



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Ciências Sociais

Faculdade de Ciências Econômicas

Felipe Fratani Vieira

Modelo de séries temporais para a previsão de receitas do Fundo Naval

Rio de Janeiro

2024

Felipe Fratani Vieira

Modelo de séries temporais para a previsão de receitas do Fundo Naval



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

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antônio Lucena Aiube

Rio de Janeiro

2024

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CCS/D - IESP

XXX

Fratani Vieira, Felipe

Modelo de séries temporais para a previsão de receitas do Fundo Naval/ Felipe
Fratani Vieira. – 2024.

82 f.

Orientador: Fernando Antônio Lucena Aiube

Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Universidade do Estado do
Rio de Janeiro, Faculdade de Ciências Econômicas.

1. Fundo Naval.. 2. Previsão de receitas.. 3. Séries Temporais.. 4. Séries
Modelagem Econométrica.. I. Antônio Lucena Aiube, Fernando. II. Universidade
do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Ciências Econômicas. III. Título

XXX

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

Assinatura

Data

Felipe Fratani Vieira

Modelo de séries temporais para a previsão de receitas do Fundo Naval

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

Aprovada em 19 de fevereiro de 2024.

Banca Examinadora:

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

Fernando Antonio Lucena Aiube
UERJ/PPGCE

Boris Asrilhant
UFRJ/FACC

Marcelo Verdini Maia
UERJ/PPGCE

Edison Americo Huarsaya Tito
UERJ/IME

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação, em primeiro lugar, ao meu amado pai, falecido durante o transcurso da construção desta pesquisa, cuja força, amor e paciência, em vida, foram fontes inesgotáveis de inspiração. Mesmo diante das adversidades impostas pela sua saúde, ele se tornou minha âncora, provando que o verdadeiro heroísmo reside na resiliência e no apoio incondicional. Este trabalho é uma homenagem à sua inabalável fé na minha jornada.

À Marinha do Brasil, instituição que me acolheu e permitiu a dedicação integral a este mestrado, expressei minha profunda gratidão. A excelência em gestão pública que a Marinha norteou meu compromisso com o serviço e a busca constante pelo aprimoramento. Este trabalho é também uma modesta contribuição para o fortalecimento dessa nobre instituição.

A ambos, meu pai e a Marinha do Brasil, dedico não apenas estas páginas, mas o resultado de esforços, aprendizados e superações que moldaram esta jornada. Suas influências são indeléveis, e esta dissertação é uma expressão de minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram de maneira significativa para a conclusão desta dissertação. Em primeiro lugar, quero agradecer a Deus, cuja graça e orientação foram fundamentais ao longo desta jornada acadêmica.

À minha família, especialmente ao meu pai, que dedicou seus preciosos momentos, mesmo em meio a desafios de saúde, para me oferecer apoio incondicional. Sua paciência, compreensão e amor foram pilares que sustentaram meu caminho, e por isso, sou eternamente grato.

À Marinha do Brasil, minha instituição de serviço, expresse meu reconhecimento pela oportunidade de me dedicar integralmente a este mestrado. Acredito que os conhecimentos adquiridos serão um valioso retorno ao serviço prestado, contribuindo para a otimização da gestão financeira da instituição que tanto prezo.

Um agradecimento especial ao Professor Fernando Aiube, meu orientador, cujo conhecimento, orientação e entusiasmo pelo estudo das séries temporais em econometria foram fundamentais para o aprofundamento da minha compreensão. Sua paciência e dedicação moldaram não apenas este trabalho, mas também meu percurso acadêmico como um todo. Suas valiosas contribuições não têm preço, e sou grato por tê-lo como mentor.

Agradeço, ainda, a todos os professores, colegas e amigos que compartilharam suas experiências e conhecimentos, enriquecendo meu aprendizado e tornando possível a realização deste trabalho.

Este é um capítulo importante da minha jornada acadêmica e profissional, e cada pessoa mencionada desempenhou um papel vital no meu sucesso. Obrigado a todos por fazerem parte desta conquista.

Em um mundo de constantes oscilações econômicas, a única previsão segura sobre o futuro é que ele será imprevisível. No entanto, é na análise cuidadosa das séries temporais que buscamos discernir padrões, compreender nuances e desvendar, mesmo que parcialmente, o véu da incerteza. Esta dissertação se propõe a enfrentar o desafio da previsão econômica, almejando lançar luz sobre o desconhecido, para que, pelo menos, possamos estar melhor preparados para as surpresas que inevitavelmente virão.

RESUMO

FRATANI VIEIRA, F. *Modelo de séries temporais para a previsão de receitas do Fundo Naval*. 2024. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Esta pesquisa almeja a estimar receitas futuras do Fundo Naval, fundo da Marinha do Brasil para o qual se destinam as receitas públicas geradas dentro da própria organização, por meio de serviços prestados ou outras entradas especificadas. Para tanto, lançou-se mão de ferramentas econométricas diversas, destacando-se análises univariadas e multivariadas para analisar as séries que compõem o fundo. As séries das receitas componentes do Fundo Naval foram estimadas individualmente, cada qual mediante o modelo de melhor ajuste estatístico, tendo a modelagem final arcabouço aditivo para os valores previstos em cada uma, levando-se também em consideração os intervalos de confiança, também previstos. Teve como produto final um modelo matemático perene e intertemporal flexível, que pode ser adaptado ano a ano para sua otimização, sem perda de funcionalidade, na medida em que a série do Fundo altere seu comportamento ou haja alteração de relação eventual com outras séries, capaz de prever, com a devida antecedência, o fluxo futuro de receitas. Foram utilizados o primeiro trimestre e semestre do ano corrente para fins de comparação entre as receitas observadas e as previstas pela modelagem, obtendo-se valor observado em ambos os períodos dentro do intervalo de confiança de previsão do modelo aditivo.

