, ao permitir a avaliação relativa de

unidade homogêneas sob múltiplas dimensões de maneira simultânea, sem impor restrições funcionais rígidas. A capacidade da DEA de integrar custos, risco e retorno em uma única estrutura analítica justifica sua adoção na literatura financeira e sustenta sua escolha como método central deste estudo. A partir desse enquadramento geral, torna-se relevante examinar de forma mais específica como a DEA tem sido aplicada empiricamente à avaliação de fundos de investimento.

1.4.1 Aplicações da Análise Envoltória de Dados

A DEA é amplamente reconhecida na literatura por sua capacidade de fornecer avaliações abrangentes de desempenho, com base em um número limitado de pressupostos, incorporando múltiplas entradas e dimensões de saída. Gouveia et al. (2017) utilizaram um método DEA baseado em valor para avaliar fundos de investimento portugueses. O estudo de Choi e Murthi (2001) propõe a utilização da DEA como alternativa aos métodos tradicionais de avaliação de desempenho de fundos, como índices de retorno ajustado ao risco.

Basso e Funari (2017), investigam a influência do tamanho dos fundos italianos no desempenho quando avaliados por meio da DEA. Partindo da premissa de que o tamanho dos fundos pode influenciar economias de escala, custos operacionais, capacidade de diversificação e, conseqüentemente a eficiência, os autores indicam que o tamanho do fundo exerce papel significativo, mas que o efeito pode não ser linear.

No Brasil, o trabalho de Macedo e Macedo (2008) foi um dos pioneiros na aplicação da DEA para fundos DI. Mais recentemente, Fonseca *et al.* (2022) investigaram a relevância do fator eficiência, calculado via DEA, para explicar o retorno dos fundos no mercado brasileiro.

A aplicabilidade da Análise Envoltória de Dados (DEA) na avaliação de fundos de investimento pode ser observada nos estudos de Bisso et al. (2016). Estes analisaram produtividade e eficiência no mercado brasileiro de fundos, incorporando explicitamente a taxa de administração, o patrimônio líquido e risco como *inputs*. Os resultados indicam que custos elevados estão associados à redução de eficiência, reforçando a relevância da DEA como ferramenta para avaliar a gestão relativa de fundos. Em outra linha, Gouveia et al. (2017) aplica uma abordagem de DEA baseado no valor, demonstrando que incorporação de medidas de risco e beta altera substancialmente os rankings de desempenho, evidenciando a sensibilidade dos resultados à especificação do modelo.

Posteriormente, Fonseca *et al.* (2022), reforçam a utilidade da DEA não apenas como métrica descritiva, mas como fator explicativo do desempenho futuro. Estes autores

demonstram que a eficiência estimada via DEA possui capacidade explicativa sobre os retornos futuros dos fundos, sugerindo que a eficiência técnica captura dimensões persistentes da qualidade da gestão que não são plenamente refletidas em métricas tradicionais.

A versatilidade da DEA é também demonstrada por Silva *et al.* (2025), que a utilizaram para mensurar a eficiência das Capitâneas Fluviais da Marinha do Brasil sob a ótica de custos, validando a aplicabilidade da ferramenta no contexto organizacional da MB. Portanto, a DEA se apresenta como a metodologia mais adequada para cumprir os objetivos deste estudo, permitindo uma análise multidimensional e comparativa da eficiência dos fundos exclusivos do Fundo Naval.

Esses estudos demonstraram que, embora os contextos institucionais variem, a DEA é amplamente utilizada por governos para aprimorar a gestão de recursos de investimento público. A presente dissertação insere-se nesse contexto ao aplicar um modelo DEA-SBM adaptado às particularidades do Fundo Naval, contribuindo para ampliar a literatura sobre eficiência em fundos públicos no Brasil.

1.4.2 Aplicações da DEA *Slacks-Based Measure* (DEA-SBM)

Embora os modelos tradicionais tenham contribuído significativamente para a análise de eficiência, estudos mais recentes destacam limitações associadas às abordagens radiais, especialmente quando as DMUs apresentam folgas heterogêneas entre insumos e produtos. Nesse contexto, a DEA *Slacks-Based Measure* (DEA-SBM) supera essa limitação ao incorporar explicitamente as folgas de *inputs* e *outputs* na função objetivo e, dessa forma, destaca-se como uma extensão metodológica relevante (Tone, 2021).

O modelo SBM, proposto por Tone (2001), tem sido amplamente aplicado a estudos que demandam análise detalhada das folgas de eficiência, sobretudo em cenários onde as DMUs operam com variáveis heterogêneas e a simples análise radial não captura adequadamente os desperdícios. O SBM distingue-se por considerar explicitamente os excessos de *inputs* e os déficits de *outputs* na função objetivo, proporcionando um diagnóstico mais granular das causas da ineficiência.

No campo financeiro, pesquisas como as de Choi e Murthi (2001), Basso e Funari (2017) e Henriques *et al.* (2023) demonstram que o SBM consegue identificar, de forma mais precisa, componentes de desempenho sensíveis a custos operacionais e volatilidade, tornando-se particularmente adequado para fundos de investimento, tendo em vista que é capaz de capturar folgas associadas a custos e risco que não são adequadamente identificadas por modelos radiais.

Nesse sentido, Shi, Pei e Liu (2025) demonstram que a decomposição da eficiência em estágios operacionais e de portfólio permite identificar fontes específicas de ineficiência, evidenciando que custos administrativos e risco impactam significativamente o desempenho relativo. O modelo também tem sido utilizado para tratar variáveis de custos, taxas e indicadores de risco, sem necessidade de transformações radiais tradicionais. De acordo com Tone (2021), o modelo fornece a base conceitual para o tratamento simultâneo de *inputs* e *outputs* no âmbito do DEA-SBM, consolidando o modelo como referência metodológica para estudos que envolvem custos e risco.

A aplicação do SBM ao contexto do Fundo Naval permite captar ineficiências associadas a custos administrativos, alocação de ativos e volatilidade, oferecendo uma leitura mais realista da performance operacional. Assim, o SBM se apresenta como a metodologia mais apropriada para avaliar a eficiência de fundos públicos sujeitos a restrições legais, regulatórias e orçamentárias.

Dessa forma, a utilização do modelo SBM evita distorções radiais e permite identificar ineficiências específicas associadas a cada variável, o que é particularmente relevante em contextos de gestão pública, onde custos excessivos não podem ser compensados artificialmente por aumentos proporcionais de *output*.

1.5 Estudos sobre eficiência e desempenho de fundos

Com o objetivo de situar o presente estudo no contexto da literatura sobre eficiência e desempenho de fundos de investimento, apresenta-se a seguir trabalhos nacionais e internacionais que utilizam a Análise Envolvória de Dados (DEA) e métodos correlatos. O Quadro 3 sistematiza esses estudos, destacando os insumos e produtos considerados, bem como os principais resultados empíricos, permitindo identificar convergências e limitações ainda existentes na literatura.

Os estudos apresentados no Quadro 3 evidenciam convergência relevante quanto às variáveis empregadas na avaliação da eficiência e do desempenho de fundos de investimento, ao mesmo tempo em que revela divergências metodológicas importantes, as quais reforçam a necessidade de escolhas criteriosas e fundamentadas com base na literatura. Observa-se que a taxa de administração, o risco e escala patrimonial figuram de forma recorrente como insumos nos modelos analisados, enquanto a rentabilidade permanece como principal *output*, ainda que operacionalizada sob diferentes perspectivas.

Quadro 3 – Estudos sobre eficiência e desempenho de fundos

Autores	Estudo	Variáveis aplicadas		Resultados
		Inputs	Outputs	
Macedo e Macedo (2008)	Avaliação de desempenho de fundos DI no Brasil	Patrimônio Líquido Taxa de Administração Volatilidade	Retorno	DEA identifica ineficiências não captadas por métricas tradicionais
Basso e Funari (2018)	<i>Introducing Weights Restrictions in Data Envelopment Analysis Models for Mutual Funds</i>	<i>Payout</i> inicial <i>Downside Risk</i> Beta	Retornos	Restrições alteram escores e rankings, reduzem número de eficientes, aumentam robustez
Bisso et al. (2016)	<i>Productivity and efficiency in the Brazilian fund Market</i>	Taxa de administração; PL; Risco	Retorno	Custos reduzem eficiência
Gouveia et al. (2017)	<i>Performance Evolution using value-based DEA</i>	Risco; Beta	Retorno	<i>Value-based</i> DEA altera rankings
Fonseca et al. (2022)	Relevância do fator eficiência	Eficiência DEA	Retorno futuro	Eficiência explica retorno
Fonseca et al. (2018)	<i>Investment Funds: Performance using Carhart Model and Data Envelopment Analysis</i>	Patrimônio Líquido Taxa de Administração Volatilidade	Retorno médio mensal	Resultados DEA e paramétricos divergem; DEA captura múltiplos atributos melhor
Galagedera et al (2020)	<i>Do mutual fund managers earn their fees? New measures for performance appraisal</i>	Patrimonio Líquido <i>Total Risk + Downside</i>	Retornos	Fundos com altas taxas tendem a menor eficiência; poucos são eficientes
Silva; Roma; Iquiapaza (2018)	Taxa de administração sinaliza desempenho?	Taxa de Administração	Alfa; Retorno	Relação negativa entre taxa e desempenho
Henriques et al. (2023)	<i>Performance of US and European ETFs (BP-SBM)</i>	Custos; Risco	Retorno	SBM capta folgas
Tanuri et al. (2024)	Seleção de fundos baseada no alfa	Alfa	Retorno	Métricas paramétricas são limitadas
Lanza; Silveira (2024)	Taxa x Performance (RF soberana)	Taxa de administração	Retorno	Evidência robusta de erosão do desempenho
Shi; Pei; Liu (2025)	<i>Efficiency with risk and negative data</i>	Custos; CVaR	Retorno	<i>Two-stage</i> DEA melhora robustez
Maghbouli; Yekta (2023)	<i>Cost efficiency in production process</i>	Inputs (custos)	Produção	Fundamentação para <i>inputs</i>
Tone (2021)	<i>Dealing with desirable inputs in DEA</i>	Inputs	Eficiência	Base conceitual do DEA-SBM
Lin; Lu (2024)	<i>Discretionary Investments managers evaluation</i>	Custos; Ativos; Risco	Retorno	Ineficiências intertemporais
Peykani et al. (2023)	<i>Robust network DEA under uncertainty</i>	Custos; Risco	Retorno	Robustez frente a incerteza

Fonte: O autor, 2025.

No que se refere à taxa de administração, a literatura sintetizada no Quadro 3 apresenta evidências consistentes do seu efeito negativo sobre o desempenho e a eficiência dos fundos (Macedo; Macedo, 2008; Bisso *et al.*, 2016; Silva; Roma; Iquiapaza, 2018; Galagedera *et al.*, 2020 e Lanza; Silveira, 2024). Esses resultados sustentam o entendimento de que custos elevados tendem a corroer a rentabilidade líquida entregue ao cotista. Contudo, quando se considera heterogeneidade metodológica, alguns estudos modelam a taxa de administração como *input* ou a analisam isoladamente em regressões paramétricas. Essa diversidade sugere que, embora o sinal negativo seja recorrente, a magnitude e a forma pela qual os custos afetam a eficiência dependem do modelo adotado, reforçando a adequação de abordagens capazes de tratar explicitamente *inputs* de custos, onde a redução beneficia a eficiência, como DEA-SBM, conforme evidenciado nos estudos de Maghbouli e Yekta (2023) e Tone (2021).

Quanto à escala patrimonial, a evidência apresentada no Quadro 3 revela caráter ambíguo. Estudos que incorporaram o patrimônio líquido ou ativos sob gestão como *input* indicam que a escala pode tanto favorecer a eficiência, por meio de economias de escala, quanto gerar ineficiências associadas à complexidade operacional e à dificuldade de alocação de grandes volumes de recursos (Bisso *et al.*, 2016; Lin e Lu, 2024). Tal fato reforça que o tamanho do fundo, por si só, não é determinante de eficiência, justificando sua modelagem como insumo em estruturas que permitam distinguir eficiência técnica de efeitos puramente escalares.

Em relação ao risco, o Quadro 3 demonstra que a maior parte dos estudos incorpora essa dimensão como insumo, seja por meio de Volatilidade, Beta ou medidas alternativas, reconhecendo-o como recurso consumido no processo de geração de retornos (Macedo; Macedo, 2008; Gouveia *et al.*, 2017; Henriques *et al.*, 2023). Todavia, trabalhos recentes como Shi, Pei e Liu (2025), adotam medidas de risco de cauda, indicando que proxies tradicionais podem não capturar integralmente a exposição a eventos extremos. Essa divergência não invalida a aplicação da Volatilidade, amplamente empregada na literatura, mas evidencia que diferentes métricas de risco podem alterar rankings de eficiência e, consequentemente, a interpretação dos resultados. Assim, a escolha da proxy de risco envolve um *trade-off* entre sofisticação metodológica e comparabilidade empírica.

No que concerne ao *output*, a rentabilidade é aplicada de forma praticamente unânime como variável de resultado, de acordo com o Quadro 3, confirmando seu papel como produto do processo de gestão. Ainda assim, divergências metodológicas são observadas quanto à forma de mensuração e ao horizonte temporal considerado, como evidenciado por estudos que exploram retorno futuro ou métricas paramétricas alternativas (Fonseca *et al.*, 2022; Tanuri *et al.*, 2024). Embora a rentabilidade seja consenso como *output*, sua interpretação depende do

tratamento conferido às dimensões de escala, risco e custo, o que reforça a importância de modelos multivariados capazes de integrar essas dimensões de forma simultânea.

O Quadro 3 tanto sustenta a escolha das variáveis adotadas neste estudo, como evidencia que não existe consenso absoluto quanto à forma de operacionalizá-las, sobretudo no que se refere ao tratamento de custos e risco. Essa constatação reforça a pertinência da abordagem adotada, que combina a rentabilidade como output com a modelagem explícita da escala, do risco e da taxa de administração como dimensões relevantes da eficiência. Ao alinhar-se às regularidades empíricas observadas e, simultaneamente, reconhecer os contrapontos existentes na literatura, o presente estudo posiciona-se de forma crítica e metodologicamente consistente no debate sobre eficiência de fundos de investimento, especialmente no contexto de fundos públicos exclusivos.

Estudos como os de Gouveia et al. (2017) e Fonseca *et al.* (2022) demonstram que a DEA, quando aplicada a amostras com elevada heterogeneidade de escala, pode superestimar a eficiência de DMUs menores ao compará-las apenas com pares de porte semelhante. Esse problema é mitigado pela adoção de Retornos Variáveis de Escala (VRS), mas não eliminado. Por outro lado, Basso e Funari (2018) argumentam que a ausência de restrições de pesos nos modelos DEA clássicos pode permitir que uma DMU seja declarada eficiente com base em uma única variável favorável, ignorando desempenho inferior nas demais dimensões. Essa crítica justifica, neste estudo, a adoção do modelo DEA-SBM, cuja função objetivo penaliza explicitamente todas as folgas simultaneamente, tornando a eficiência sensível ao desempenho em cada dimensão avaliada.

Portanto, os fundamentos teóricos apresentados permitem compreender que a eficiência dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval não deve ser mensurada considerando somente a rentabilidade bruta observada, mas pela capacidade relativa de gerar resultado considerando escala, risco e custos. A combinação entre gestão pública, *accountability*, desempenho de fundos e modelos não paramétricos de eficiência fornece a base conceitual necessária para a formulação desta dissertação. Nesse sentido, o modelo DEA-SBM orientado ao *output* mostra-se aderente ao objetivo da pesquisa, tendo em vista que permite comparar fundos, identificar unidades eficientes, mensurar folgas, apontar *benchmarks* e estimar a distância relativa de cada fundo em relação à fronteira. Assim, a partir do referencial teórico desenvolvido, o capítulo seguinte apresenta os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa.

2 METODOLOGIA

Este capítulo descreve os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, detalhando o delineamento, estruturado com base nos princípios metodológicos propostos por Gil (2008) e Vergara (2007), que fornecem o arcabouço científico do estudo.

A pesquisa segue uma abordagem quantitativa, orientada por critérios de coleta, análise e interpretação de dados, de modo a assegurar coerência entre o problema de pesquisa, os objetivos propostos e os métodos quantitativos aplicados, bem como fortalecer a coerência interna e a transparência dos procedimentos. Na primeira seção, apresentam-se os métodos da pesquisa, na segunda, a seleção da amostra, e em seguida, descreve-se o processo de coleta de dados. Posteriormente, são detalhadas as técnicas de tratamento e análise dos dados e, por fim, delimita-se o escopo do estudo.

2.1 Método da Pesquisa

De acordo com Vergara (2007), quanto aos fins trata-se de uma pesquisa descritiva e explicativa, tendo em vista que esta descreve e analisa a eficiência dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval, por meio de variáveis que influenciam os resultados dos retornos dos investimentos.