Palavras-chave: Fundo Naval. Previsão de receitas. Séries temporais. Modelagem Econométrica.

ABSTRACT

FRATANI VIEIRA, F. *Time series model for forecasting Naval Fund revenues*. 2024. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

This research aims to estimate future revenues from the Naval Fund, a fund of the Brazilian Navy to which public revenues generated within the organization itself are destined, through services provided or other specified inputs. To this end, it used various econometric tools, highlighting univariate and multivariate analyzes between series that make up the fund. The component revenue series were estimated individually, each using the best statistical fit model, with the final modeling having an additive framework between the predicted values for each one, also taking into account the confidence intervals, also predicted. The final product was a flexible perennial and intertemporal mathematical model, which can be adapted year by year for optimization, without loss of functionality, as the Fund's series changes its behavior or there is a change in the eventual relationship with other series, capable of to predict, well in advance, the future flow of revenue. The first quarter and half of the current year were used for comparison purposes between observed revenues and modeling forecasts, seeking values observed in both periods within the additive model's forecast confidence interval.

Keywords: Naval Fund. Revenue forecast. Time series. Econometric Modeling.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Participação individual das receitas do Fundo Naval..... | 22 |
| Figura 2 - Receitas mensais do FN em milhões de Reais (corrigidas)..... | 47 |
| Figura 3 - Decomposição STL da série geral do FN..... | 48 |
| Figura 4 - Histograma dos resíduos da série geral do FN..... | 49 |
| Figura 5 - FUSMA (milhões de R\$)..... | 51 |
| Figura 6 - FUSMA – previsão e IC..... | 53 |
| Figura 7 - TUF (em milhões de R\$)..... | 54 |
| Figura 8 - TUF (milhões de R\$) x Câmbio (Real/Dólar-americano)..... | 55 |
| Figura 9 - TUF – previsão e IC..... | 57 |
| Figura 10 - RDB (milhões de R\$) x Selic (% a.a.)..... | 58 |
| Figura 11 - RDB – previsão e IC..... | 60 |
| Figura 12 - FOPAG (em milhões de R\$)..... | 62 |
| Figura 13 – FOPAG – previsão e IC..... | 63 |
| Figura 14 – IMH (milhões de R\$)..... | 64 |
| Figura 15 - IMH – previsão e IC..... | 66 |
| Figura 16 - SV (em milhões de R\$)..... | 67 |
| Figura 17 - TXOCUP (em milhões de R\$)..... | 69 |
| Figura 18 - AFRMM (em milhões de R\$)..... | 71 |
| Figura 19 - AFRMM corrigido (em milhões de R\$)..... | 72 |
| Figura 20 - OUTRAS (em milhões de R\$)..... | 73 |
| Figura 21 - Série Geral do FN – previsão e IC..... | 75 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Receita anual do Fundo Naval..... | 21 |
| Tabela 2 - Saldo Financeiro do Fundo Naval em 31/12/2022..... | 22 |
| Tabela 3 - Níveis de significância..... | 33 |
| Tabela 4 - Análise das anomalias encontradas (Série geral do FN)..... | 46 |
| Tabela 5 - Estatística Básica (Fundo Naval - receitas corrigidas)..... | 47 |
| Tabela 6 - SARIMA (0,1,0)(2,0,0)[12] com tendência – Série geral do FN..... | 49 |
| Tabela 7 - Regressão Linear – Série geral do FN..... | 49 |
| Tabela 8 - Comparação entre os modelos propostos para a série geral do FN..... | 50 |
| Tabela 9 - Estatística Básica (FUSMA)..... | 51 |
| Tabela 10 - Regressão Linear (FUSMA)..... | 51 |
| Tabela 11 - Testes de Hipóteses (Modelo FUSMA)..... | 52 |
| Tabela 12 - Previsão (FUSMA)..... | 52 |
| Tabela 13 - Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – FUSMA..... | 53 |
| Tabela 14 - Comparação entre valores observados e previstos - FUSMA..... | 54 |
| Tabela 15 - Estatística Básica (TUF)..... | 54 |
| Tabela 16 - Modelo VECM – ΔTUF e Δ cambio (séries diferenciadas)..... | 56 |
| Tabela 17 - Testes de Hipóteses (Modelo TUF) | 56 |
| Tabela 18 - Previsão (TUF) | 56 |
| Tabela 19 - Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – TUF..... | 57 |
| Tabela 20 - Comparação entre valores observados e previstos - TUF..... | 57 |
| Tabela 21 - Estatística Básica (RDB)..... | 58 |
| Tabela 22 - Modelo VECM – ΔRDB e Δ selic (séries diferenciadas)..... | 59 |
| Tabela 23 - Testes de Hipóteses (Modelo RDB)..... | 59 |
| Tabela 24 - Previsão (RDB)..... | 60 |
| Tabela 25 - Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – RDB..... | 61 |
| Tabela 26 - Comparação entre valores observados e previstos - RDB..... | 61 |
| Tabela 27 - Estatística Básica (FOPAG)..... | 62 |
| Tabela 28 - ARIMA (2,1,1) com tendência - FOPAG..... | 62 |
| Tabela 29 - Testes de Hipóteses (Modelo FOPAG)..... | 63 |
| Tabela 30 - Previsão (FOPAG)..... | 63 |
| Tabela 31 - Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – FOPAG..... | 64 |
| Tabela 32 - Comparação entre valores observados e previstos – FOPAG..... | 64 |
| Tabela 33 - Estatística Básica (IMH)..... | 65 |
| Tabela 34 - ARIMA (0,1,1) com tendência – IMH..... | 65 |

| | |
|--|----|
| Tabela 35 - Testes de Hipóteses (Modelo IMH)..... | 65 |
| Tabela 36 - Previsão (IMH)..... | 66 |
| Tabela 37 - Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – IMH..... | 66 |
| Tabela 38 - Comparação entre valores observados e previstos – IMH..... | 67 |
| Tabela 39 - Estatística Básica (SV)..... | 67 |
| Tabela 40 - Previsão (SV)..... | 68 |
| Tabela 41 - Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – SV..... | 68 |
| Tabela 42 - Estatística Básica (TXOCUP)..... | 69 |
| Tabela 43 - ARIMA (1,0,0) - TXOCUP..... | 70 |
| Tabela 44 - Previsão (TXOCUP)..... | 70 |
| Tabela 45 - Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – TXOCUP..... | 70 |
| Tabela 46 - Estatística Básica (AFRMM) | 71 |
| Tabela 47 - Previsão (AFRMM) | 73 |
| Tabela 48 - Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – AFRMM..... | 73 |
| Tabela 49 - Estatística Básica (OUTRAS) | 74 |
| Tabela 50 - Previsão (OUTRAS) | 74 |
| Tabela 51 - Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – OUTRAS..... | 74 |
| Tabela 52 - Previsão – Série Geral do FN..... | 75 |
| Tabela 53 - Testes de Hipóteses (Modelo Série Geral do FN) | 75 |
| Tabela 54 - Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – Série Geral do FN | 76 |
| Tabela 55 - Comparação entre valores observados e previstos – Série Geral do FN..... | 76 |
| Tabela 56 - Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – Série Geral do FN (Modelo aditivo) | 76 |
| Tabela 57 - Comparação entre valores observados e previstos – Série Geral do FN (Modelo aditivo) | 76 |
| Tabela 58 - Comparação entre valores observados e previstos entre modelagens..... | 77 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|---|
| MB | Marinha do Brasil |
| DFM | Diretoria de Finanças da Marinha |
| FN | Fundo Naval |
| FUSMA | Fundo de saúde da Marinha |
| TUF | Tarifa de utilização de faróis |
| RDB | Remuneração dos depósitos bancários |
| Selic | Sistema especial de liquidação e de custódia |
| FOPAG | Receita correspondente à operacionalização das folhas de pagamento do pessoal da MB |
| IMH | Indenizações médico-hospitalares |
| AFRMM | Adicional de frete para a renovação da Marinha Mercante |
| AR | Autoregressivo |
| MA | Média móvel |
| ARMA | Autoregressivo de médias móveis |
| ARIMA | Autoregressivo integrado de médias móveis |
| VAR | Vetores autoregressivos |
| MAPE | Erro percentual absoluto médio |
| BIC | Critério de informação de Schwarz |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 16 |
| 2 | DESCRIÇÃO DO FUNDO NAVAL (FN)..... | 20 |
| 2.1 | Relação de receitas do fundo naval..... | 20 |
| 2.2 | Base de dados do fundo naval..... | 21 |
| 2.2.1 | Receita anual..... | 21 |
| 2.2.2 | Saldo financeiro do fundo naval..... | 22 |
| 2.2.3 | Participação individual das receitas do fundo naval..... | 22 |
| 2.2.4 | Receitas de maior participação individual..... | 24 |
| 3 | REVISÃO DE LITERATURA..... | 29 |
| 3.1 | Estatística, econometria e modelagem..... | 29 |
| 3.1.1 | Conceitos iniciais..... | 29 |
| 3.1.2 | Pressupostos econométricos e testes estatísticos..... | 31 |
| 4 | METODOLOGIA..... | 43 |
| 4.1 | Tipo e etapas de pesquisa..... | 43 |
| 4.1.1 | Especificação de objetivos..... | 43 |
| 4.1.2 | Levantamento e coleta de dados..... | 43 |
| 4.1.3 | Delimitação da pesquisa..... | 44 |
| 4.1.4 | Seleção de métodos e técnicas..... | 44 |
| 4.1.5 | Análise e interpretação de dados..... | 45 |
| 4.1.6 | Apresentação dos resultados obtidos e conclusão..... | 45 |
| 5 | ANÁLISE ECONOMÉTRICA E RESULTADOS OBTIDOS..... | 46 |
| 5.1 | Análise econométrica e previsão da série geral do FN..... | 47 |
| 5.2 | Fundo de saúde da marinha (FUSMA)..... | 50 |
| 5.3 | Tarifa de utilização de faróis (TUF)..... | 54 |
| 5.4 | Remuneração dos depósitos bancários (RDB)..... | 58 |
| 5.5 | Cessão de direito de operacionalização das folhas de pagamento (FOPAG)..... | 61 |
| 5.6 | Indenizações médico-hospitalares (IMH)..... | 64 |
| 5.7 | Serviços e vendas diversos..... | 67 |
| 5.8 | Taxa de ocupação de imóveis..... | 68 |
| 5.9 | Adicional de frete para a marinha mercante (AFRMM)..... | 71 |
| 5.10 | Outras receitas..... | 73 |