Esta pesquisa possui cunho descritivo por buscar caracterizar o desempenho e a eficiência relativa dos fundos de investimentos exclusivos associados ao Fundo Naval, a partir de métricas econômico-financeiras observáveis, além de estabelecer e analisar as correlações entre as variáveis de *input* que ajudam a explicar os retornos dos investimentos dos fundos. Além disso, esta é uma investigação explicativa, sendo adequada quando se busca esclarecer características e determinados fenômenos com base em dados numéricos, o que se alinha aos objetivos deste estudo, na medida em que o propósito é estabelecer um modelo matemático não-paramétrico que permita identificar a eficiência observada e variáveis estruturais dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval, tais como escala patrimonial, risco e custo de gestão (Vergara, 2007).

De acordo com Gil (2008), este estudo tem uma abordagem quantitativa. Esta foi escolhida por sua capacidade de gerar dados numéricos que podem ser submetidos a análises estatísticas, permitindo a identificação de padrões e relações entre as variáveis de interesse.

Para isso foram utilizados dados secundários coletados de fontes oficiais da CVM, da MB, ANBIMA e do BACEN.

2.2 Seleção da Amostra

Para a condução da pesquisa, delimitou-se como objeto de estudo a Marinha do Brasil (MB), instituição subordinada ao Ministério da Defesa (MD), especificamente o Fundo Naval.

A população alvo deste estudo foi definida a partir do universo de fundos de investimento ativos. Deste total, foram filtrados e selecionados para compor a amostra aqueles que se mantiveram em operação por, no mínimo, cinco anos, além de classificados em fundos de renda fixa, grau livre de investimento, duração livre, crédito livre e investidor exclusivo e institucional, de acordo com os dados disponibilizados pela CVM e pela ANBIMA.

A escolha destes justifica-se pelo fato de serem os fundos institucionais e privados segundo critérios de homogeneidade regulatória, operacional e temporal que possibilitam comparação com os fundos pelos quais o Fundo Naval faz investimentos no mercado financeiro. Dessa forma, buscou-se, a partir dos dois fundos de investimento do Fundo Naval, selecionar fundos com classificação semelhante para fins de comparabilidade, respeitando as restrições de investimentos impostas pela legislação vigente ao Fundo Naval.

O período de análise compreende os exercícios de 2021 a 2025, permitindo observação de mudanças estruturais no desempenho dos fundos ao longo do tempo. A escolha do período se justifica tanto pela disponibilidade e consistência dos dados quanto pela viabilidade do processamento dos dados. Cabe ressaltar que a análise de eficiência em horizontes mais extensos impõe desafios significativos de infraestrutura computacional, tendo em vista o elevado volume de observações diárias dos fundos. Contudo, é mantida a relevância do intervalo para a análise de efeitos cumulativos associados a custos de gestão e risco assumido, os quais tendem a se manifestar de forma mais clara em horizontes temporais mais longos.

Dessa forma, a amostra final foi composta por 34 fundos de investimento, sendo eles os fundos exclusivos do Fundo Naval, Admiral e Acanthus, os fundos da Força Aérea Brasileira (FAB), BB Pacau FI Financeiro FR e Caixa Jambock FI Financeiro RF, e 30 fundos privados comparáveis e com características similares selecionados para fins de construção da fronteira de eficiência relativa, totalizando 34 DMUs, primeira etapa para aplicação da DEA (Golany; Roll, 1989).

A justificativa para inclusão dos fundos exclusivos da Força Aérea Brasileira (FAB), Pacau e Jambock, como DMUs comparadoras fundamenta-se em três critérios de homogeneidade. Primeiro, a identidade de classificação ANBIMA, esses fundos compartilham do mesmo enquadramento regulatório quanto aos níveis 1, 2 e 3 dispostos no Quadro 2. Segundo, a identidade dos gestores, uma vez que o Banco do Brasil (BB) e a Caixa Econômica Federal (CEF) operam os fundos da MB e da FAB, o que minimiza diferenças decorrentes de cultura organizacional. Terceiro, a convergência de objetivos institucionais, em ambos os casos o cotista é um fundo público de defesa nacional sujeito às mesmas restrições impostas por meio da IN STN nº 4/2004, o que garante comparabilidade da tecnologia de produção subjacente, condição necessária para a validade das comparações DEA (Golany; Roll, 1989).

A unidade de análise da pesquisa corresponde à DMU na qual cada fundo tem os dados consolidados no período de 2021 a 2025. Assim, cada fundo é tratado como uma unidade tomadora de decisão cuja eficiência é mensurada a partir de variáveis agregadas no horizonte temporal do estudo. Essa escolha permite avaliar características estruturais da gestão, reduzindo o ruído de curto prazo associado às oscilações mensais dos retornos e preservando a coerência com o objetivo de avaliar a eficiência relativa dos fundos em perspectiva acumulada. A agregação temporal também é compatível com o interesse gerencial da pesquisa, voltado à identificação de *benchmarks*, folgas e *targets* capazes de subsidiar decisões de governança financeira no âmbito da Diretoria de Finanças da Marinha.

2.3 Coleta dos dados

Visando a estruturação do modelo de mensuração da eficiência, a seleção de dados desta pesquisa fundamentou-se nos critérios estabelecidos por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e Banker, Charnes e Cooper (1984). Segundo os autores, é premissa que os dados para análise da eficiência possuam disponibilidade e apresentem métricas compreensíveis. Adicionalmente, a coleta de dados foi pautada nos tipos de variáveis de *inputs* e *outputs* consagrados na literatura, bem como na pertinência dessas variáveis ao contexto operacional das unidades analisadas. Sob essa ótica, Tone (2001) defende uma abordagem holística, recomendando que os insumos e produtos escolhidos contemplem todo o espectro de recursos consumidos e resultados gerados pelas entidades sob avaliação.

Assim, considerando os objetivos desta pesquisa, a coleta de dados foi realizada por meio de fontes secundárias. Foram utilizados dados já existentes para esta pesquisa, pois visam à análise quantitativa (Lakatos; Marconi, 2017). As fontes foram os dados diários e cadastrais

dos fundos disponibilizados pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), dados disponibilizados pela ANBIMA, BACEN, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (SIAFI), Tesouro Gerencial (TG), relatórios de gestão da MB. O SIAFI e o TG são plataformas utilizadas pelo Governo Federal para gerenciamento de informações financeiras e contábeis dos órgãos públicos federais, possibilitando acesso a dados de receita, despesas e custos.

Para análise, foram coletados dados referentes ao Patrimônio Líquido, valor da quota, valor da taxa de administração e classificação ANBIMA, considerando o período de 2021 a 2025. As variáveis aplicadas foram a rentabilidade, a volatilidade, o patrimônio líquido e a taxa de administração dos fundos de investimento, conforme o disposto no Quadro 4.

Quadro 4 - Fontes e características dos dados utilizados

Variável	Fonte	Papel no Modelo	Interpretação Econômica
Rentabilidade (RENT)	Cálculo com base no valor da Quota do Fundo	<i>Output</i>	Desempenho do Fundo representando a capacidade de conversão de escala, risco e custo em retorno.
Patrimônio Líquido (PATRI_LIQ)	ANBIMA/CVM	<i>Input</i>	Representa a dimensão de escala e alocação do capital
Volatilidade (VOL)	Cálculo com base nos retornos	<i>Input</i>	Proxy de risco
Taxa de Administração (TX_ADM)	CVM	Variável de custo	Reflete o custo de gestão do fundo
Taxa CDI	Banco Central do Brasil	Referência	Taxa livre de risco

Fonte: O autor, 2025.

Dessa forma, para a avaliação dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval, foram selecionadas variáveis que capturam as dimensões de escala, risco, custo e retorno, fundamentais na Teoria Moderna de Portfólios e na literatura de eficiência operacional.

2.4 Tratamento de dados

Após a coleta, os dados foram tratados com o software R (R Core Team, 2024), tendo sido obtidos com a periodicidade diária. Contudo, optou-se por utilizar medidas de agregadas para cada fundo relativas ao período de análise. A agregação foi necessária para eliminar o ruído de microestrutura e focar nas características estruturais dos fundos além de reduzir a complexidade computacional sem perda de informação. Assim, cada fundo de investimento exclusivo é avaliado separadamente, no período compreendido entre 2021 e 2025.

Essa definição permite capturar variações na eficiência de forma consolidada, refletindo capacidade de resiliência e eficiência dos fundos diante de diferentes ciclos econômicos. Ao tratar o horizonte temporal como um intervalo acumulado, evita-se o ruído de volatilidades pontuais e foca-se na eficiência estrutural da gestão. Além disso, a adoção dos fundos como unidades tomadoras de decisão avaliadas no espaço temporal analisado atende às recomendações clássicas da literatura DEA no que se refere a relação entre número de DMUs e a quantidade de variáveis utilizadas no modelo (Golany; Roll, 1989).

2.4.1 Definição e justificativa das variáveis

Definida a amostra e seguindo as etapas para a aplicação da DEA, conforme sistematizado por Golany e Roll (1989), a segunda etapa do processo consiste na seleção criteriosa das variáveis de insumos e produtos. Esta constitui uma etapa importante na modelagem da eficiência por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), uma vez que a validade dos escores estimados dependem diretamente da coerência teórica e empírica entre os recursos empregados e os resultados gerados pelas Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs). Em contextos financeiros, especialmente no setor público, a escolha das variáveis deve refletir não apenas a lógica produtiva subjacente, mas também os princípios de eficiência, economicidade e gestão responsável dos recursos.

A primeira variável estabelecida é o patrimônio líquido de cada fundo, este foi adotado como *input* representativo da dimensão de escala e da disponibilidade de capital para alocação, refletindo o volume de recursos sob gestão. Na indústria de fundos de investimento, o volume de ativos sob gestão atua como *proxy* para a capacidade operacional e institucional do gestor (Basso e Funari, 2017). A literatura financeira sugere que fundos com maior patrimônio tendem a se beneficiar com economias de escala, o que lhes permite diluir custos fixos de análise e transação, além de acessar ativos com melhores condições de negociação e liquidez (Gouveia *et al.*, 2017).

Entretanto, a literatura também reconhece o caráter ambíguo do tamanho dos fundos. Conforme destacado por Basso e Funari (2017), ganhos de escala podem ser neutralizados por deseconomias associadas à dificuldade de alocação eficiente de grandes volumes de capital, especialmente em mercados menos líquidos ou sob restrições regulatórias. Assim, o aumento do patrimônio não implica, necessariamente, maior eficiência gerencial.

Nesse sentido, a inclusão do patrimônio líquido como *input* no modelo DEA, combinada com hipótese de Retornos Variáveis de Escala (VRS), permite isolar a eficiência técnica pura

daquela decorrente exclusivamente da magnitude dos ativos sob gestão. Essa abordagem evita a normalização prévia do retorno pelo tamanho do fundo, preservando a lógica não paramétrica do método e permitindo identificar ineficiências relacionadas à escala e à alocação de recursos.

A incorporação do risco na avaliação de desempenho é um pressuposto basilar da Teoria Moderna do Portfólio, estabelecida por Markowitz (1952), que postula que o retorno não deve ser analisado dissociado do risco assumido. Nesse sentido, este estudo utilizou como medida de risco a Volatilidade (σ), aplicada ao modelo como *input*, refletindo a instabilidade dos retornos (Bisso et al., 2016). A Volatilidade (σ) mede o risco total da carteira sendo estimada pelo desvio-padrão dos retornos (Tanuri *et al.*, 2024), representada pela Equação (6).

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (R_t - \bar{R})^2} \quad (6)$$

Na Equação (6), R_t representa o retorno do fundo no período t , $\bar{R}$ o retorno médio do período em análise e T o número total de períodos considerados (Tanuri *et al.*, 2024). Essa medida é empregada na literatura de maneira ampla como proxy de risco (Macedo; Macedo, 2008).

Sob a ótica da DEA aplicada a finanças, o risco é interpretado como um recurso consumido pelo gestor na busca por retornos (Macedo; Macedo, 2008). A lógica subjacente é que um fundo eficiente deve ser capaz de maximizar a rentabilidade para um dado nível de risco ou, alternativamente, minimizar o risco para um determinado nível de retorno (Markowitz, 1952). Embora existam métricas alternativas, como medidas de risco de cauda, como por exemplo o *Conditional Value at Risk (CVaR)*, a volatilidade permanece como proxy mais empregada em estudos empíricos, em razão de sua simplicidade operacional, ampla aceitação acadêmica e compatibilidade com modelos não paramétricos.

A utilização da volatilidade como insumo supera as limitações métricas unidimensionais, como o Índice de Sharpe, ao permitir que o modelo não-paramétrico pondere o risco em relação a múltiplos fatores simultaneamente, capturando a complexidade da gestão de ativos públicos que prezam pela segurança do capital.

Não obstante suas limitações, a volatilidade mostra-se adequada ao contexto do Fundo Naval, no qual a preservação do capital e a estabilidade dos resultados são objetivos prioritários da gestão pública. Dessa forma, a volatilidade, ao ser tratada como *input*, permite penalizar estratégias excessivamente arriscadas e alinhar a mensuração da eficiência aos princípios de prudência e segurança do capital público.

A Taxa de Administração representa o custo explícito da gestão, incidindo diretamente sobre o patrimônio líquido e reduzindo a rentabilidade líquida entregue ao cotista (Macedo; Macedo, 2008; Choi; Murthi, 2001; Galagedera *et al.*, 2020 e Lanza; Silveira, 2024). No contexto da Administração Pública e do Fundo Naval, a minimização de custos é um imperativo alinhado aos princípios da economicidade e da eficiência administrativa (Alonso, 2022), pilares da Nova Gestão Pública (Hood, 1995).

Diferentemente dos demais *inputs*, cujo aumento pode estar associado a maior capacidade produtiva, a taxa de administração representa uma dimensão de custo. Sua elevação não amplia a capacidade do fundo de gerar rentabilidade e, ao contrário, tende a reduzir o retorno líquido entregue ao cotista (Macedo; Macedo, 2008; Galagedera *et al.*, 2020; Lanza; Silveira, 2024).

A abordagem de modelar a taxa de administração como um *input* que representa a dimensão de custo, apresenta coerência econômica bem como aderência à literatura de eficiência em fundos de investimento. Galagedera *et al.* (2020), demonstraram que gestores de fundos mútuos com taxas elevadas frequentemente não justificam seus custos com desempenho superior, revelando ineficiências significativas na gestão de desembolsos. Essa constatação reforça a pertinência de penalizar custos excessivos no modelo DEA-SBM, especialmente em fundos públicos onde a economicidade é um princípio fundamental.

Adicionalmente à justificativa empírica baseada na literatura recente, a correlação negativa observada entre as variáveis taxa de administração e rentabilidade, de acordo com a Tabela 5, evidenciam que taxas elevadas, sem a contrapartida de uma gestão ativa superior, corroem o valor da rentabilidade para o Fundo Naval, tal fato coaduna com o estudo de Lanza e Silveira (2024), o qual evidenciou que fundos com taxas menores apresentam maior rentabilidade.

A fundamentação para o tratamento da taxa de administração como *input* converge com os achados de Macedo e Macedo (2008) e Bisso *et al.* (2016), que tratam o custo de gestão como recurso consumido diretamente no processo de conversão de insumos em retorno. Estes autores demonstraram que taxas elevadas estão associadas à redução sistemática da eficiência em fundos brasileiros. Silva, Roma e Iquiapaza (2018) evidenciaram relação negativa e significativa entre a taxa de administração e o desempenho ajustado ao risco em fundos de ações. Lanza e Silveira (2024), em estudo específico sobre fundos de renda fixa soberano, documentaram que fundos com taxas menores apresentam rentabilidade líquida superior de forma robusta e persistente. Nesse diapasão, Galagedera *et al.* (2020), avaliaram se gestores de

fundos justificam suas taxas em termos de desempenho, ao verificar se custos elevados são compensados por retornos concluíram que fundos com taxas maiores são menos eficientes.

No presente estudo, a taxa de administração é, portanto, compreendida como variável que representa a dimensão de custo, ou seja, os custos administrativos do período (Bisso et al., 2016). Sua inclusão como *input* no DEA-SBM permite captar a dimensão de economicidade da gestão, buscando identificar em que medida custos administrativos excessivos contribuem para a ineficiência relativa dos fundos (Li et al., 2022).

Sob a ótica da DEA, a rentabilidade, mensurada pela variação relativa do valor da quota, ou seja, por meio da relação entre o valor de fechamento da quota em t , último dia útil do mês, e o valor de fechamento em t_0 , último dia útil do mês anterior (Maestri; Malaquias, 2017), constitui o *output* do modelo, refletindo o objetivo final da alocação de recursos, a geração de valor e a preservação do poder de compra do capital investido (Maestri; Malaquias, 2017).

Embora métricas de retorno ajustadas ao risco sejam amplamente utilizadas na literatura financeira, optou-se por utilizar a rentabilidade absoluta como *output*, uma vez que o ajuste ao risco é incorporado explicitamente ao modelo por meio da inclusão da volatilidade como *input*. Essa separação preserva a lógica da DEA orientada ao *output*, permitindo que o método avalie a capacidade do fundo em gerar retornos dados os níveis de risco, custo e escala incorridos. Dessa forma, a rentabilidade constitui medida adequada do produto do processo de gestão, especialmente quando analisada de forma integrada como os insumos que condicionam sua geração.

Como taxa livre de risco definiu-se a taxa CDI (Certificados de Depósitos Bancários), disponibilizada pelo BACEN, essa escolha justifica-se, pois o CDI corresponde a uma taxa na qual os fundos conseguem aplicar, além de representar a maior referência de custo básico de oportunidade de operações no Brasil.