| | | |
|------|------------------------------------|----|
| 5.11 | Previsão da série geral do FN..... | 75 |
| 5.12 | Previsão do modelo aditivo | 76 |
| 6 | CONCLUSÕES..... | 77 |
| 7 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 79 |

1. INTRODUÇÃO

- **Contextualização**

Para efeito de contextualização do leitor, o Artigo nº 142 da Constituição Federal de 1988 define: “As Forças Armadas, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República, e destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem”.

Já conforme o Art. 4º do Decreto-lei nº 200, de 1967, a Administração Federal compreende, dentre outros, a Administração Direta, que se constitui dos serviços integrados na estrutura administrativa da Presidência da República e dos Ministérios, os quais dispõem de orçamento público para consecução de suas atividades, sendo as Forças Armadas órgãos componentes desta Administração.

Para o desempenho de suas funções, as Forças Armadas possuem, ainda, autonomia administrativa, orçamentária e financeira, nos termos da Lei Complementar nº 97, de junho de 1999. Conforme redação dada pela Lei Complementar nº 136, de 2010, já antes contemplada em partes pelo Art. nº 12 da primeira referência deste parágrafo, a proposta orçamentária das Forças será elaborada em conjunto com o Ministério da Defesa, que a consolidará, obedecendo às prioridades estabelecidas na Estratégia Nacional de Defesa, explicitadas na lei de diretrizes orçamentárias.

Desta forma, os Comandos das Forças Singulares dispõem de estruturas próprias, de efetivos de pessoal militar e civil, fixados em lei, e de autonomia para fazer a gestão, de forma individualizada, dos recursos orçamentários que lhes forem destinados no orçamento do Ministério da Defesa. É pertinente ressaltar que há total sincronia entre as Organizações Militares responsáveis pela administração financeira e contábil e os procedimentos de toda natureza definidos pela Secretaria do Orçamento Federal (SOF), pela Secretaria do Tesouro Nacional (STN) e pelo Tribunal de Contas da União (TCU).

No que se refere em específico à Marinha do Brasil (MB), foco desta pesquisa, sua missão é definida como:

“Preparar e empregar o Poder Naval, a fim de contribuir para a Defesa da Pátria; para a garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem; para o cumprimento das atribuições subsidiárias previstas em Lei; e

para o apoio à Política Externa”.

Tem, ainda, por visão de futuro, o seguinte enunciado:

"A Marinha do Brasil será uma Força moderna, aprestada e motivada, com alto grau de independência tecnológica, de dimensão compatível com a estatura político-estratégica do Brasil no cenário internacional, capaz de contribuir para a defesa da Pátria e salvaguarda dos interesses nacionais, no mar e em águas interiores, em sintonia com os anseios da sociedade".

Na estrutura administrativa da MB figura a Diretoria de Finanças da Marinha (DFM), esta diretamente responsável pela administração financeira dos Fundos que lastreiam a execução orçamentária das diversas Unidades Gestoras.

Além da receita financeira proveniente da descentralização do Governo Federal (esta destinada a Fundo próprio), existem as receitas geradas nas Organizações Militares provenientes da prestação de serviços de quaisquer espécies a empresas ou a pessoas não pertencentes a MB, bem como aquelas decorrentes de contribuições e ingressos diversos, as quais possuem vinculação legal pelos Decretos nº 20.923/1932 nº 46.429/1959. Tais receitas compõem o chamado Fundo Naval (FN), sendo, na atualidade, o Fundo mais antigo em atividade no Brasil.

As receitas do Fundo Naval são, internamente, classificadas em ordinárias, ou seja, sem aplicação previamente estabelecida no âmbito das finalidades do FN; e estritamente vinculadas, cuja destinação é definida especificamente por outro amparo legal.

A previsão de receitas corresponde à estimativa, incorporada à Lei Orçamentária Anual (LOA), de quanto se espera arrecadar durante o exercício financeiro e a atualização bimestral da estimativa de receitas para o exercício. Neste processo, a DFM é responsável pela ratificação (ou solicitação de retificação) das projeções contidas no Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (SIOP), do Governo Federal. Ressalta-se que o FN foi orçamentado no contexto da Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar nº 101/2000), sendo antes executado de forma direta.