Considerando os objetivos desta pesquisa, optou-se pela utilização de métricas agregadas em relação às variáveis relativas às DMUs. Essa escolha fundamenta-se no entendimento de que os efeitos estruturais associados aos custos de gestão, ao risco assumido e à escala patrimonial manifestam-se de forma cumulativa, sendo capturados de maneira mais adequada em horizontes temporais mais longos. As análises exploratórias indicaram que, em nível mensal, as correlações entre rentabilidade, volatilidade, taxa de administração e patrimônio líquido apresentam magnitudes reduzidas, sugerindo predominância de ruído e fatores conjunturais. Em contraste, quando consideradas métricas compiladas relativas ao período de estudo, manifestam-se relações mais consistentes e teoricamente coerentes, especialmente no que se refere ao impacto negativo dos custos de administração e do risco

sobre o desempenho. Assim, a adoção de medidas consolidadas de rentabilidade assegura maior aderência econômica, robustez estatística e alinhamento metodológico com os modelos de regressão e de eficiência empregados neste estudo.

Dessa forma, os *inputs* selecionados foram o Patrimônio Líquido (PATRIM_LIQ), a fim de refletir a disponibilidade de capital, a Taxa de administração (TX_ADM), classificada como custo de gestão do fundo e o Desvio-Padrão dos retornos, ou seja, a Volatilidade (VOL), como proxy para o risco associado. Como *output* foi selecionada a Rentabilidade (RENT), tendo em vista que esta variável representa a capacidade do fundo em gerar resultados para o cotista.

Portanto, a seleção das variáveis adotadas neste estudo fundamenta-se em critérios consolidados e evidências empíricas consistentes, permitindo capturar, de forma integrada, as dimensões de escala, risco, custo e retorno na avaliação da eficiência dos fundos exclusivos do Fundo Naval. Essa estrutura assegura aderência econômica, metodológica e alinhamento com os objetivos de pesquisa.

2.4.2 Regressão Linear Múltipla com erros robustos

Definidas as variáveis com base na literatura, realizou-se análise da correlação entre as variáveis e a Regressão Linear Múltipla com erros robustos de Newey-West como etapa auxiliar de validação estatística da especificação do modelo DEA-SBM. Essa etapa não tem por finalidade construir um modelo preditivo de rentabilidade, tampouco estabelecer causalidade entre *inputs* e *outputs*, mas verificar se as variáveis Patrimônio Líquido, Volatilidade e Taxa de Administração apresentam associação estatisticamente relevante com a Rentabilidade. Assim, a interpretação concentra-se na significância estatística dos coeficientes, no sinal econômico das relações estimadas e no coeficiente de determinação R^2 , preservando a DEA-SBM como método central na mensuração da eficiência relativa.

A DEA pressupõe que um incremento na quantidade de insumos deve resultar em um aumento do produto gerado. Para essa verificação preliminar, será utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson, uma medida estatística que quantifica a intensidade e a direção da relação linear entre dois pares de variáveis. O coeficiente varia entre 1 e -1, onde valores próximos a 1 indicam uma forte correlação positiva e valores negativos indicam uma correlação negativa.

Contudo, embora a análise de correlação seja robusta para identificar associações lineares bivariadas, ela não é suficiente para isolar os efeitos marginais de cada variável explicativa sobre a eficiência, tampouco para estabelecer relações de causalidade em presença de outras variáveis. Além disso, dados financeiros e temporais frequentemente apresentam violações das premissas clássicas de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), como a presença da heterocedasticidade e autocorrelação serial nos resíduos.

Dessa forma, para mitigar tais vieses e garantir a confiabilidade das inferências estatísticas na segunda etapa da análise, opta-se pela estimação de um modelo de Regressão Linear Múltipla com estimadores de erros-padrão robustos de Newey-West (1987). Essa abordagem permite corrigir a estrutura de covariância dos erros, ajustando-se tanto à heterocedasticidade quanto à autocorrelação (HAC - *Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent*), oferecendo teste de hipóteses mais rigorosos para os determinantes da eficiência.

Após a análise da correlação estimou-se um modelo de regressão linear múltipla para avaliar o impacto dos *inputs* sobre o *output*, com o objetivo de testar a significância estatística e a adequação das variáveis utilizadas na DEA. Dessa forma, a estimação do modelo de regressão linear múltipla foi conduzida utilizando o estimador robusto Newey-West (1987), com o objetivo de corrigir os erros-padrão dos coeficientes em presença de heterocedasticidade e autocorrelação de ordem finita. Essa abordagem é amplamente recomendada na literatura econométrica aplicada a dados financeiros, em razão das flutuações e dependências temporais inerentes às séries de retornos (Basso, Funari, 2018).

Assim, a matriz de covariância robusta é dada de acordo com a Equação (7).

$$\hat{V}_{NW} = (X'X)^{-1} \left(\sum_{t=-q}^q w_t \Gamma_t \right) (X'X)^{-1} \quad (7)$$

Onde:

- $\hat{V}_{NW}$, é a matriz de covariância ajustada;
- X , representa a matriz de variáveis explicativas;
- Γ_t , indica a auto covariância dos resíduos na defasagem t ;
- $w_t = 1 - \frac{|t|}{q+1}$, são pesos lineares; e
- q , é o número de defasagens consideradas (*lag truncation*).

Segundo Newey e West (1987), esse estimador é positivo semidefinido e assintoticamente consistente, garantindo a robustez dos erros-padrão a distorções decorrentes de dependência serial ou heterogeneidade de variância.

A utilização do estimador HAC (Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent) é particularmente apropriada em amostras compostas por observações temporais e cruzadas, como a dos fundos exclusivos do Fundo Naval, nas quais retornos e variáveis associadas pode exibir correlação intertemporal. Além disso, conforme, Stock e Watson (2020), o método de Newey-West é o padrão internacional em análises de séries financeiras devido à sua simplicidade computacional e confiabilidade inferencial.

O procedimento de estimação do modelo por meio do MQO (OLS) e os erros-padrão foram ajustados por estimador robusto HAC de Newey-West, para corrigir possíveis heterocedasticidade e autocorrelação nas séries temporais dos retornos (Newey; West, 1987). Todos os testes, estimativas e robustez foram realizados no software R (R Core Team, 2024).

Os erros-padrão robustos, ajustados pelo estimador de Newey-West (1987), foram empregados na inferência dos parâmetros da regressão, permitindo identificar se cada variável de entrada exerce influência estatisticamente significativa sobre o retorno dos fundos analisados. Essa abordagem corrige simultaneamente a heterocedasticidade e a autocorrelação dos resíduos, tornando as inferências mais confiáveis mesmo em amostras com estrutura temporal ou variação não constante da variância (Newey; West, 1987).

Dessa forma, a regressão linear múltipla robusta de Newey-West consolida-se como uma etapa fundamental para justificar estatisticamente as variáveis utilizadas no modelo DEA-SBM, assegurando que a mensuração da eficiência dos fundos do Fundo Naval esteja sustentada em evidências quantitativas consistentes e alinhadas às melhores práticas internacionais de análise financeira (Newey; West, 1987).

Com base nessa metodologia, a regressão múltipla aplicada para validar as variáveis do modelo DEA-SBM foi estimada de acordo com a Equação (8).

$$Rent_i = \beta_0 + \beta_1 PL_i + \beta_2 Volatilidade_i + \beta_3 TaxaAdm_i + \varepsilon_i \quad (8)$$

Onde:

- $Rent_i$, é a variável dependente, representando o Rentabilidade do fundo i ;
- PL_i , $Volatilidade_i$, e $TaxaAdm_i$ são as variáveis independentes, representando respectivamente Patrimônio Líquido, o Volatilidade e a Taxa de Administração;
- β_0 , representa o Intercepto;
- β_1, β_2 e β_3 , são os coeficientes parciais estimados; e

- ε_i , é o termo de erro aleatório.

A Regressão não tem objetivo de prever o retorno, mas avaliar se os inputs selecionados exercem influência estatisticamente significativa sobre o retorno (*output*), com o propósito de fornecer evidências sobre a relevância estatística das variáveis, considerando o modelo de eficiência relativa proposto.

Para a mensuração da eficiência relativa dos fundos de investimento exclusivos, foi empregada a técnica da Análise Envoltória de Dados (DEA), tendo em vista que esta permite avaliar unidades tomadoras de decisão (DMU), no caso deste estudo os fundos de investimento exclusivos, por meio da comparação entre múltiplos insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*) (Pessanha; Melo, 2021), em sua formulação SBM (*Slacks-Based Measure*) (Tone, 2021).

2.4.3 DEA *Slacks-Based Measure* (DEA-SBM)

A escolha pelo modelo DEA, em sua formulação SBM, em detrimento do modelo clássico CCR, justifica-se por duas razões principais. Primeiro, por sua capacidade de lidar com variáveis heterogêneas, tais como a taxa de administração, cuja natureza econômica é de custo, permitindo sua incorporação compatível com a estrutura do modelo em coerência econômica e aderência à literatura de eficiência em fundos de investimento. Segundo, por sua capacidade de lidar diretamente com as folgas de cada variável de forma não-radial, oferecendo diagnóstico mais preciso das fontes de ineficiência de forma individualizada (Tone, 2021; Henriques et al., 2023).

A opção pelo modelo *Slacks-Based Measure* (SBM) justifica-se por sua natureza não radial e invariante a escalas, superando as limitações dos modelos CCR e BCC que podem superestimar a eficiência ao ignorar folgas heterogêneas. A ausência de restrições de pesos nos modelos DEA clássicos faz com que um fundo possa ser declarado eficiente mesmo apresentando valores extremos em algum insumo específico, tendo em vista que o modelo atribui peso nulo a esta variável no processo de otimização (Basso; Funari, 2018). Dessa forma, a adoção do modelo DEA-SBM, ao penalizar explicitamente as folgas de cada variável de forma não-radial, contorna parcialmente esse problema ao tornar a eficiência sensível ao desempenho em todas as dimensões simultaneamente, sendo, portanto, a formulação mais adequada para o contexto desta pesquisa.

O modelo SBM tem sido ampliado ao longo do tempo para lidar com diferentes características das variáveis, estruturas produtivas, dados negativos, modelos dinâmicos, redes

e aplicações em setores diversos (Emrouznejad; Brzezicki; Lu, 2025). Estes autores, ao realizarem uma revisão abrangente dos modelos *Slacks-Based Measure*, demonstraram que o modelo se consolidou como uma das principais formulações não radiais da DEA, com extensões voltadas à natureza dos *inputs* e *outputs*, à especificidade dos dados, à super eficiência, à análise em rede e dinâmica temporal. Esse avanço metodológico reforça a pertinência do SBM para estudos que demandam decomposição das ineficiências por variável, como ocorre na avaliação de fundos de investimento analisados nesta dissertação.

No contexto de fundos públicos, onde a rigidez regulatória limita a manobra do gestor, o SBM permite um diagnóstico granular, no qual são avaliados simultaneamente os custos administrativos excessivos e a volatilidade, sem exigir contrapartida proporcional de retorno. Ao incorporar a taxa de administração como variável de custo, o modelo avalia a capacidade do fundo de maximizar o retorno ao Estado, minimizando a extração de valor sob a forma de taxas operacionais.

Considere um conjunto de n unidades tomadoras de decisão (DMUs), representadas pelos fundos de investimentos selecionados para compor a amostra deste estudo, cada uma consumindo “ m ” insumos (*inputs*) e gerando “ s ” produtos (*outputs*), onde, no modelo aplicado a este estudo, $m=3$, Patrimônio Líquido, Volatilidade e Taxa de Administração, $s=1$, Rentabilidade. Seja x_{io} o valor do *input* i da unidade avaliada DMU_0 , e y_{ro} o valor do *output* r dessa mesma unidade. Assim, o modelo SBM não orientado avalia a eficiência da DMU_0 por meio das folgas de *inputs* (s_i^-) e *outputs* (s_r^+), conforme indicado pelo problema de programação matemática a seguir (Tone, 2001):

$$\min_{\lambda, s^-, s^+} \rho_o = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{io}}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{ro}}} \quad (9)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io}, \quad \forall i = 1, \dots, m \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro}, \quad \forall r = 1, \dots, s \quad (12)$$

$$\lambda_j \geq 0, s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0, \quad \forall j, i, r \quad (13)$$

em que λ_j representa a intensidade com que a j -ésima DMU participa da construção da unidade virtual de referência da DMU₀. Na solução ótima, somente as DMUs localizadas na fronteira eficiente que compõem essa referência apresentam pesos positivos ($\lambda_j > 0$), formando o conjunto de referência (*benchmark*) da DMU₀, enquanto as demais DMUs recebem pesos nulos ($\lambda_j = 0$). Nesse sentido, o conjunto de referência (*peer set*) ou *benchmarking* de uma DMU ineficiente é formado pelas demais DMU analisadas com $\lambda > 0$ $k = 1, n$ na solução ótima.

O índice de eficiência ρ_o em (9) assume valores entre 0 e 1. A DMU avaliada é considerada eficiente quando $\rho_o = 1$, situação em que todas as folgas são nulas, isto é, $s_i^- = 0$ e $s_r^+ = 0$ para todos os *inputs* e *outputs*. Nessa situação, a DMU encontra-se sobre a fronteira eficiente e não apresenta desperdícios de recursos e nem insuficiência (déficit) de resultados. Valores inferiores a 1 indicam a existência de excesso de *inputs* ($s_i^- > 0$), insuficiência de *outputs* ($s_r^+ > 0$), ou ambos. Desse modo, a folga ou o excesso associado às variáveis devem ser interpretados economicamente como indicação da necessidade de ajuste, com o objetivo de obter eficiência.

Note que, na função objetivo apresentada em (9), os excessos de inputs e os déficits de outputs são normalizados pelos respectivos valores observados de insumos e produtos. Essa normalização permite que as medidas de ineficiência sejam expressas em termos relativos, evitando que unidades de medida distintas entre inputs e outputs influenciem a avaliação da eficiência. Ademais, a formulação como um problema de minimização indica que o modelo SBM busca, entre as possíveis projeções da DMU₀ na fronteira eficiente, aquela que apresenta o menor nível agregado de folgas, considerando simultaneamente os excessos de *inputs* e os déficits de *outputs*.

A restrição em (10) impõe que a DMU₀ seja comparada apenas com combinações convexas das DMUs observadas, permitindo a consideração de retornos variáveis de escala.

Nas m restrições em (11), os *inputs* da DMU avaliada (x_{i0}) são comparados com uma combinação convexa das DMUs que compõem o seu conjunto de referência ($\lambda_j > 0$), isto é, com a sua unidade virtual de referência localizada na fronteira eficiente, acrescida das folgas de inputs s_i^- . A folga s_i^- mede o excesso de utilização do *input* i pela DMU avaliada em relação ao nível de utilização da unidade virtual de referência. Quanto maior a folga, maior a ineficiência (desperdício) associada à utilização desse recurso.

Por exemplo, a folga da Taxa de administração s_3^- , especificamente, é interpretada como a redução de custo de gestão necessária para que o fundo alcance a fronteira

eficiente, mantida constante sua capacidade de geração de rentabilidade (Tone, 2021; Galagedera et al., 2020).

Já as s restrições em (12), relacionadas aos *outputs*, comparam os *outputs* da DMU avaliada (y_{ro}) com uma combinação convexa das DMUs que compõem o seu conjunto de referência ($\lambda_j > 0$), formando uma unidade virtual localizada na fronteira eficiente. A folga s_r^+ mede a insuficiência (déficit) do *output* r da DMU avaliada em relação ao nível de produção da unidade virtual de referência. Quanto maior a folga, maior a ineficiência associada a esse *output* e, consequentemente, maior o incremento necessário para que a DMU alcance a fronteira eficiente.

Contudo, neste trabalho utilizou-se a versão do modelo SBM orientado ao produto descrito a seguir:

$$\max_{t, \Lambda, S^-, S^+} \frac{1}{\rho_0} = 1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{ro}}$$

Sujeito a:

(14)

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- &= x_{io}, \quad \forall i=1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n y_{ij} \lambda_j - s_i^+ &= y_{io}, \quad \forall i=1, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j &\geq 0, s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0 \end{aligned}$$

A DMU avaliada é eficiente se as folgas ($s_i^- = 0 \quad i=1, \dots, m$ e $s_r^+ = 0 \quad i=1, \dots, s$) forem nulas, caso contrário, a DMU é ineficiente. Note que o modelo otimiza $1/\rho_0$, então se as folgas forem nulas $1/\rho_0 = 1$, logo o escore de eficiência é $\rho_0 = 1$. Entretanto, para uma DMU ineficiente, $1/\rho_0 > 1$ e, consequentemente, a DMU avaliada é ineficiente, ou seja, $\rho_0 < 1$. Com a resolução do modelo DEA-SBM, são estimados os escores de eficiência relativos de cada Fundo de investimento da amostra. Para os fundos que não atingem a eficiência, o modelo permite identificar as folgas associadas aos *inputs* e aos *outputs*, bem como determinar os valores-alvo (*targets*) necessários para que cada fundo seja projetado sobre a fronteira eficiente. Esses valores representam as metas de redução de recursos empregados e/ou de ampliação dos resultados obtidos, necessárias para eliminar as ineficiências identificadas. A projeção do fundo ineficiente sobre a fronteira eficiente é dada por:

$$x_{i,0}^* = x_{i,0} - s_i^- \quad \forall \quad i = 1, \dots, m \quad (15)$$

$$y_{r,0}^* = y_{r,0} - s_r^+ \quad \forall \quad r = 1, \dots, s \quad (16)$$

No modelo DEA-SBM, a folga associada à Taxa de Administração representa o excesso de custo na gestão da DMU avaliada em relação aos Fundos que compõem a fronteira de eficiência, ou seja, o quanto a taxa de administração poderia ser reduzida sem comprometer o nível de retorno observado, mantidos os demais insumos constantes. Essa formulação captura diretamente, em pontos percentuais, a ineficiência de custo de cada fundo, apresentando diagnóstico gerencialmente acionável para renegociação contratual com os gestores.