A estimativa de receitas constitui um dos subsídios utilizados para a confecção do orçamento anual. Por meio deste, o Governo planeja e fixa a participação das fontes de recursos vinculadas das Unidades Orçamentárias (UO) que compõem a LOA (Lei orçamentária anual). Desta forma, a programação das receitas do FN será encaminhada à SOF, tornando-se parte da PLOA (Proposta)/LOA.

Para conhecimento, a execução de despesas do FN far-se-á mediante dotação consignada na LOA ou em créditos adicionais, de acordo com discriminações de despesas estabelecidas na legislação pertinente. Os recursos serão aplicados conforme destinação programada no Plano de Ação da MB.

- **Justificativa e relevância**

De forma a possibilitar a correta apresentação das estimativas, com a mínima distorção possível, a DFM concentra a previsão de arrecadação anual para o ano seguinte, bem como as atualizações bimestrais da estimativa para o exercício corrente. O documento é denominado Modelo de Estimativa e Reestimativa de Receitas. Nele, deverão constar as estimativas referentes a todas as receitas a serem recolhidas, calculadas por meio de série histórica, observação de tendências ou outra metodologia de cálculo aplicável.

No final do último parágrafo, dado também todo o exposto, reside a motivação e justificativa do estudo ora proposto, na medida em que, ainda que seja sugerida na MB, normativamente, a utilização da metodologia de projeção das receitas orçamentárias estabelecida no Manual de Demonstrativos Fiscais aplicado à União e aos Estados, Distrito Federal e Municípios, a previsão hoje realizada pela DFM não se utiliza de significativo rigor econométrico para tratamento das séries temporais.

Atualmente, as estimativas são realizadas de acordo com o histórico mensal do ano imediatamente anterior, projetando o futuro pela multiplicação do valor observado por índices julgados, empiricamente, mais convenientes para cada tipo de receita, quais sejam: Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA); Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M), para aluguéis e arrendamentos, por exemplo; Produto Interno Bruto (PIB); Câmbio (R\$/US\$); dentre outros, sendo demandada uma modelagem que permita tal previsão de forma mais acurada.

Uma previsibilidade rigorosa e acurada permite considerável aperfeiçoamento do sistema de informações gerenciais, determinante para a otimização da administração financeira e orçamentária pela Marinha do Brasil.

Desta forma, o problema de pesquisa se caracteriza pela necessidade de se identificar a melhor modelagem econométrica que permita previsibilidade acurada das receitas futuras do Fundo Naval, a fim de otimizar o sistema de informação gerencial e, por conseguinte, a administração orçamentária e financeira.

- **Desenvolvimento e objetivos**

O estudo será conduzido tendo por base a série histórica de receitas do Fundo Naval e potencial influência de outras séries temporais (taxa livre de risco, inflação, séries temporais relacionadas aos fatos geradores de receita, por exemplo) sobre a primeira, buscando-se o modelo econométrico que melhor explique a variação periódica de receitas (eventualmente modelos distintos para períodos distintos), tendo como produto final um modelo matemático perene e intertemporal flexível (pode ser adaptado ano a ano para sua otimização, sem perda de funcionalidade, na medida em que a série do Fundo altere seu comportamento ou haja alteração de relação eventual com outras séries) capaz de prever, dentro de um intervalo de confiança pré-definido, com a devida antecedência, o fluxo futuro de receitas.

Cabe ressaltar que tal modelagem de previsão de receitas se caracteriza pela análise individual das séries que compõem o Fundo Naval, sendo a previsão final o somatório das previsões individuais, ou seja, um modelo aditivo. Este estudo tem por premissa inicial, a ser demonstrada com rigor econométrico adiante, que um modelo aditivo teria um erro de previsão menor que um modelo único que explique e seja capaz de prever toda a série geral do FN.

2. DESCRIÇÃO DO FUNDO NAVAL

Reiterando, o Fundo Naval (FN) é o destino das receitas geradas nas Organizações Militares da MB, provenientes da prestação de serviços de quaisquer espécies a empresas ou a pessoas não pertencentes a MB, bem como aquelas decorrentes de contribuições e ingressos diversos, as quais possuem vinculação legal pelos Decretos nº 20.923/1932 nº 46.429/1959.

2.1. Relação de receitas do fundo naval

São receitas do Fundo Naval:

- Aluguéis;
- Arrendamentos;
- Serviços portuários;
- Serviços administrativos (com exceção das indenizações por emissão de cartões de identidade e das atividades de inspeções, fiscalizações e vistorias, taxas de serviços administrativos ligados à segurança do tráfego aquaviário);
- Serviços de reparo, manutenção e instalação;
- Outras indenizações (com exceção das indenizações ao erário e de município (alimentação) indenizável);
- Indenização paga por companhia seguradora;
- Alienações diversas (de veículos, equipamentos, embarcações e outros bens móveis e imóveis);
- Lavanderia, telefonia, água e esgoto, dentre outros (exercício corrente);
- Receitas de hotéis de trânsito;
- Receitas decorrentes de contratos de transferência de tecnologia;
- Serviços de tratamento hiperbárico;
- Receitas originárias de convênios com entes federativos ou entidades privadas onde haja recolhimento ao FN;
- Doações e patrocínios originários de entidades extra-MB;
- Receitas decorrentes da produção de fármacos pelo Laboratório Farmacêutico da Marinha (LFM);
- Taxa de ocupação de imóveis;