A estimação foi conduzida utilizando-se o Software R (R Core Team, 2024), utilizado para realizar as análises estatísticas, este oferece uma gama de pacotes para modelagens estatísticas. Inicialmente, as matrizes de *inputs* e *outputs* foram estruturadas para cada DMU e período da amostra, para regressão Robusta de Newey-West (1987). Em seguida, para mensurar a eficiência dos fundos considerando a natureza distinta das variáveis, aplicou-se o modelo DEA-SBM, com orientação ao output, por meio do pacote “deaR.”, tendo em vista que a finalidade é maximizar o retorno dado um conjunto de insumos.

No que tange à implementação computacional da variável Taxa de administração e com o intuito de preservar a coerência econômica, na qual a redução da taxa de administração representa melhoria de eficiência, a taxa foi incorporada ao modelo como *input* no pacote “deaR”. Essa abordagem é compatível com a formulação SBM de Tone (2001), na qual o numerador da função objetivo (Equação 9) penaliza proporcionalmente os excessos de cada *input* em relação à projeção na fronteira, independentemente da direção da correlação bivariada com o *output*. A folga (*Slack*) resultante para TX_ADM expressa, em pontos percentuais, o excesso de custo de cada fundo em relação aos benchmarks que operam sobre a fronteira eficiente com taxa igual ou inferior.

Essa formulação permite avaliar a eficiência relativa dos fundos exclusivos do Fundo Naval, com os demais fundos da amostra, de forma mais consistente, incorporando variáveis com efeitos distintos sobre a eficiência, em consonância com a literatura que trata da DEA com *inputs* e *outputs* heterogêneos (Tone, 2001; 2021). Portanto, os escores de eficiência, as folgas e os *benchmarks* gerados pelo modelo DEA-SBM devem ser interpretados como evidências relativas de desempenho, indicando não apenas quais fundos operam sobre a fronteira eficiente, e sim quais ajustes de custos, risco ou escala seriam necessários para que as DMUS ineficientes se aproximem dessa fronteira.

2.5 Delimitação da Pesquisa

Para este estudo, empregou-se a metodologia DEA-SBM para mensurar a eficiência dos fundos de investimento da amostra, composta por 34 Fundos de Investimento. A análise abrange o período de 2021 a 2025 e considera as variáveis de retorno, escala, risco e custo, adotando-se a aplicação da DEA com orientação ao *output*.

No contexto desta pesquisa, a delimitação do horizonte temporal de análise se justifica por aspectos de ordem computacional, considerando que as bases de dados utilizadas contemplam séries temporais extensas em periodicidade diária. Nesse diapasão, a ampliação do horizonte temporal ou a utilização direta de janelas temporais ainda mais extensas poderia resultar em instabilidades numéricas e dificuldades de consolidação de dados, sem acréscimos proporcionais de informação aos objetivos da pesquisa.

Foram utilizados, como variáveis de entrada (*inputs*), o Patrimônio Líquido, a volatilidade e a taxa de administração, enquanto o retorno foi empregado como variável de saída (*output*). Todavia, esta pesquisa não contempla variáveis macroeconômicas externas tampouco fatores qualitativos da gestão, concentrando-se exclusivamente na eficiência operacional relativa com base nos dados quantitativos públicos disponíveis.

Dessa forma, os resultados obtidos devem ser analisados com cautela para que possam ser plenamente aproveitados. Por se basear em um conjunto restrito de insumos e produtos, o estudo deve ser entendido como um ponto de partida para que os gestores identifiquem possíveis fontes de ineficiências ou diferenças de desempenho entre os fundos da amostra. Assim os achados desta pesquisa devem ser compreendidos como uma contribuição adicional à análise da eficiência dos fundos exclusivos do Fundo Naval, oferecendo uma avaliação objetiva e imparcial.

Em suma, a pesquisa está, portanto, delimitada pela composição da amostra, pelo período analisado e pelas variáveis empregadas no modelo DEA-SBM adotado. Não se pretende generalizar os achados para outros fundos de investimento ou modalidades distintas de aplicação financeira. Contudo, a metodologia fornece uma proposta consistente para analisar os resultados obtidos, uma vez que combina técnicas de análise estatística como a correlação e regressão robusta, com o modelo não paramétrico DEA-SBM. Essa combinação permite identificar de forma precisa quais variáveis explicam a eficiência dos fundos e em que medida cada fundo se posiciona frente à fronteira eficiente, estabelecendo uma base confiável para a análise e discussão dos resultados no capítulo seguinte.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta a análise dos resultados obtidos nesta pesquisa, com base em um modelo de Análise Envoltória de Dados (DEA), que evidencia a eficiência relativa dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval, tendo como *inputs* o Patrimônio Líquido, a taxa de administração e a volatilidade e, como *output*, o retorno.

Este capítulo subdivide-se em cinco seções. Estas seguem uma estrutura que permite a apresentação e a discussão dos resultados de forma organizada. Neste sentido, serão apresentados inicialmente os dados descritivos das variáveis coletadas referentes aos fundos exclusivos. Em seguida, serão realizadas a análise exploratória dos dados, a análise multivariada e, por fim, a análise dos resultados do modelo DEA-SBM.

3.1 Análise descritiva dos Dados do Fundo Naval

A análise descritiva das variáveis que compõem o modelo DEA-SBM revela padrões da heterogeneidade da amostra de fundos de investimento. A Tabela 4 apresenta as estatísticas de posição e dispersão das quatro variáveis do modelo, *inputs* e *outputs*, do período de 2021 a 2025, Patrimônios Líquido (PATRIM_LIQ), da taxa de administração (TX_ADM) e do desvio-padrão dos retornos (VOL), bem como a rentabilidade (RENT), de forma a se observar, preliminarmente, a estrutura dos insumos e produtos no período.

Tabela 4 - Estatísticas descritivas das variáveis

Variáveis	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Patrimônio Líquido (Milhões de Reais)	224,07	99,70	215,22	73,80	505,57
Volatilidade (%)	0,38	0,06	0,36	0,28	0,54
Taxa de Administração (%)	0,12	0,11	0,10	0,01	0,59
Rentabilidade (%)	69,93	5,52	68,01	60,00	82,39

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

No que se refere ao Patrimônio Líquido, observa-se, na Tabela 4, média de R\$ 224,07 milhões, com desvio-padrão de R\$ 99,7 milhões e mediana de R\$ 215,22 milhões. Esse comportamento indica a presença de assimetria positiva, caracterizada pela concentração de poucos fundos de grande porte que elevam a média da amostra. Tal evidência é consistente com a literatura que analisa fundos institucionais, na qual se observa elevada heterogeneidade de escala entre as unidades analisadas (Basso; Funari, 2017). Do ponto de vista metodológico, essa configuração reforça a necessidade de adoção de modelos DEA sob hipótese de retornos

variáveis de escala (VRS), conforme proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984), permitindo a separação entre ineficiência técnica e efeitos puramente escalares. Esta variável foi incorporada ao modelo como *input*, sob a hipótese de que fundos com maior patrimônio dispõem de economias de escala e maior capacidade de diversificação que corrobora com os achados de Basso e Funari (2017), características relevantes para a eficiência na alocação de recursos públicos.

A volatilidade, por sua vez, apresenta média de 0,38% ao mês, com desvio-padrão de 0,06% e mediana de 0,36%, indicando baixa dispersão relativa entre os fundos analisados. O intervalo observado de 0,28% a 0,54% sugere os fundos operam sob perfis de risco bastante homogêneos, o que é compatível com a natureza dos fundos de renda fixa. Esse padrão está em consonância com a Teoria Moderna do Portfólio (Markowitz, 1952), segundo o qual ativos com restrições similares de risco tendem a apresentar comportamentos convergentes em termos de volatilidade. Nesse contexto, embora a volatilidade seja conceitualmente relevante como proxy de risco, sua capacidade discriminatória na amostra analisada, de maneira isolada, pode ser limitada, o que reforça a importância de sua análise em conjunto com outras variáveis.

A taxa de administração revela maior heterogeneidade relativa da amostra, com média de 0,12% ao ano e mediana de 0,10%, o desvio-padrão de 0,11 e amplitude entre 0,01% e 0,59%. Este achado é de importância central para este estudo. A ampla variação nas taxas cobradas, para fundos que em última análise investem predominantemente em títulos públicos federais com perfil de risco similar, constitui evidência de assimetria na relação custo-eficiência.

Além disso, a dispersão da taxa de administração indica que diferentes estruturas de custos coexistem na amostra, o que pode influenciar diretamente o desempenho líquido dos fundos. A literatura sobre fundos é consistente ao apontar que custos de gestão elevados tendem a reduzir a rentabilidade líquida dos investidores, configurando-se como fator de ineficiência (Macedo; Macedo, 2008; Bisso et al., 2016; Silva; Roma; Iquiapaza, 2018; Lanza; Silveira, 2024). Nesse sentido, a variabilidade observada na taxa de administração fornece suporte empírico à sua incorporação no modelo DEA-SBM como variável para representar a dimensão de custo. Assim, sua inclusão no modelo permite captar com maior precisão a penalização que taxas elevadas impõem ao desempenho do fundo em termos de retorno líquido entregue ao cotista.

No que diz respeito à Rentabilidade Acumulada, verifica-se média de 69,93%, mediana de 68,01% e desvio-padrão de 5,52, com valores variando entre 60% e 82,39%. Em comparação com as demais variáveis, a rentabilidade apresenta dispersão moderada, indicando relativa

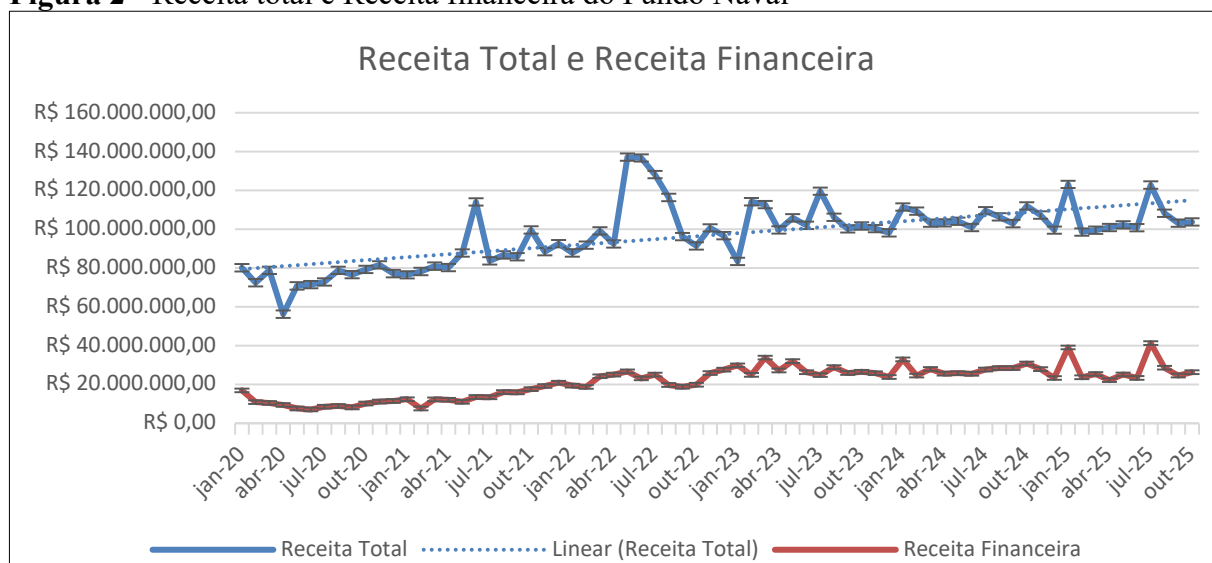
convergência de desempenho entre os fundos analisados. Esse resultado sugere que, apesar das diferenças observadas em termos de escala e custos, os fundos operam em um ambiente de retornos relativamente homogêneos, possivelmente influenciado por condições macroeconômicas comuns e por estratégias de investimentos similares. Essa evidência é coerente com estudos que destacam a dificuldade de diferenciação de performance em mercados de renda fixa com restrições institucionais (Basso; Funari, 2017; Tanuri *et al.*, 2024).

De forma integrada, os resultados da análise descritiva indicam que a amostra é caracterizada por elevada heterogeneidade em termos de escala patrimonial e custos de gestão, combinada com relativa homogeneidade no perfil de risco e na rentabilidade. Esse padrão é particularmente relevante para a modelagem DEA, uma vez que sugere que as diferenças de eficiência entre os fundos tendem a emergir não apenas da capacidade de geração de retorno, mas, sobretudo, da forma como os recursos são utilizados e dos custos incorridos no processo de gestão. Assim, a escolha das variáveis Patrimônio Líquido, Volatilidade, e Taxa de Administração como *inputs*, e da Rentabilidade como *output*, mostra-se teoricamente consistente e fundamentada, alinhando-se às recomendações da literatura sobre avaliação de eficiência em fundos de investimento (Banker *et al.*, 2004; Emrouznejad; Brzezicki; Lu, 2025).

Por fim, a análise descritiva cumpre papel essencial ao evidenciar as características estruturais da amostra e ao fornecer suporte preliminar às especificações do modelo DEA-SBM adotado na presente dissertação. A partir desses resultados, torna-se possível avançar para análises multivariadas e para a mensuração da eficiência relativa, explorando de forma mais aprofundada as relações entre custo, risco, escala e retorno no contexto dos fundos de investimento do Fundo Naval.

3.2 Análise exploratória de Dados

A análise exploratória das variáveis que compõem o modelo DEA-SBM constitui etapa fundamental para a compreensão das características estruturais da amostra e para a validação empírica das escolhas metodológicas adotadas. A Figura 2 apresenta a evolução da Receita Total e da Receita Financeira do Fundo Naval no período. Observa-se que a receita total se manteve em patamar elevado e relativamente estável ao longo do período, variando entre R\$ 99,52 milhões e R\$ 123,09 milhões, com picos expressivos de R\$ 123,09 milhões e R\$ 122,76 milhões. Esses valores coincidem com momentos de incremento da Receita Financeira, que oscilou entre R\$ 10 milhões e R\$ 35 milhões mensais, o que sugere correlação direta entre o desempenho das aplicações financeiras e o aumento da receita total do Fundo Naval.

Figura 2 - Receita total e Receita financeira do Fundo Naval

Fonte: O autor, 2025.

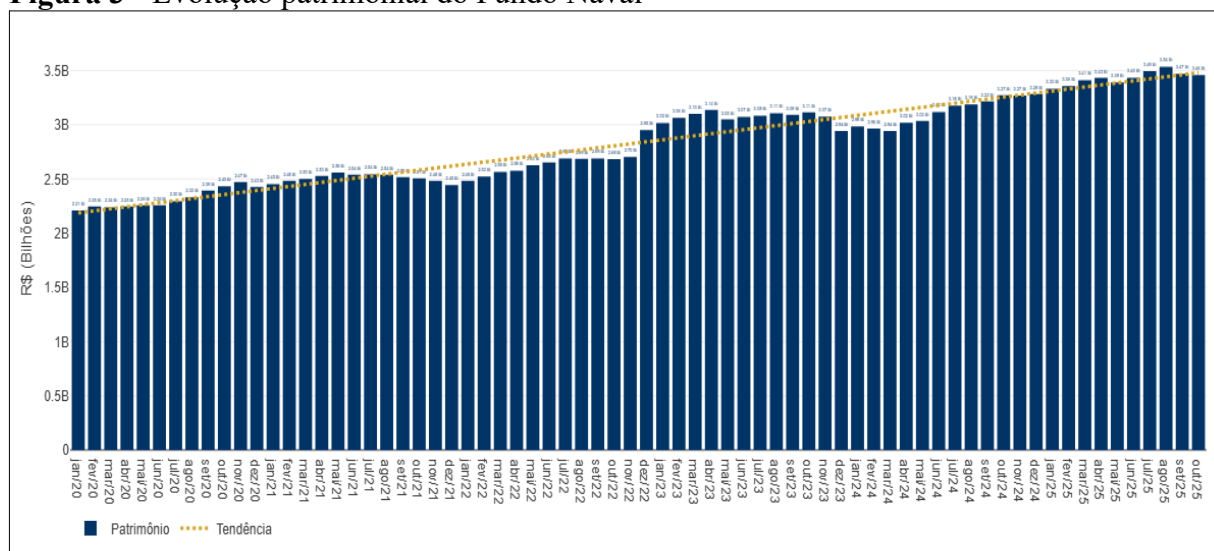
A Figura 3 apresenta a evolução do Patrimônio Líquido do Fundo Naval no mesmo horizonte temporal, revelando uma trajetória de crescimento patrimonial do fundo naval. Verifica-se um crescimento contínuo e sustentável entre R\$ 2,1 bilhões e R\$ 3,54 bilhões, representando um crescimento acumulado de 66% ao longo do período de análise. A curva de tendência sobreposta às barras mensais confirma que esta é uma trajetória de acumulação estruturalmente sustentada, sem reversões patrimoniais expressivas. Este comportamento encontra explicação direta na estratégia de alocação predominantemente voltada a instrumentos de renda fixa atrelados à taxa Selic. Em cenários de juros elevados, o patrimônio líquido dos fundos de renda fixa cresceu de forma expressiva no Brasil, com expansão impulsionada pela alta da taxa de juros.

A resiliência patrimonial observada, sem episódios de retração significativa, no âmbito na Nova Gestão Pública, de acordo com Hood (1995), é identificada como um dos componentes doutrinários centrais da NPM, postulando que a eficiência na alocação de recursos públicos exige não apenas maximização dos *outputs*, mas o controle rigoroso dos *inputs* e a manutenção da sustentabilidade patrimonial ao longo do tempo.

O crescimento contínuo do patrimônio do Fundo Naval pode ser interpretado como expressão de uma gestão que, na dimensão patrimonial, atende ao critério de preservação de capital, condição necessária, embora não suficiente, para a eficiência alocativa em sentido pleno. Entretanto, considerando que preservação patrimonial e eficiência técnica não são conceitos equivalentes, um fundo pode acumular patrimônio crescente enquanto opera sistematicamente abaixo da fronteira de eficiência, se o crescimento ocorrer de aportes

exógenos, dotações orçamentárias ou transferências governamentais, e não da capacidade de maximizar retornos a partir dos recursos sob gestão.

Figura 3 - Evolução patrimonial do Fundo Naval



Fonte: O autor, 2025.

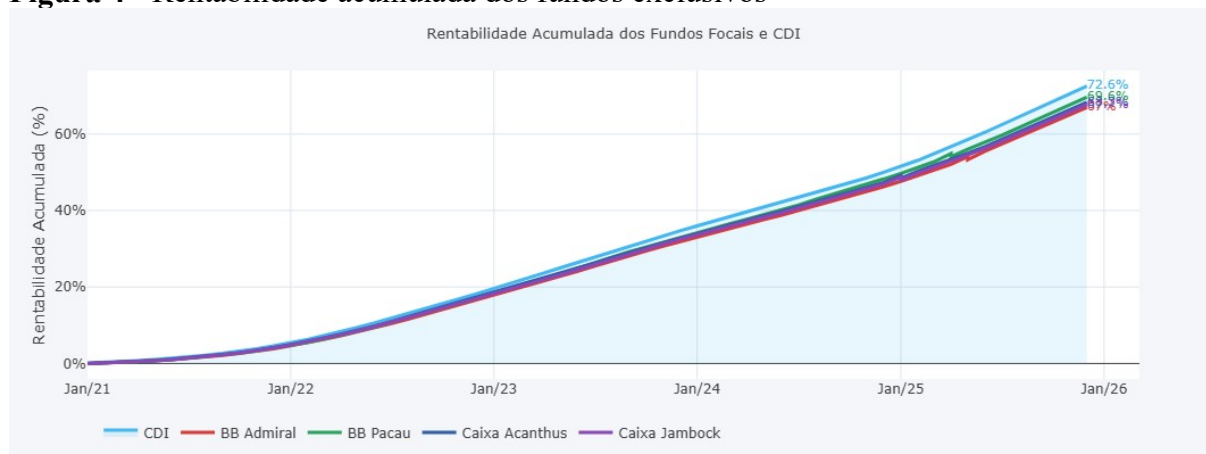
Esta distinção é reforçada pela leitura conjunta da Figura 3 com a Figura 2, que decompõe as receitas do Fundo Naval entre Receita Total e Receita Financeira ao longo do mesmo período. A Receita Total oscilou entre aproximadamente R\$ 60 milhões e R\$ 140 milhões mensais, com pico em meados de 2022, coincidindo com o ciclo de elevação da taxa de juros, enquanto a receita financeira manteve trajetória mais suave e nivelada, entre R\$ 10 milhões e 35 milhões mensais. Embora presente, ao analisar visualmente a Figura 2, correlação positiva entre o desempenho das aplicações financeiras e o aumento da receita total, a diferença estrutural e persistente entre as duas séries evidencia que a maior parcela das receitas totais do Fundo tem natureza não financeira, implicando na expansão patrimonial observada na Figura 3, o que sugere que a robustez patrimonial observada não deve ser confundida com excelência na gestão de investimentos, distinção que justifica a pertinência e a relevância da análise DEA-SBM proposta nesta dissertação.

As Figuras 2 e 3 cumprem função contextual, ao situar a evolução financeira do Fundo Naval no período. Para a análise empírica das DMUs, contudo, o foco será sobre as métricas consolidadas para os 34 fundos da amostra, exploradas nas seções pertinentes.

A Figura 4 apresenta a evolução da receita dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval, Caixa Acanthus e BB Admiral e da Força Aérea Brasileira, o Caixa Jambock e o BB Pacau, em relação ao CDI como *benchmark* de referência. Os resultados revelam um padrão

de convergência com *underperformance* sistemática. Ao final do período analisado o CDI acumulou 72,6%, enquanto o BB Admiral alcançou 66,9%, Caixa Acanthus 68,3%, BB Pacau 69,6% e Caixa Jambock 67,7%. Assim, os fundos exclusivos do Fundo Naval bem como os da FAB não superaram o *benchmark* e a diferença máxima entre os fundos foi de apenas 2,2 pontos percentuais em cinco anos.

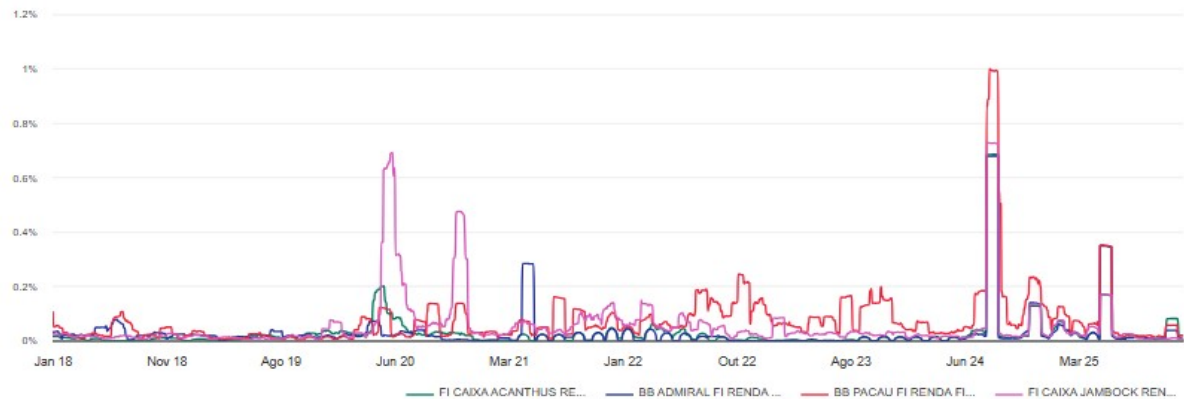
Figura 4 - Rentabilidade acumulada dos fundos exclusivos



Fonte: O autor, 2025.

A análise revela diferenças significativas de volatilidade entre os fundos, refletindo suas distintas estratégias de investimento e níveis de exposição ao risco. De acordo com a Figura 5, o Fundo Pacau apresenta maior grau volatilidade, com variações acentuadas, o que indica um perfil mais agressivo e sujeito a oscilações de mercado. Em contraste, os fundos Acanthus e Admiral demonstram maior estabilidade. O Fundo Jambock exibe comportamento intermediários, com volatilidade moderada, compatível com ativos de renda fixa e baixa correlação com o mercado acionário.

Segundo Markowitz (1952) e Sharpe (1964), a diversificação entre ativos de diferentes níveis de risco permite maximizar o retorno esperado para um dado nível de risco total, princípio fundamental da teoria moderna dos portfólios. No contexto dos fundos exclusivos do Fundo Naval, essa diversificação atua como mecanismo de mitigação de risco sistêmico, conforme defendem Basso e Funari (2017), ao demonstrarem que fundos com maior patrimônio tendem a apresentar retornos de escala crescentes e maior capacidade de absorção de choques macroeconômicos, e Galagedera *et al.* (2020), ao evidenciarem que a gestão eficiente dos custos é condição necessária, embora não suficiente, para que fundos alcancem a fronteira eficiente em termos de retorno ajustado ao risco.

Figura 5 - Volatilidade dos investimentos dos fundos exclusivos

Fonte: O autor, 2025.

A diferença de comportamento entre os fundos reforça a importância de avaliações quantitativas, como a DEA, para mensurar a eficiência relativa entre os fundos. Essa abordagem é amplamente recomendada na literatura aplicada a dados financeiros de performance de fundos públicos e privados (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978), permitindo identificar quais combinações de insumos, tais como as variáveis deste estudo, geram os maiores *outputs* em termos de rentabilidade e retorno financeiro.

Assim, a análise gráfica evidencia que o desempenho do Fundo Naval resulta de uma gestão ativa, diversificada e orientada por critérios de eficiência, confirmando a relevância do modelo DEA como instrumento de apoio à tomada de decisão e à alocação ótima dos recursos públicos sob gestão da MB.

3.3 Análise Multivariada

Visando verificar a relação entre as variáveis, isto é, quanto um incremento nos insumos pode provocar de aumento nos produtos, ou um decréscimo (Tone, 2021 e Maghbouli e Yekta, 2023) foi realizado o teste de correlação de Pearson entre as variáveis de insumo e produtos.

Tabela 5 – Matriz de correlações entre as variáveis

Variáveis	RENT	PATRIM_LIQ	VOL
PATRIM_LIQ	0.9849*	-	-
VOL	0.5196*	0.5621	-
TX_ADM	-0.1225*	-0.0814	-0.093

Nota: * $p < 0,05$

Fonte: O autor, 2025.

A Tabela 5 apresenta a matriz de correlações de Pearson entre as variáveis do modelo, como o objetivo de caracterizar a estrutura das relações lineares entre *inputs* e *output* antes da aplicação do modelo DEA-SBM. Os resultados confirmam que o Patrimônio Líquido e a Volatilidade apresentam correlação positiva com a Rentabilidade, evidenciando que fundos de maior porte e que aceitam maior nível de risco tendem a obter retorno superiores na amostra analisada. A Taxa de Administração, por sua vez, apresenta correlação negativa com a rentabilidade, sinalizando que custos elevados estão associados a menor rentabilidade líquida. Este comportamento é consistente com a literatura (Macedo; Macedo, 2008; Lanza; Silveira, 2024), e fundamenta sua inclusão como *input* a ser minimizado pelo modelo DEA-SBM, cujas folgas capturam diretamente o excesso de custo de gestão.

3.3.1 Regressão Linear Múltipla com erros robustos

A análise por meio da Regressão Linear Múltipla teve o objetivo de verificar a relação entre a rentabilidade, Patrimônio Líquido, Volatilidade e Taxa de administração dos fundos que compõem a amostra. O modelo de regressão linear múltipla estimado com erros robustos de Newey-West apresentou coeficiente de determinação $R^2 = 0,2476$, indicando que aproximadamente 24,76% da rentabilidade dos fundos pode ser explicada pelo conjunto das variáveis independentes.

Embora o coeficiente de determinação do modelo possa ser classificado como moderado, esse resultado não invalida sua utilidade analítica. Em finanças, o poder explicativo estatístico tende a ser limitado, mas ainda assim pode ser economicamente relevante. Campbell e Thompson (2008) ao analisarem modelos de retornos no mercado financeiro, argumentam que mesmo estatísticas de R^2 baixas podem ser economicamente relevantes, desde que interpretadas em conjunto com a coerência teórica da especificação do modelo e a relevância econômica dos resultados. Para Fama e French (2010), a parte da variância individual dos retornos decorre de fatores macroeconômicos não capturáveis por variáveis estruturais dos fundos.

Nessa perspectiva, o coeficiente de determinação obtido nesta pesquisa sugere que, embora parcela relevante da variabilidade da rentabilidade permaneça associada a fatores não observados no modelo, como choques macroeconômicos e condições específicas de mercado, as variáveis de custo, risco e escala selecionadas capturam uma fração substantiva e

teoricamente consistente do comportamento do retorno dos fundos, reforçando a pertinência da sua utilização na etapa subsequente de mensuração da eficiência relativa por meio de DEA-SBM.

Assim, a análise da regressão linear múltipla evidenciou que as variáveis Patrimônio Líquido (PATRIM_LIQ), da taxa de administração (TX_ADM) e do desvio-padrão dos retornos (VOL) constituem fatores importantes associados à variação da rentabilidade dos fundos exclusivos do Fundo Naval, conforme os pressupostos de modelos lineares discutidos por Bisso et al. (2016). A presença de efeitos estatisticamente significativos reforça a relevância desses elementos na avaliação de desempenho, em linha com a literatura de economia financeira (Gujarati; Porter, 2011).

Após a realização da análise preliminar, considerando que as variáveis independentes ajudam a explicar 24,76% da variação observada na rentabilidade, as variáveis Patrimônio Líquido (PATRIM_LIQ), da taxa de administração (TX_ADM) e do desvio-padrão dos retornos (VOL), apresentam características que as tornam boas candidatas à composição do modelo DEA-SBM.

Dessa forma, os resultados da regressão justificam a aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA), uma vez que a heterogeneidade observada na utilização dos insumos sugere que os fundos podem diferir tanto em nível de desempenho absoluto, como em eficiência na transformação de insumos em resultados. A DEA é reconhecida como metodologia apropriada para mensurar a eficiência relativa de unidades decisórias comparáveis (Banker *et al.*, 2004), permitindo identificar quais fundos operam na fronteira eficiente e quais apresentam folgas que comprometem seu desempenho relativo. Assim, a transição entre estatística descritiva, correlação, regressão e DEA configura um encadeamento metodológico coerente, fornecendo uma análise abrangente do desempenho e da eficiência dos fundos investigados.

3.4 Resultados do Modelo DEA-SBM

A presente seção apresenta os resultados da Análise Envoltória de Dados na formulação *Slacks Based-Measure* (DEA-SBM) orientado ao *output*, aplicada às 34 DMUs que compõe a amostra do estudo, abrangendo o período de 2021 a 2025. Os resultados são apresentados em três dimensões analíticas complementares: (i) os escores de eficiência técnica relativa e o correspondente ordenamento entre as DMUs; (ii) as folgas (*slacks*) identificadas pelo modelo,

que traduzem em termos operacionais as fontes e magnitudes de ineficiência de cada fundo; e (iii) as metas (*targets*) de rentabilidade projetadas pelo modelo sobre a fronteira eficiente, que representam os níveis de desempenho factíveis caso os recursos fossem utilizados com a mesma eficiência relativa dos benchmarks identificados.

A interpretação dos escores DEA-SBM deve ser realizada à luz das especificidades do modelo adotado. Por construção, o escore $\rho_0 = 1,00$ indica que a DMU opera sobre a fronteira de eficiência, isto é, não existe no conjunto de fundos observados, combinação ponderada de insumos e produtos capaz de dominar aquela unidade simultaneamente em todas as dimensões, ao passo que escores inferiores à unidade expressam a proporção da distância da DMU em relação à fronteira. Tal referencial não expressa um padrão absoluto ou normativo de desempenho, mas a melhor prática efetivamente observada na amostra, dadas as variáveis consideradas no modelo (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978; Tone, 2021).

3.4.1 Escore de Eficiência técnica relativa, *Slacks* e *Targets*

A Tabela 6 apresenta os escores de eficiência técnica relativa DEA-SBM, os *benchmarks* de referência identificados pelo modelo, as folgas associadas às variáveis de insumo e as metas de rentabilidade para o *output*. Os fundos estão ordenados do mais eficiente ao menos eficiente. Cumpre explicitar que, de acordo com o justificado na seção 2.2, os fundos exclusivos da FAB recebem o mesmo nível de detalhamento analítico dispensado aos fundos exclusivos do Fundo Naval tendo em vista a convergência de objetivos institucionais, sendo, portando, o contraponto para isolar efeito específico da gestão e apresentados como evidência comparativa para a resposta ao problema de pesquisa centrado no Fundo Naval.