- Remuneração de depósitos bancários;
- Serviços de comercialização de medicamentos;
- Serviços hospitalares;
- Serviços administrativos, quando se tratar de indenizações por emissão de cartões de identidade e das atividades de inspeções, fiscalizações e vistorias e taxas de serviços administrativos ligados à segurança do tráfego aquaviário;
- Tarifa de utilização de faróis (TUF);
- Tarifa de inscrição em concursos e processos seletivos;
- Indenizações por danos causados à fazenda nacional;
- Recuperação de despesas de exercícios anteriores;
- Recolhimento do beneficiário (FUSMA – Fundo de Saúde da Marinha);
- Multas em geral;
- Restituições de convênios;
- Receita de cessão do direito de operacionalização da folha de pagamento;
- Receita de comercialização de fardamento;
- Receitas relativas à cota-parte do adicional de frete para a renovação da Marinha Mercante;
- Receita de multas do regulamento para o tráfego marítimo; e
- Outras receitas não especificadas.

2.2. Base de dados do fundo naval (2017 a 2022)

Ressalta a pesquisa que as informações disponibilizadas pela DFM que seguiam a mesma metodologia de contabilização estava adstrita a este período, motivo pelo qual este estudo se limita a seis anos de janela de estimação, com dados de receita em periodicidade mensal.

2.2.1. Receita anual

Tabela 1

| ANO | RECEITA TOTAL (em milhões de R\$) |
|------|-----------------------------------|
| 2017 | 807,95 |

| | |
|-------------|----------|
| 2018 | 842,72 |
| 2019 | 878,96 |
| 2020 | 915,19 |
| 2021 | 1.050,99 |
| 2022 | 1.164,38 |

Fonte: Informações disponibilizadas pela DFM.

2.2.2. Saldo financeiro do fundo naval em 31 de dezembro de 2022

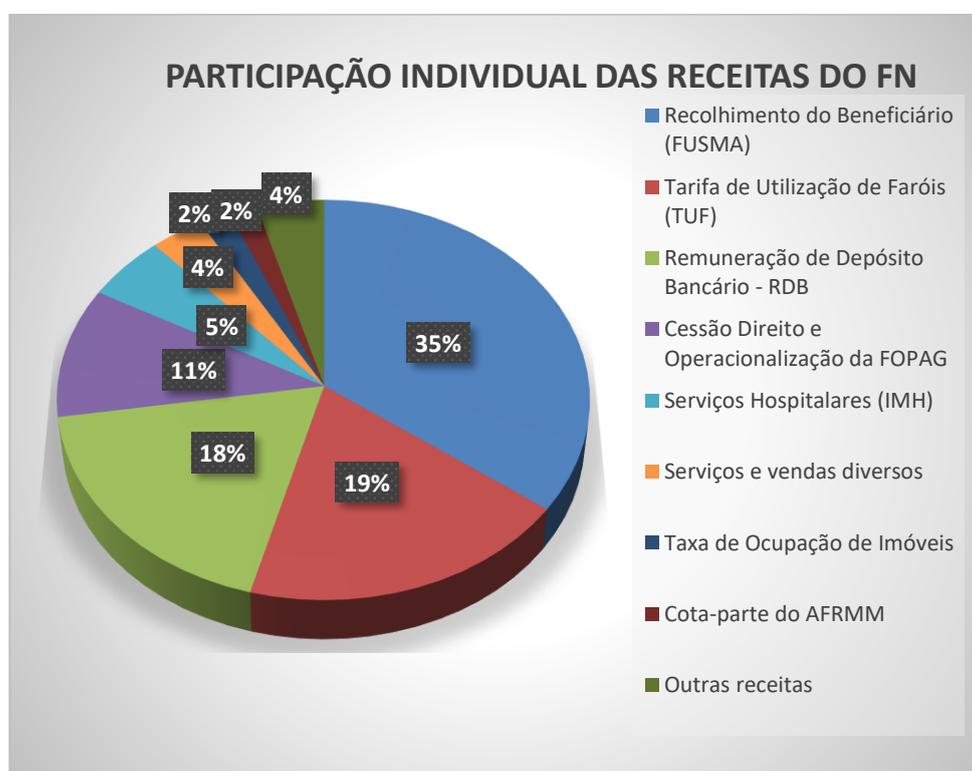
Tabela 2

| PARCELAS | | |
|---------------------------------|------------------------|-----------------|
| VALORES (milhões de R\$) | Aplicações Financeiras | 2.904,20 |
| | Conta Limite de Saque | 46,95 |
| | TOTAL | 2.951,15 |

Fonte: Informações disponibilizadas pela DFM.

2.2.3. Participação individual das receitas do fundo naval (2017 a 2022) e considerações

Figura 1



Fonte: Elaboração própria, dada a base de dados.