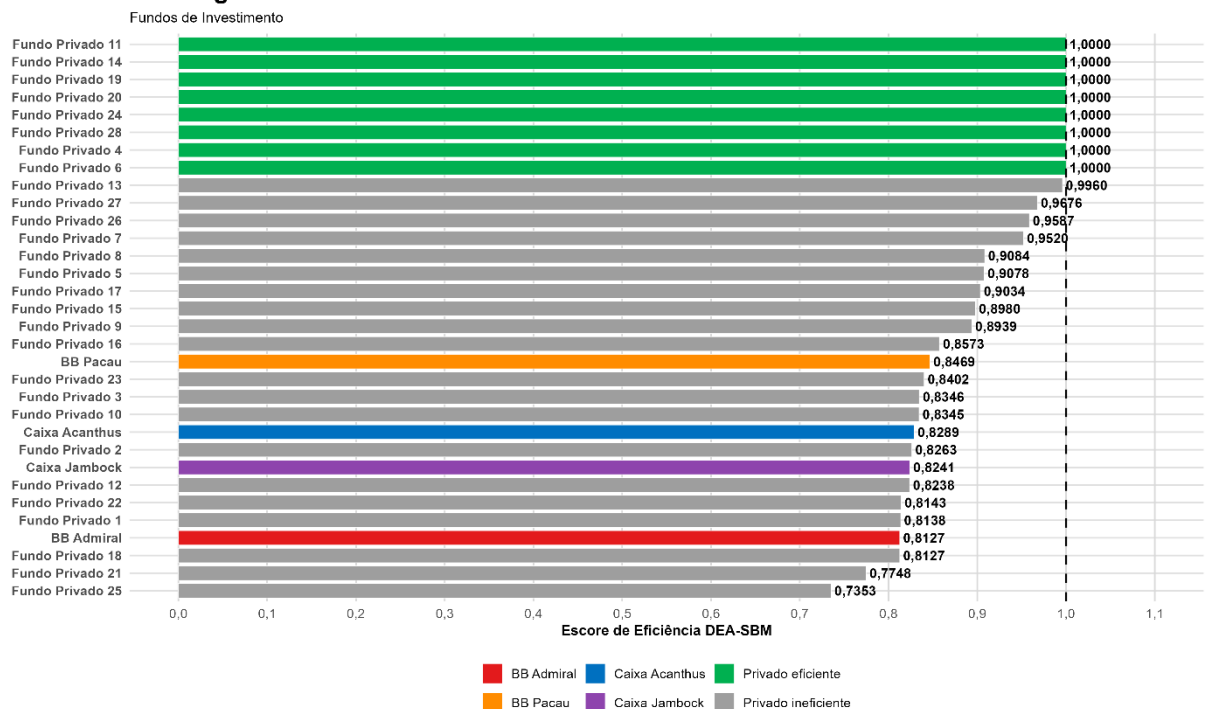
Tabela 6 - Escores de Eficiência dos Fundos exclusivos do FN e da FAB

Fundo	Escore SBM	Benchmark	Slack PL (R\$ mi)	Slack Taxa Adm (p.p)	Target Retorno (%)
BB Pacau	0,8469	Fundo Privado 4 e Fundo Privado 14	117,1	0,044	74,51
Caixa Acanthus	0,8289	Fundo Privado 4 e Fundo Privado 14	138,04	0,038	75,37
Caixa Jambock	0,8241	Fundo Privado 4 e Fundo Privado 14	111,39	0,036	75,35
BB Admiral	0,8127	Fundo Privado 4 e Fundo Privado 14	233,39	0,016	74,77

Fonte: O autor, 2025.

Os resultados revelam que, de acordo com a Figura 6, 23,5% da amostra, atingiram o escore máximo de eficiência, $\rho_0 = 1,00$, operando sobre a fronteira de produção empírica. Esse grupo abrange fundos de perfil institucional diversificado, previdenciários exclusivos, fundos de cooperativas e fundo corporativos de grandes bancos, evidenciando que a fronteira eficiente é constituída por unidades heterogêneas, dotadas de estruturas operacionais distintas, mas que compartilham a capacidade de maximizar o *output* de rentabilidade dado o conjunto de insumos empregados.

Figura 6 - Ranking de Eficiência DEA dos Fundos de Investimento
Ranking de Eficiência DEA dos Fundos de Investimento



Fonte: O autor, 2025.

De acordo com a Figura 6, a heterogeneidade dos fundos eficientes reforça uma conclusão metodologicamente relevante de que a eficiência técnica observada não é um artefato da homogeneidade da amostra tampouco reflexo de condições institucionais exclusivas. Trata-se de um padrão empírico consistente com os achados de Basso e Funari (2017), que demonstraram que fundos de distintos portes podem convergir para a fronteira de eficiência desde que as relações entre custo, risco e retorno sejam otimizadas. Os fundos Privado 4 e Privado 14 destacam-se, adicionalmente, como os *benchmarks* de referência mais

frequentemente designados pelo modelo para as DMUs ineficientes, exercendo a função de *peers* estabelecidos na fronteira de eficiência.

Os fundos exclusivos do Fundo Naval, BB Admiral e Caixa Acanthus, obtiveram escores DEA-SBM de eficiência 0,8127 e 0,8289, posicionando-se nas DMUs do terço inferior da distribuição de eficiência da amostra. Esse padrão de concentração em torno de um escore comum não é coincidência tendo em vista que reflete a existência de perfis operacionais estruturalmente similares entre esses fundos caracterizados por estratégias de alocação predominantemente em renda fixa, exposição macroeconômica análoga e relação custo-retorno homogênea ao longo período analisado.

A tabela 7 apresenta os indicadores de desempenho e de eficiência para cada um dos fundos do Fundo Naval e da FAB.

Tabela 7 – Indicadores DEA-SBM dos fundos exclusivos do FN e da FAB

Fundo	Escore SBM	Rent. Acum.	Target Retorno	Taxa Adm	Slack Taxa Adm	Slack PL
BB Pacau	0,8469	69,6%	74,51%	0,20%	0,044 p.p.	R\$ 117,10
Caixa Acanthus	0,8289	68,3%	75,38%	0,13%	0,038 p.p.	R\$ 138,04
Caixa Jambock	0,8241	67,7%	75,35%	0,20%	0,036 p.p.	R\$ 111,39
BB Admiral	0,8127	66,9%	74,77%	0,29%	0,016 p.p.	R\$ 233,39

Fonte: O autor, 2025.

A análise da Tabela 7 sugere que os fundos exclusivos analisados não operam com eficiência técnica relativa, tendo em vista que não estão na fronteira DEA-SBM, uma vez que todos os escores DEA-SBM permanecem abaixo de 1, contudo esse fato isoladamente não permite concluir falha gerencial. Em termos de ordenação, o BB Pacau ocupa a melhor posição relativa 0,8469, seguido por Caixa Acanthus 0,8289, Caixa Jambock 0,8241 e BB Admiral 0,8127. Com base na literatura seminal de DEA, isso significa que nenhum dos fundos opera na fronteira de melhores práticas observadas embora estejam relativamente próximos à fronteira, o que sugere ineficiências residuais, porém economicamente relevantes, e não um quadro de baixo desempenho absoluto. (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978; Tone, 2021). Dessa forma, os resultados não apontam para uma ineficiência gerencial, mas para espaço mensurável para aprimoramento na conversão de escala, custo e risco em rentabilidade.

Nesse contexto, o fato de não operar na fronteira de eficiência expressa a existência de *benchmarks* que, sob a combinação mais favorável de custo, escala e risco entregam maior rentabilidade relativa. Assim, as folgas identificam dimensões específicas de ajuste. A folga no

PL sinaliza escala patrimonial não convertida proporcionalmente em retorno, a folga em VOL indica risco assumido sem compensação adequada em rentabilidade e a folga na Taxa evidencia custo de gestão superior ao nível compatível com os *benchmarks* bem como a folga de *output* representa o incremento de rentabilidade necessário para que o fundo alcance a fronteira estimada.

Considerando o modelo SBM orientado ao *output*, o principal achado é que os fundos do Fundo Naval precisariam ampliar sua rentabilidade acumulada para atingir a fronteira. A Tabela 7 apresenta *Targets* concentrados, entre 74,51% e 75,38%, ao passo que a rentabilidade acumulada observada se situa entre 66,9% e 69,6%. Essa proximidade entre os *targets* sugere que a fronteira eficiente da amostra é relativamente estável e que os fundos analisados não estão distantes por uma diferença extraordinária de retorno, mas por ajustes marginais e persistentes na gestão dos insumos. Em termos analíticos, esse resultado sugere que os fundos de defesa estão estruturalmente conectados ao mercado de referência, mas que operam abaixo da melhor prática observada, o que é compatível com o conceito de eficiência relativa discutido por Cooper, Seiford e Tone (2007).

A análise da composição da ineficiência permite identificar, contudo, que os fatores explicativos não são homogêneos entre os fundos. O BB Pacau, embora seja o mais eficiente do grupo, ainda apresenta oportunidade de melhoria nos escores, indicando que seu bom posicionamento relativo não elimina a necessidade de correções gerenciais. Sua vantagem competitiva decorre do fato de estar mais próximo da fronteira do que os demais, o que sugere combinação mais eficiente entre patrimônio, risco, taxa e retorno. Já o Caixa Acanthus apresenta escore inferior, 0,8289, mesmo possuindo a menor taxa de administração corrente, 0,13%. Esse achado é particularmente relevante, pois demonstra que custo menor não se traduz automaticamente em maior eficiência. Basso e Funari (2017), destacam que a eficiência depende da forma como escala e demais insumos são convertidos em *output*, e não da redução isolada de um único componente.

O BB Admiral registrou o menor escore do grupo, 0,8127, a menor rentabilidade acumulada, 66,9%, e a maior taxa de administração corrente, 0,29%, além de possuir o maior Patrimônio Líquido do conjunto de fundos. Estes achados convergem com os estudos de Macedo e Macedo (2008) e Bisso et al. (2016), na medida em que as taxas elevadas estão associadas à redução sistemática da eficiência em fundos de investimento. Além disso, esses achados coadunam com a literatura sobre fundos, na qual retornos absolutos não bastam para caracterizar eficiência quando são obtidos à custa da estrutura de custos e escala subótimas (Macedo; Macedo, 2008; Bisso et al., 2016; Galagedera et al., 2020). Assim, de acordo com os

achados, o BB Admiral não converteu em resultados a maior escala patrimonial que possui, condizente com os achados de Basso e Funari (2017).

A decomposição por *slacks* aprofunda ainda mais a interpretação na medida em que folga em patrimônio líquido é expressiva em todos os fundos, mas especialmente no BB Admiral R\$ 233,39 milhões, Pacau R\$ 117,10 milhões, Acanthus R\$ 138,04 milhões e Jambock, R\$ 111,39 milhões. Esses achados sugerem que o Admiral, além de custo elevado possui subaproveitamento de escala patrimonial. Para Banker, Charnes e Cooper (1984), esse tipo de resultado é compatível com ineficiência associada à operação fora da escala ótima, o que reforça a pertinência da hipótese de retornos variáveis de escala adotada no estudo. Portanto, o fundo dispõe de maior volume de recursos, mas não converte essa escala em desempenho relativo superior, o que sinaliza fricções de alocação, limitação de flexibilidade ou perda de eficiência operacional, o que corrobora com os achados de Basso e Funari (2017).

No caso da Taxa de Administração, a Tabela 8 apresenta os resultados das folgas associadas e, no contexto da DEA, a folga representa o excesso específico do *input* em relação à fronteira de eficiência, isto é, a parcela do insumo que poderia ser reduzida para que a DMU fosse projetada sobre uma combinação de referência mais eficiente, mantendo-se a lógica multidimensional do modelo (Tone, 2001). Nesse sentido, os resultados apresentados na Tabela 8 indicam que os fundos analisados apresentam algum nível de folga na taxa de administração, sugerindo que, em comparação à fronteira eficiente formada pela amostra, há margem para redução desse custo administrativo.

Tabela 8 – Slacks de Taxa de Administração dos fundos Exclusivos

Fundo	Taxa Adm Praticada	Slack Taxa Adm	Taxa Adm Alvo	Redução relativa
BB Pacau	0,20%	0,044 p.p.	0,156	22%
Caixa Acanthus	0,13%	0,038 p.p.	0,092	29%
Caixa Jambock	0,20%	0,036 p.p.	0,164	18%
BB Admiral	0,29%	0,016 p.p.	0,274	5,5%

Fonte: O autor, 2025.

Os resultados sugerem que o BB Pacau precisaria reduzir sua taxa em 0,044 pontos percentuais, o Caixa Acanthus em 0,038 p.p, o Caixa Jambock em 0,036 p.p e o Admiral em apenas 0,016 p.p. Isso implica que, embora a literatura e o próprio modelo apontem o custo como vetor central de ineficiência em fundos (Macedo; Macedo, 2008; Silva; Roma; Iquiapaza, 2018; Lanza; Silveira, 2024), o peso relativo desse custo não é uniforme entre os fundos.

Nesse sentido, a taxa de administração apresenta-se como um componente de ajuste relevante para os fundos Acanthus e Pacau, enquanto para Admiral, a necessidade de correção do custo é relativamente menor do que a necessidade de correção de escala patrimonial. Esse resultado é importante tendo em vista que não permite generalizações simplistas, ou seja, nem toda ineficiência é predominantemente de custo, em alguns casos é de escala e conversão patrimonial em retorno, o que coaduna com os achados de Macedo e Macedo (2008), Galagedera *et al.* (2020) e Lanza e Silveira (2024).

A maior folga absoluta observada foi do BB Pacau, com 0,044 ponto percentual, o que implica redução da taxa de administração de 0,20% para 0,156%, equivalente a uma redução relativa de 22%. Esse resultado indica que, para que o fundo se aproximasse da fronteira eficiente no componente taxa de administração, seria necessário reduzir o custo administrativo praticado. Já o Caixa Acanthus apresentou a segunda maior folga absoluta, de 0,038 ponto percentual, mas registrou a maior redução relativa entre os fundos analisados, de 29%. Esse resultado é quantitativamente relevante tendo em vista que o fundo possui a menor taxa nominal da amostra, 0,13% mas, ainda assim, sua taxa-alvo foi estimada em 0,092%. O Caixa Jambock, por sua vez, apresentou taxa de administração de 0,20%, assim como o BB Pacau, mas com folga inferior, de 0,036 ponto percentual, resultando em taxa-alvo de 0,164% e redução relativa de 18%, o que corrobora com os resultados dos estudos de Macedo e Macedo (2008), Galagedera *et al.* (2020) e Lanza e Silveira (2024), na medida em que as taxas corroem os resultados dos fundos.

O BB Admiral apresentou o resultado mais distinto da Tabela 8, embora possua a maior taxa de administração praticada, de 0,29%, sua folga foi a menor entre os fundos analisados, de apenas 0,016 ponto percentual, com taxa-alvo de 0,274%, representando uma redução relativa de 5,5%. Esse achado corrobora com os achados de Macedo e Macedo (2008) de que taxas de administração atrapalham os resultados, contudo, não permite a interpretação de que o fundo maior taxa nominal seria necessariamente o mais ineficiente. Esse comportamento é adequado à lógica da DEA, conforme Charnes, Cooper e Rhodes (1978), Banker, Charnes e Cooper (1984) e Tone (2001), segundo a qual a eficiência é sempre relativa ao conjunto de unidades comparáveis e à combinação entre recursos consumidos e resultados produzidos.

Nesse sentido, a eficiência depende da relação conjunta entre os insumos consumidos e o produto gerado considerando a amostra. Ou seja, a taxa de administração deve ser analisada em comparação com as demais variáveis do estudo na medida em que outros fundos forem capazes de entregar desempenho proporcionalmente superior com menor consumo relativo de insumos, esse achado corrobora com Basso e Funari (2017), Fonseca *et al.* (2018) e Macedo e

Macedo (2008), que destacam a DEA como metodologia adequada para avaliar fundos de investimento por meio de uma estrutura multidimensional de desempenho.

Portanto, os resultados do modelo DEA-SBM evidenciam que os fundos exclusivos do Fundo Naval apresentam eficiência relativa elevada, porém ainda inferior à fronteira de melhores práticas observadas na amostra. A análise conjunta dos escores, *slacks*, *targets* e benchmarks demonstra que o fato destes fundos não atingirem a fronteira de eficiência DEA não decorre de um único fator, mas de combinações distintas entre custo, escala patrimonial e capacidade conversão desses insumos em rentabilidade. Ao mesmo tempo, os achados confirmam a utilidade analítica da DEA-SBM para superar as limitações das métricas tradicionais de desempenho, ao fornecer diagnóstico comparativo, pormenorizado e práticos o suficiente para fundamentar as decisões dos gestores.

3.4.2 O escore DEA-SBM e o Índice de Sharpe como *Benchmark*

A incorporação de benchmarks à análise DEA-SBM tem por finalidade ampliar a interpretação dos escores de eficiência, permitindo comparar a fronteira não paramétrica estimada pelo modelo com métricas tradicionais de desempenho financeiro. Enquanto indicadores como o Índice de Sharpe permitem avaliar o retorno observado em relação ao risco assumido, a DEA-SBM mensura a eficiência relativa dos fundos a partir da conversão simultânea dos insumos em produto. Dessa forma, o *benchmarking* proposto não busca substituir os indicadores tradicionais, mas utilizá-los como parâmetros complementares de comparação, permitindo verificar se os fundos posicionados mais próximos da fronteira eficiente também apresentam desempenho compatível com métricas clássicas de avaliação risco-retorno. Essa aplicação reforça a robustez da análise, pois combina a perspectiva multidimensional da eficiência relativa, fundamentada em Tone (2001) e Cooper, Seiford e Tone (2007), com a abordagem tradicional de desempenho ajustado ao risco proposta por Sharpe (1966), oferecendo uma leitura mais abrangente da performance dos fundos analisados.