Destacam-se em participação percentual, totalizando 96% das receitas do Fundo, tendo por base a média das receitas correspondentes no período de seis anos, as seguintes:

- Receitas referentes aos recolhimentos (descontados diretamente em folha de pagamento) dos beneficiários para o “Fundo de Saúde da Marinha”, previstos na Medida Provisória nº 2.215/2001, art. 15, II e III, e 25; e Decreto nº 92.512/86, art. 11, 13 e 24, representando 35% da receita total do FN;
- Taxa de utilização de faróis, esta recolhida por força do Decreto-Lei nº 1.023, de 21 de outubro de 1969, por empresas de navegação (embarcações privadas), representando 19% da receita total do FN. Ressalta-se que esta receita possui, por observação empírica (a ser confirmada neste estudo), influência da taxa de câmbio R\$/US\$, devido à variedade de bandeiras de embarcações que navegam em águas brasileiras.
- Remuneração dos depósitos bancários, valores que permanecem depositados no Fundo e são remunerados por renda fixa, pelas diversas Instituições Financeiras, conforme decisão da DFM, representando 18% da receita total do FN;
- Cessões de direito de operacionalização de folha de pagamento às Instituições Financeiras (as mesmas pagam ao FN por cada cliente com conta bancária (salário) operada pela mesma), representando 11% da receita total do FN; e
- Receitas referentes a serviços hospitalares específicos prestados, representando 5% da receita total do FN.
- Receitas referentes a serviços administrativos, prestados pelas diversas Organizações Militares, como, por exemplo, a Diretoria de Portos e Costas (DPC), na emissão e atualização de documentação de embarcações, emissão e atualização de Cadernetas de Inscrição e Registro (CIR) de marítimos e fluviais, além da comercialização de medicamentos, fardamentos e receitas de hospedagens em Hotéis de Trânsito da MB, representando 4% da receita total do FN;
- Taxa de ocupação de Imóveis (taxas de uso e condominiais), cobrada diretamente em folha de pagamento dos permissionários que residem em Próprios Nacionais Residenciais da MB, em todo o país, representando 2% da receita total do FN;
- Cota-parte do adicional de frete para a renovação da Marinha Mercante (AFRMM), este sendo tributo recolhido tendo por destinação atender aos encargos da intervenção da União no apoio ao desenvolvimento da marinha

mercante e da indústria de construção e reparação naval brasileiras, conforme Decreto-lei nº 2.404/87, disciplinado pela Lei nº 10.893/04, representando 2% da receita total do FN;

Em relação aos 4% residuais, correspondentes a diversas receitas de menor previsibilidade, tais como as provenientes de inscrições em concursos e processos seletivos da MB, multas contratuais pagas por particulares, serviços portuários prestados pela MB, doações e patrocínios, dentre outros, serão tratados como uma série única na modelagem, chamada de “Outras receitas”.

2.2.4. Receitas de maior participação individual no fundo naval

- **Fundo de saúde da marinha (FUSMA)**

O Fundo de Saúde da Marinha (FUSMA) é um dos recursos financeiros oriundos de contribuições mensais obrigatórias dos militares, da ativa e na inatividade, e dos pensionistas dos militares, para custeio da assistência médico-hospitalar (AMH) fornecida pela MB, previsto na Medida Provisória nº 2.215/2001, art. 15, II e III, e 25 e Decreto nº 92.512/86, art. 11, 13 e 24.

O FUSMA é uma contribuição social (art. 149, caput, Constituição Federal), tida como um tributo, direcionado a sustentar a assistência médica com base no princípio da solidariedade, em prol da coletividade e não se traduz em uma contraprestação pela contratação de um plano de saúde individual.

O Sistema de Saúde da Marinha (SSM) é um sistema peculiar de prestação de assistência à saúde dos militares e respectivos dependentes, sob a modalidade de autogestão especial, disciplinada por legislação específica (Decreto nº 92.512/86 e as Normas para Assistência Médico-Hospitalar na MB - DGPM-401), a qual delinea as condições de atendimento, os direitos e as obrigações dos respectivos beneficiários.

Por essa razão, o SSM não é considerado um plano de saúde e não se enquadra no conceito de operadora de plano ou seguro de saúde, conforme Lei nº 9.656/98, não estando, portanto, sujeito às regras desta lei.

- **Tarifa de utilização de faróis (TUF)**

É uma tarifa devida por força do Decreto-Lei nº 1.023, de 21 de outubro de 1969,

cobrada em retribuição à efetiva utilização dos serviços de sinalização náutica de proteção à navegação. À Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) compete controlar a cobrança e recolhimento dos recursos da TUF.

Os navios estrangeiros que demandarem os portos brasileiros, procedentes de portos estrangeiros ou nacionais, com carga ou em lastro, conduzindo passageiros ou não, ficam obrigados ao pagamento da TUF. A TUF será devida tantas vezes quantas forem as entradas das embarcações nos portos nacionais, sendo calculada em conformidade com a tonelagem da embarcação.

O valor da TUF é calculado automaticamente por um sistema informatizado, em moeda nacional, utilizando-se a taxa cambial do dólar americano comercial de venda praticada no dia útil anterior ao dia do pagamento da tarifa, já que o valor de referência pago pela embarcação/empresa, a depender de seu porte bruto em unidades de medida, é em dólar americano. O seu pagamento é efetuado por meio de Guia de Recolhimento da união (GRU).

Estão isentos do pagamento da TUF as embarcações com tonelagem de porte bruto inferior a 1000 TPB (porte bruto das embarcações de comércio), navios registrados no Brasil, navios de guerra ou instrução estrangeiros e navios de países que possuem acordo bilateral de transporte marítimo com o Brasil.