A Tabela 9 evidencia que o BB Pacau apresentou o melhor desempenho conjunto entre os fundos analisados, tendo sido a rentabilidade acumulada de 69,6%, escore DEA-SBM de 0,8469 e Índice de Sharpe de 0,89. Esse resultado indica que, além de apresentar o maior retorno acumulado, o fundo também demonstrou a melhor relação entre o produto gerado e insumos empregados no modelo DEA-SBM, bem como a melhor compensação entre o retorno e risco segundo a métrica de Sharpe. No contexto desta dissertação, este achado é relevante tendo em

vista que sugere convergência entre a eficiência relativa estimada pelo modelo DEA e o desempenho ajustado ao risco mensurado por indicador financeiro tradicional.

Tabela 9 – Indicadores de Rentabilidade, DEA-SBM e Índice de Sharpe

Fundo	Rentabilidade	Escore SBM	Índice de Sharpe
BB Pacau	69,6%	0,8469	0,89
Caixa Acanthus	68,3%	0,8289	0,34
Caixa Jambock	67,7%	0,8241	0,03
BB Admiral	66,9%	0,8127	0,24

Fonte: O autor, 2025.

Nesse contexto, de acordo com a Tabela 9, a comparação com o Índice de Sharpe permite observar que o BB Pacau também lidera esse indicador com 0,89, valor substancialmente superior aos demais fundos. O Caixa Acanthus aparece em segundo lugar, com 0,34, seguido pelo BB Admiral, com 0,24, e pelo Caixa Jambock, com apenas 0,03. O Índice de Sharpe, originalmente associado à razão entre a recompensa e variabilidade, avalia o retorno excedente por unidade de risco assumido, sendo amplamente utilizado como medida de desempenho ajustado ao risco (Sharpe, 1966).

Considerando a DEA-SBM, o Caixa Jambock apresenta escore superior ao BB Admiral, além da rentabilidade também superior. Contudo, ao considerar o Índice de Sharpe, ocorre a inversão parcial onde o BB Admiral registra 0,24, enquanto o Caixa Jambock apresenta 0,03. Essa diferença sugere que o Caixa Jambock, embora mais eficiente considerando a estrutura multidimensional capturada por meio da DEA-SBM, apresentou pior relação entre retorno excedente e risco quando avaliado exclusivamente pela lógica risco-retorno de Sharpe. Este resultado corrobora com os achados de Macedo e Macedo (2007), na medida em que demonstram, de maneira prática, que DEA-SBM avalia a eficiência relativa da DMU considerando simultaneamente múltiplos insumos e produtos, enquanto o Sharpe concentra-se na relação risco x retorno.

A Tabela 9 reforça, ainda, a contribuição da aplicação da DEA-SBM na análise dos fundos exclusivos e institucionais comparáveis. O BB Pacau destaca-se como fundo de melhor desempenho relativo, pois combina maior rentabilidade, maior eficiência DEA e maior Índice de Sharpe. Já a divergência entre Caixa Jambock e BB Admiral evidencia que a análise baseada exclusivamente em indicadores tradicionais pode conduzir a interpretações incompletas. Assim, a utilização conjunta da DEA-SBM e do índice de Sharpe amplia a robustez analítica deste estudo, permitindo distinguir desempenho absoluto, eficiência relativa e retorno ajustado ao risco.

O modelo SBM, proposto por Tone (2001), permite, metodologicamente, analisar diretamente as folgas de *inputs* e *outputs*, possibilitando a avaliação da eficiência das DMUS a partir dos excessos de insumos e das insuficiências de produto, diferentemente de medidas radiais tradicionais que podem não capturar plenamente tais desvios (Tone, 2001). Assim o escore DEA do BB Pacau indica maior proximidade relativa em relação à fronteira de eficiência construída pela amostra, enquanto o escore do BB Admiral sugere maior distância relativa dessa fronteira.

Embora a amplitude não seja elevada, esta é suficiente para indicar distinções relevantes na capacidade relativa dos fundos de converter os insumos considerados no modelo em rentabilidade. Essa interpretação reforça a utilidade da DEA como instrumento de avaliação multidimensional, pois, conforme Cooper, Seiford e Tone (2007), a DEA permite examinar a eficiência em diferentes tipos de organizações e contextos decisórios, inclusive quando há múltiplos critérios envolvidos na avaliação de desempenho. Este achado corrobora com os estudos de Fonseca et al. (2022), o qual destaca a relevância do fator eficiência para o retorno dos fundos de investimento.

Portanto, os resultados indicam que a DEA-SBM oferece uma leitura mais abrangente da eficiência dos fundos ao incorporar, de forma simultânea, os insumos empregados e o produto gerado. O Índice de Sharpe, embora relevante como indicador tradicional de desempenho ajustado ao risco, não substitui a análise de eficiência relativa, pois sua estrutura se restringe à relação entre retorno excedente e risco. Dessa forma, a comparação entre os dois métodos evidencia que a DEA-SBM constitui ferramenta de benchmark complementar para validar e tensionar os resultados obtidos pela fronteira de eficiência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve como objetivo avaliar a eficiência relativa dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval, em comparação com fundos institucionais e privados selecionados segundo critérios de homogeneidade regulatória, operacional e temporal, por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados, na formulação *Slacks-Based Measure*, orientada ao *output* e com retornos variáveis de escala. A pesquisa partiu do entendimento de que a avaliação da gestão financeira de recursos públicos estratégicos não deve se limitar à observação da rentabilidade acumulada ou de indicadores tradicionais ajustados ao risco, uma vez que tais métricas, embora relevantes, não capturam simultaneamente as dimensões de escala, risco, custo e retorno envolvidas na administração dos fundos.

Nesse sentido, ao retomar o problema de pesquisa proposto de identificar qual é a eficiência técnica relativa dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval quando comparados a fundos institucionais e privados com características homogêneas, por meio da aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) em sua formulação SBM, observa-se que este foi respondido a partir da construção de uma fronteira de eficiência formada pelos fundos analisados. Os resultados evidenciaram que os fundos exclusivos do Fundo Naval não se posicionaram sobre a fronteira eficiente, apresentando escores DEA-SBM entre 0,8127 e 0,8469, inferiores ao nível máximo de eficiência relativa. Esse achado sugere que, embora os fundos tenham apresentado rentabilidade positiva no período, ainda há margem para aprimoramento gerencial quando considerada a relação multidimensional entre patrimônio líquido, volatilidade, taxa de administração e rentabilidade.

A combinação entre estatística descritiva, análise exploratória, correlação de Pearson, regressão linear múltipla robusta e DEA-SBM permitiu identificar a posição relativa dos fundos analisados, a direção dos ajustes requeridos e os *benchmarks* de melhores práticas observadas na amostra, de acordo com o objetivo proposto. No que tange ao mérito da gestão, a principal evidência desta pesquisa é que a ineficiência relativa dos fundos do Fundo Naval decorre da forma como custo e escala são mobilizados na geração do retorno. Nesse sentido, a taxa de administração destaca-se como elemento central da análise, o que corrobora os achados de Macedo e Macedo (2008), Basso e Funari (2017), Galagedera et al. (2020) e Lanza e Silveira (2024), reforçando a adequação de sua incorporação ao modelo como variável de custo.

O primeiro objetivo, qual seja, identificar e justificar as variáveis de *inputs* e *outputs* adequadas para a avaliação da eficiência dos fundos de investimento do Fundo Naval, foi

alcançado na medida em que resta demonstrado que o patrimônio líquido, volatilidade, taxa de administração e rentabilidade constituem dimensões teoricamente consistentes e empiricamente relevantes para avaliação da eficiência dos fundos. A escolha das variáveis de *inputs* e *outputs* fundamentou-se na revisão da literatura sobre eficiência em fundos de investimento e foi submetida a validação estatística por meio de correlações de Pearson e de regressão linear múltipla com estimador robusto de Newey-West (1987). O modelo de regressão apresentou coeficiente de determinação R^2 de 24,76%, estatisticamente significativo, indicando que as variáveis capturam fração relevante e teoricamente coerente da variabilidade da rentabilidade dos fundos. Esse nível de capacidade explicativa é considerado relevante, de acordo com Campbell e Thompson (2008) e com os achados de Fama e French (2010). Segundo estes, em mercados financeiros, mesmo estatísticas de R^2 baixas podem ser economicamente relevantes quando a especificação do modelo é teoricamente fundamentada e as variáveis capturem dimensões estruturais do desempenho.

A estrutura de *input* e *output* adotada está alinhada às propostas de Macedo e Macedo (2008), Bisso et al. (2016), Galagedera et al. (2020) e Lanza e Silveira (2024), que tratam custo, risco e escala como dimensões indissociáveis na avaliação da eficiência de fundos, conferindo ao modelo especificação com respaldo empírico consolidado na literatura nacional e internacional. A validação prévia, portanto, justifica a seleção das variáveis bem como fornece ancoragem inferencial para etapa não paramétrica subsequente, preservando a coerência do encadeamento analítico. Essas variáveis mostram-se coerentes com a literatura sobre eficiência aplicada a fundos, uma vez que permite avaliar simultaneamente escala, risco, custo e retorno. Essa formulação está alinhada às propostas de Charnes; Cooper e Rhodes, (1978) e Tone (2021), segundo os quais a eficiência deve ser compreendida como relação relativa entre recursos consumidos e produtos gerados.

O segundo objetivo específico referente à aplicação do modelo DEA-SBM para mensurar a eficiência relativa dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval, foi atendido dado que foi mensurada a eficiência relativa das DMUs sob perspectiva multidimensional, considerando escala, risco, custo e retorno, considerando retornos variáveis de escala.

A aplicação do modelo com taxa de administração incorporada como dimensão de custo permitiu penalizar custos que não são convertidos proporcionalmente em rentabilidade, corroborando com os achados de Macedo e Macedo (2008), Bisso et al., (2016) e Lanza e Silveira (2024), para os quais os custos de gestão constituem variável relevante na avaliação de

desempenho de fundos de investimento na medida em que a taxa de administração destaca-se como uma dimensão associada à ineficiência relativa dos fundos analisados.

O terceiro objetivo específico, voltado à análise dos escores de eficiência e as folgas (*slacks*) identificadas por meio do modelo DEA-SBM, apontando as principais fontes de ineficiência, foi alcançado, uma vez que os resultados evidenciaram diferenças relevantes entre os fundos e permitiram identificar fontes distintas de ineficiência. Os resultados indicaram que 23,5% dos fundos da amostra operam sobre a fronteira de eficiência bem como possibilitam a decomposição das ineficiências por fundo.

Nesse sentido, para os fundos Caixa Acanthus e o BB Pacau a taxa de administração constitui fator dominante de ineficiência relativa, com folgas de 0,038 e 0,044 pontos percentuais, respectivamente, representando reduções de 29% e 22% sobre as taxas vigentes. Para o Caixa Jambock, o ajuste requerido de 0,036 pontos percentuais, que representa 18% em relação à taxa de 20% praticada pelo fundo, aponta o custo como vetor prioritário. O BB Admiral, contudo, apresenta perfil distinto, embora sua taxa de administração, de 0,29%, seja a mais elevada do grupo, e o slack associado seja de 0,016 pontos percentuais, é o excesso de escala patrimonial não convertida em retorno, evidenciado pela folga de R\$ 233 milhões no patrimônio líquido, que responde pela maior parte da ineficiência relativa desse fundo. Esse resultado corrobora com os achados de Basso e Funari (2017), que demonstram que deseconomias de escala podem superar o efeito dos custos de gestão em fundos de grande porte. Assim, o plano de otimização de recursos e controle e redução de custos para o Fundo Naval está atrelado à renegociação de taxas e da revisão da estratégia de alocação e adequação da escala patrimonial.

A folga em Patrimônio Líquido foi expressiva em todos os fundos, com destaque para o BB Admiral, que apresentou folga patrimonial de R\$ 233 milhões, valor superior ao observado no BB Pacau, de R\$ 117 milhões, no Caixa Acanthus, de R\$ 138 milhões, e no Caixa Jambock de R\$ 111 milhões. Estes resultados sugerem que o BB Admiral, além de possuir custo administrativo mais elevado, apresentou dificuldade relativa de converter sua maior escala patrimonial em rentabilidade proporcionalmente superior. Estes achados corroboram com os estudos de Basso e Funari (2017), na medida em que evidencia que o tamanho do fundo não produz, necessariamente, maior eficiência, podendo ocorrer perdas associadas à escala, à alocação ou à conversão patrimonial em retorno.

O quarto objetivo, relacionado a identificar os *benchmarks* de performance para aprimorar a gestão e a governança financeira dos fundos de investimento do Fundo Naval, com base nos resultados da análise de eficiência, também foi alcançado uma vez que foi possível

identificar referências concretas de melhor prática para o aprimoramento da governança financeira dos fundos do Fundo Naval. Nesse sentido, o fundo BB Pacau destacou-se como o fundo de melhor desempenho relativo entre os fundos analisados, combinando maior rentabilidade, maior escore DEA-SBM e melhor Índice de Sharpe. Esse resultado corrobora com Fonseca et al. (2022), ao demonstrar a relevância do fator eficiência para explicar e interpretar o desempenho de fundos de investimento.

Sob a perspectiva da Nova Gestão Pública (Hood, 1995), os resultados reforçam a relevância da adoção dos instrumentos quantitativos de avaliação de desempenho na administração pública. A DEA-SBM desloca a análise na gestão financeira de uma perspectiva meramente descritiva para uma lógica comparativa, orientada a resultados, benchmarking e identificação de oportunidades de aprimoramento. Esse aspecto é relevante no contexto do Fundo Naval, no qual a gestão dos recursos financeiros deve observar, de maneira conjunta, rentabilidade, economicidade, transparência e aderência aos objetivos estratégicos da Marinha do Brasil.

A principal contribuição teórica da pesquisa consiste na colaboração para a literatura de Contabilidade Gerencial Pública e de finanças ao demonstrar que a eficiência em fundos de investimento de Defesa deve ser mensurada sob uma perspectiva multidimensional. A aplicação da DEA-SBM mostrou-se uma ferramenta de controle superior às métricas tradicionais, pois captura a complexidade da gestão de recursos vinculados. Para a Administração Naval, os resultados oferecem um roteiro prático para a otimização do valor público, garantindo que cada real investido no Fundo Naval seja convertido em máxima capacidade operacional, blindando o patrimônio contra ineficiências de gestão e custos administrativos injustificados.

Metodologicamente, o estudo contribui ao reforçar que a aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA), na formulação *Slack-Based Measure* (SBM) orientada ao *output*, constitui um método eficaz para mensurar a eficiência relativa dos fundos de investimento exclusivos do Fundo Naval. A análise empírica evidenciou que a combinação entre retorno, volatilidade, patrimônio líquido e taxa de administração permite identificar diferenças de desempenho não observáveis por métricas tradicionais, como rentabilidade acumulada ou índices ajustados ao risco.

Do ponto de vista institucional, a aplicação de técnicas quantitativas de eficiência contribui para o fortalecimento da governança financeira da Marinha do Brasil, alinhando-se aos princípios constitucionais da eficiência administrativa, da economicidade e da transparência, consagrados no artigo 37 da Constituição Federal. Destarte, a mensuração da eficiência dos fundos exclusivos do Fundo Naval também pode ser compreendida como

mecanismo de legitimação institucional o que coaduna com Suchman (1995). Ao evidenciar, com base em critérios objetivos, quais fundos se aproximam das melhores práticas observadas e quais apresentam folgas associadas a custo, risco, ou escala, a pesquisa contribui para demonstrar a racionalidade na gestão de recursos públicos vinculados à Defesa Nacional. Assim, a avaliação quantitativa não se limita à função técnica de mensuração, como também fortalece a *accountability* bem como amplia a capacidade da instituição de justificar suas decisões perante órgãos de controle, gestores públicos e a sociedade.

Nesse sentido, o diagnóstico gerado pelo modelo DEA-SBM fornece à DFM subsídios empíricos para a renegociação das taxas de administração com base nos benchmarks identificados, para o monitoramento contínuo da relação entre volatilidade e retorno nos fundos classificados como ineficientes bem como para revisão dos critérios de seleção e de escala patrimonial dos gestores institucionais do Fundo Naval.

Não obstante às contribuições alcançadas, esta pesquisa encontra limitações relacionadas ao conjunto restrito de variáveis utilizadas e ao recorte temporal adotado. Estudos futuros podem explorar modelos DEA dinâmicos, incorporar variáveis macroeconômicas, incluir métricas avançadas de risco, como o *Value at Risk* (VaR) e *Expected Shortfall*, ou ainda empregar modelos híbridos que integrem DEA, regressões de painel e técnicas bayesianas.

Como agenda de pesquisa futura, recomenda-se quatro desdobramentos principais, a aplicação de modelos DEA dinâmicos ou em painel, a incorporação de proxies alternativas de risco e a combinação entre DEA e modelos econométricos bem como a ampliação da análise para outros fundos públicos, permitindo comparação interinstitucional da governança financeira de recursos públicos.

Conclui-se, portanto, que a DEA-SBM constitui instrumento adequado para avaliar a eficiência técnica relativa dos fundos exclusivos do Fundo Naval, ao permitir a análise conjunta de escala patrimonial, risco, custo de gestão e rentabilidade. Os resultados indicam que os fundos públicos analisados não se posicionaram na fronteira de eficiência da amostra, embora apresentem escores próximos aos benchmarks observados. As principais oportunidades de melhoria concentram-se na redução relativa da taxa de administração e no melhor aproveitamento da escala patrimonial. A contribuição prática da pesquisa está em oferecer à Diretoria de Finanças da Marinha uma ferramenta de *benchmarking* e diagnóstico de economicidade, capaz de subsidiar renegociações, monitoramento de desempenho e decisões de alocações.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, M. **Custos no serviço público**. Revista do Serviço Público, Brasília, DF, v. 73, n. b, p. 127-152, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21874/rsp.v73.ib.8726>. Disponível em: <https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/8726>. Acesso em: 25 nov. 2024.
- ALQASIMI, Salem Abdulrahman; ZERVOPOULOS, Panagiotis D.; SHARKER, Abu Elias; FOUSTERIS, Andreas E. A review of the impact of institutions on public sector efficiency. **International Review of Management and Marketing**, [S. l.], v. 15, n. 3, p. 352-390, 2025. DOI: 10.32479/irmm.19428. DOI: <https://doi.org/10.32479/irmm.19428>. Disponível em: <https://econjournals.com/index.php/irmm/article/view/19428>. Acesso em: 6 fev. 2026.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITALIS. **Fundos de investimento**. São Paulo: ANBIMA, 2025. Disponível em: https://www.anbima.com.br/pt_br/informar/estatisticas/fundos-de-investimento/fundos-de-investimento.htm. Acesso em: 1 dez. 2025.
- APARICIO, J.; ZOFÍO, J. L.; PASTOR, J. T. Decomposing economic efficiency into technical and allocative components: an essential property. **Journal of Optimization Theory and Applications**, v. 197, p. 98-129, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10957-023-02188-2>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10957-023-02188-2>. Acesso em: 15 fev. 2026.
- BASSO, Antonella; FUNARI, Stefania. The role of fund size in the performance of mutual funds assessed with DEA models. **The European Journal of Finance**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 457-473, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/1351847X.2016.1164209>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1351847X.2016.1164209>. Acesso em 5 dez. 2025.
- BASSO, Antonella; FUNARI, Stefania. Introducing weights restrictions in data envelopment analysis models for mutual funds. **Mathematics**, v. 6, art. 164, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/math6090164>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7390/6/9/164>. Acesso em: 25 fev. 2026.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BANKER, Rajiv D.; COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M.; THRALL, Robert M.; ZHU, Joe. Returns to scale in different DEA models. **European Journal of Operational Research**, [S. l.], v. 154, n. 2, p. 345-362, 2004. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00174-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00174-7). Disponível em: <https://www.deafontier.net/papers/EJORRTSreview.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2025.
- BISSO, Claudio Samanez; CALDEIRA, João Frois; SAMANEZ, Carlos Patricio; ESTEVES, Gheisa Roberta Telles. Produtividade e eficiência no mercado brasileiro de fundos: uma abordagem comparativa. **Brazilian Review of Finance**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 323-352, 2016. DOI: <https://doi.org/10.12660/rbfin.v14n3.2016.58913>. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/rbfin/article/view/58913>. Acesso em: 24 set. 2025.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. Decreto nº 20.923, de 8 de janeiro de 1932. Cria o Fundo Naval. **Diário Oficial da União: seção 1**, Rio de Janeiro, 9 jan. 1932.

BRASIL. Decreto nº 46.429, de 14 de julho de 1959. Aprova o regulamento para o Fundo Naval. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 14 jul. 1959.

BRASIL. Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964. Estatui normas gerais de direito financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 23 mar. 1964.

BRASIL. Lei nº 8.443, de 16 de julho de 1992. Dispõe sobre a Lei Orgânica do Tribunal de Contas da União e dá outras providências. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 17 jul. 1992.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Portaria MF nº 345, de 29 de dezembro de 1998. Autoriza aplicações no mercado financeiro do Fundo de Amparo ao Trabalhador - FAT e dos fundos que interessam à defesa nacional. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 30 dez. 1998.

BRASIL. Lei complementar nº 101, de 4 de maio de 2000. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 5 maio 2000.

BRASIL. Lei nº 10.180, de 6 de fevereiro de 2001. Organiza e disciplina os sistemas de planejamento e de orçamento federal, de administração financeira federal, de contabilidade federal e de controle interno do Poder Executivo federal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 7 fev. 2001.

BRASIL. Secretaria do Tesouro Nacional. **Instrução Normativa STN nº 4, de 19 de maio de 2004**. Dispõe sobre procedimentos para movimentação de recursos na Conta Única e aplicações financeiras de fundos públicos. Brasília, DF: STN, 2004.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Instrução Normativa TCU nº 84, de 22 de abril de 2020**. Estabelece normas para a tomada e prestação de contas dos administradores e responsáveis da administração pública federal. Brasília, DF: TCU, 2020.

BRAUN, Benjamin; CHRISTOPHERS, Brett. Asset manager capitalism: an introduction to its political economy and economic geography. **Environment and Planning A: Economy and Space**, v. 56, n. 2, p. 546-557, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1177/0308518X241227743>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0308518X241227743>. Acesso em: 6 fev. 2026.

CAMPBELL, John Y.; THOMPSON, Samuel B. Predicting excess stock returns out of sample: can anything beat the historical average? **The Review of Financial Studies**, v. 21, n. 4, p. 1509-1531, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhm055>. Disponível em: <https://academic.oup.com/rfs/article/21/4/1509/1567518>. Acesso em: 2 mar. 2026.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978.

CHOI, Y. K.; MURTHI, B. P. S. Relative performance evaluation of mutual funds: a non-parametric approach. **Journal of Business Finance & Accounting**, v. 28, p. 853-876, 2001.

DOI: <https://doi.org/10.1111/1468-5957.00396>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1468-5957.00396>. Acesso em: 2 dez. 2025.

COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M.; TONE, Kaoru. Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software. 2. ed. New York: Springer Science & Business Media, 2007.

EMROUZNEJAD, Ali; BRZEZICKI, Łukasz; LU, Chxiao. **Development and evolution of slacks-based measure models in data envelopment analysis: a comprehensive review of the literature**. Journal of Economic Surveys, v. 39, p. 2106–2133, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1111/joes.12682>.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Luck versus skill in the cross-section of mutual fund returns. **The Journal of Finance**, v. 65, n. 5, p. 1915-1947, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2010.01598.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1540-6261.2010.01598.x>. Acesso em: 6 dez. 2025.

FARRELL, M. J. Measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957. DOI: <https://doi.org/10.2307/2343100>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2343100?origin=crossref>. Acesso em: 2 dez. 2025.

FERRADAES, A. G. Uma síntese da importância dos indicadores para a avaliação da gestão pública. **Coletânea de Pós-Graduação do Instituto Serzedello Corrêa**, v. 2, n. 1, 2019.

FONSECA, S. E.; ROMA, C. M. D. S.; IQUIAPAZA, R. A. A relevância do fator eficiência para o retorno de fundos de investimento: uma análise empírica no mercado brasileiro. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, 2022. DOI: https://doi.org/10.21446/scg_ufrj.v0i0.49550. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/scg/article/view/49550>. Acesso em: 3 set. 2025.

FONSECA, Simone Evangelista; FERNANDES, Anderson Rocha; CUNHA, Cristiana Lara; IQUIAPAZA, Robert Aldo. Fundos de investimento: performance aplicando modelo Carhart e análise envoltória de dados. **RAC**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 355-379, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2018170174>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/ywMCKdqhQMVXrRCMr45BVmd/?lang=pt>. Acesso em: 27 mar. 2025.

FURCULITA, Tatiana. Performance management models in the public sector. In: STRATEGII SI POLITICI DE MANAGEMENT IN ECONOMIA CONTEMPORANA, 8., 2023, Chisinau. **Anais [...]**. Chisinau: SEP ASEM, 2023. p. 187-194. DOI: <https://doi.org/10.53486/icspm2023.28>. Disponível em: <https://irek.ase.md/xmlui/handle/123456789/2784>. Acesso em: 5 fev. 2026.

GALAGEDERA, Don U. A.; FUKUYAMA, Hirofumi; WATSON, John; TAN, Eric K. M. Do mutual fund managers earn their fees? New measures for performance appraisal. **European Journal of Operational Research**, v. 287, p. 653-667, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.04.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221720303428?via%3Dihub>. Acesso em: 25 jan. 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLANY, B.; ROLL, Y. An application procedure for DEA. **Omega**, v. 17, p. 237-250, 1989. DOI: [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(89\)90029-7](https://doi.org/10.1016/0305-0483(89)90029-7). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0305048389900297?via%3Dihub>. Acesso em: 2 dez. 2025.

GOUVEIA, M. C.; NEVES, E. D.; DIAS, L. C.; ANTUNES, C. H. Performance evaluation of Portuguese mutual fund portfolios using the value-based DEA method. **Journal of the Operational Research Society**, v. 69, p. 1628-1639, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41274-017-0259-7>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1057/s41274-017-0259-7>. Acesso em: 12 set. 2025.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

HENRIQUES, C. O.; NEVES, M. E.; CONCEICAO, J. A.; VIEIRA, E. S. Performance of US and European exchange traded funds: a base point-slack-based measure approach. **Journal of Risk and Financial Management**, v. 16, art. 130, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm16020130>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1911-8074/16/2/130>. Acesso em: 13 out. 2025.

HOOD, C. **The new public management in the 1980s**: variations on a theme. *Accounting, Organizations and Society*, v. 20, n. 2-3, p. 93-109, 1995.

IBGE. **Produto interno bruto - PIB**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 25 nov. 2025.

JENSEN, M. C. The performance of mutual funds in the period 1945-1964. **The Journal of Finance**, v. 23, p. 389-416, 1968.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LANZA, Marcos Torres; SILVEIRA, Heber Pessoa da. Cobrar mais e entregar menos? Taxa de administração x performance de fundos de renda fixa duração baixa soberano. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 15, n. 2, 2024. DOI: <https://doi.org/10.13059/racef.v15i2.1052>. Disponível em: <https://racef.fundace.org.br/index.php/racef/article/view/1052>. Acesso em: 12 set. 2025.

LI, J.; GAO, H.; LI, Y.; JIN, X.; LIANG, L. Stock efficiency evaluation based on multiple risk measures: a DEA-like envelopment approach. **Journal of Systems Science and Complexity**, v. 35, p. 1480-1499, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11424-022-0034-y>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11424-022-0034-y>. Acesso em: 12 set. 2025.

LIN, S. W.; LU, W. M. Discretionary investment managers evaluation in pension fund: shared input dynamic network DEA approach. **Omega**, v. 127, art. 103107, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2024.103107>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305048324000732?via%3Dihub>. Acesso em: 6 fev. 2026.

LINTNER, John. The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. **The Review of Economics and Statistics**, v. 47, n. 1, p. 13-37, 1965.

MACEDO, M. A. da S.; MACEDO, H. D. R. Avaliação de desempenho de fundos DI no Brasil: uma proposta metodológica. **Revista Economia & Gestão**, v. 7, n. 15, p. 47-69, 2008.

MAESTRI, C. O. N. M.; MALAQUIAS, R. F. Exposition to factors of the investment funds market in Brazil. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 28, n. 73, p. 61-76, 2017.

MAGHBOULI, M.; YEKTA, A. P. Undesirable input in production process: a DEA-based approach. **Journal of Operational and Strategic Analytics**, v. 1, n. 2, p. 46-54, 2023. DOI: <https://doi.org/10.56578/josa010201>. Disponível em: https://www.acadlore.com/article/JOSA/2023_1_2/josa010201. Acesso em: 30 set. 2025.

MARINHA DO BRASIL. **Plano Estratégico da Marinha 2040**. Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2020. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/pub_pem_2040/book.html. Acesso em: 12 fev. 2026.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952. DOI: <https://doi.org/10.2307/2975974>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2975974?origin=crossref>. Acesso em: 25 mai. 2025.

MERGONI, A.; EMROUZNEJAD, A.; WITTE, K. Fifty years of data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.12.049>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/387491498_Fifty_years_of_Data_Envelopment_Analysis. Acesso em: 12 fev. 2026.

MOORE, M. H. **Creating public value**: strategic management in government. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1995.

MOSSIN, Jan. Equilibrium in a capital asset market. **Econometrica**, v. 34, n. 4, p. 768-783, 1966.

NEGRI, C.; DINCĂ, G. Public sector's efficiency as a reflection of governance quality: an European Union study. **PLoS ONE**, v. 18, n. 9, e0291048, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291048>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0291048>. Acesso em: 5 fev. 2025.

NEWY, Whitney K.; WEST, Kenneth D. A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. **Econometrica**, v. 55, n. 3, p. 703-708, 1987.

PEREIRA, R. R.; PACHECO, I. B. G.; PEDRO FILHO, F. de S. Indicadores de desempenho como ferramenta na gestão da qualidade no serviço público. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 9, p. 88049-88067, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n9-117>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/35678>. Acesso em: 12 set. 2025.

PESSANHA, José F. M.; MELO, Albert C. G. Benchmarking the operational expenditures of Brazilian transmission utilities by using DEA models. **Electric Power Systems Research**, v. 190, art. 106675, 2021.

PEYKANI, P.; EMROUZNEJAD, A.; MOHAMMADI, E. et al. A novel robust network data envelopment analysis approach for performance assessment of mutual funds under uncertainty. **Annals of Operations Research**, v. 339, p. 1149-1175, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04625-3>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10479-022-04625-3>. Acesso em: 2 ago. 2025.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 14 abr. 2026.

SANTOS JÚNIOR, M. T.; MELLO, L. S. C.; ALVES, F. J. S.; PESSANHA, J. F. M.; FILGUEIRAS, M. V. Avaliação da eficiência na realização de inspeções e vistorias navais sob o prisma do Sistema de Custos da Marinha (SCM) e da análise envoltória de dados (DEA). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, 10., 2023, [S. l.]. **Anais [...]**. [S. l.]: EBAP, 2023. Disponível em: https://www.repositorio.mar.mil.br/bitstream/ripcmb/846566/1/Artigo_Mauro.pdf. Acesso em: 14 abr. 2026.

SHARPE, W. F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **The Journal of Finance**, v. 19, p. 425-442, 1964. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>. Acesso em: 12 set. 2024.

SHARPE, William F. Mutual fund performance. **The Journal of Business**, Chicago, v. 39, n. 1, p. 119-138, 1966.

SHI, X.; PEI, Z.; LIU, X. Efficiency assessment of mutual fund with risk and negative data: an improved two-stage network SBM model. **Managerial and Decision Economics**, v. 46, p. 1645-1660, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1002/mde.4464>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mde.4464>. Acesso em: 27 jan. 2026.

SILVA, Sabrina Espinele da; ROMA, Carolina Magda; IQUIAPAZA, Robert Aldo. **A taxa de administração sinaliza o desempenho dos fundos de investimento em ações no Brasil?** **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade**, [S. l.], v. 12, n. 3, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17524/repec.v12i3.1717>. Disponível em: <https://www.repec.org.br/repec/article/view/1717>. Acesso em: 11 ago. 2025.

SILVA, J. O. da; PESSANHA, J. F. M.; ALVES, F. J. S.; MELLO, L. S. A eficiência das Capitâneas Fluviais da Marinha do Brasil sob a ótica de custos, baseada na análise envoltória de dados. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, v. 19, n. 2, 2025. DOI: https://doi.org/10.21446/scg_ufrj.v19i2.65627. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/scg/article/view/65627>. Acesso em: 4 ago. 2025.

STOCK, James H.; WATSON, Mark W. **Introduction to econometrics**. 4. ed. Harlow: Pearson, 2020.

SU, W.; JUNGE, S. Unlocking the recipe for organizational resilience: a review and future research directions. **European Management Journal**, v. 41, n. 6, p. 1086-1105, 2023. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.emj.2023.03.002>. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263237323000294?via%3Dihub>. Acesso em: 12 set. 2025.

SUCHMAN, M. C. Managing legitimacy: strategic and institutional approaches. **The Academy of Management Review**, v. 20, n. 3, p. 571-610, 1995. DOI: <https://doi.org/10.2307/258788>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/258788?origin=crossref>. Acesso em: 12 dez. 2025.

TANURI, J. P. B.; CORRÊA, A. C. C.; ABREU, D. P. A. Análise da viabilidade da seleção de fundos de investimentos em ações baseado no alfa: um estudo de caso do mercado brasileiro. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 24, n. 3, p. 53-84, 2024.

TONE, K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 130, n. 3, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00407-5](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00407-5). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221799004075>. Acesso em: 25 set. 2025.

TONE, K. Dealing with desirable inputs in data envelopment analysis: a slacks-based measure approach. **American Journal of Operations Management and Information Systems**, v. 6, n. 4, p. 67-74, 2021. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.ajomis.20210604.11>. Disponível em: <https://www.sciencepublishinggroup.com/article/10.11648/j.ajomis.20210604.11>. Acesso em: 25 set. 2025.

TREYNOR, J. How to rate management of investment funds. **Harvard Business Review**, v. 43, p. 63-75, 1965.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.