- **Remuneração dos depósitos bancários (RDB)**

São os valores de remuneração do capital que permanece depositado no Fundo, por meio de renda fixa, pelas diversas Instituições Financeiras, conforme decisão da DFM em relação ao montante a ser mantido.

Registre-se que no ano de 2023, a DFM institucionalizou o Comitê de Operações Financeiras e Análise de Risco (COFAR), que consiste de um colegiado de militares de áreas de expertise específicas da própria Diretoria, presidido pelo Vice-Diretor de Finanças da Marinha, com reuniões quinzenais periódicas e eventuais extraordinárias, que tem por competências fixar expectativas quanto a Política Monetária brasileira, trajetória de preços brasileiros, solidez de instituições financeiras, dentre outros, a fim de definir as melhores estratégias de otimização dos recursos administrados pela MB.

- **Cessão de direito e operacionalização das folhas de pagamento do pessoal da marinha (FOPAG)**

Pagamento realizado pelas instituições bancárias que administram o pagamento do pessoal da MB, tendo por base a quantidade de clientes que cada instituição bancária atende.

- **Serviços hospitalares (IMH)**

O artigo 1º do Decreto nº 92.512/86 define que os militares da Marinha, do Exército e da Aeronáutica e seus dependentes têm direito à assistência médico-hospitalar, sob a forma ambulatorial ou hospitalar.

Em seu artigo 11º, II, o referido Decreto trata das receitas extra-orçamentárias, ou seja, aquelas não provenientes da descentralização do governo federal, quais sejam, em destaque:

- a) Contribuições mensais para os Fundos de Saúde (no caso da Marinha, o FUSMA);
- e
- b) Indenizações de atos médicos, paramédicos e serviços afins.

Ambas são receitas do FN. O FUSMA foi tratado em particular no subitem 2.1.1. desta pesquisa, de forma que as receitas descritas em “b)” são as chamadas IMH, ou seja, indenizações médico-hospitalares, cobradas em complemento à contribuição já prestada pelos militares pelo FUSMA, em casos específicos, funcionando como um tipo de co-participação, tais como: atendimentos em clínicas credenciadas pela Marinha do Brasil; para dependentes: taxa de sala de cirurgia, medicamentos fornecidos em ambulatório, diária de acompanhante, dentre outros. Os valores são cobrados no percentual de 20% de um valor de referência (este menor que o valor efetivamente despendido pela MB), para militares da ativa e da inatividade e seus dependentes diretos; e 100% para dependentes indiretos, tais como filhos(as) e enteados(as) estudantes, maiores de 21 anos e menores de 24 anos, sem rendimentos.

A pesquisa assume por premissa, a ser verificada, que ambas as receitas, dadas suas séries históricas, possuem capacidade de previsibilidade, ainda que as IMH dependam de fatores mais aleatórios que o FUSMA, este descontado em valores fixos percentuais mensais de cada militar, mensalmente.

As receitas consideradas como IMH não abarcam as receitas do SeDiMe (Serviço de Distribuição de Medicamentos), estas tratadas individualmente dentro de um outro bloco de receitas, a ser descrito.

Para conhecimento geral, o Sistema de Saúde da Marinha (SSM) possui diversas Organizações Militares providas dos mais diversos e modernos recursos hospitalares e logísticos para permitir o atendimento à chamada Família Naval (militares da MB da ativa e da inatividade e seus dependentes diretos e indiretos) tais como: Centro de Perícias Médicas da Marinha, Hospital Naval Marcílio Dias, Laboratório Farmacêutico da Marinha, Hospitais e Policlínicas Navais nos estados da federação onde existem os Distritos Navais.

- **Serviços e vendas diversos**

Neste grupo de receitas são aglutinadas, por características organizacionais de contabilização, bem como por características similares entre elas, no que diz respeito a serem receitas obtidas por serviços prestados e materiais vendidos, tal como ocorre em qualquer empresa privada, as seguintes receitas:

- a) Serviços de registro, certificação, fiscalização e administrativos diversos.
Cita-se que, conforme o Art 1º do Capítulo I do Decreto nº 33.195/53, cabe à Diretoria de Portos e Costas (DPC) ser o órgão da MB que tem por finalidade dirigir, coordenar e controlar todas as atividades técnicas e administrativas relacionadas às embarcações, portos/terminais e outros meios flutuantes não pertencentes a MB, junto a todos os grupos de interesse (pessoal embarcado, praticagem, socorros marítimos, dentre outro), orientando e preparando tais atividades para que satisfaçam aos interesses do país e aos de sua defesa;
- b) Serviços de hospedagens em hotéis de trânsito da MB, distribuídos em todo o Brasil a fim de atender precipuamente militares que estejam em trânsito, por interesse do serviço, ou seja, da MB;
- c) Comercialização de Fardamentos realizadas nos Centros de Distribuição de Uniforme (CDU) e nos Postos de Distribuição de Uniforme (PDU) em todo o Brasil, confeccionados no ou sob a coordenação do Depósito de Fardamentos da Marinha no Rio de Janeiro (DepFMRJ); e
- d) Comercialização de medicamentos, adquiridos mediante licitação pública conduzida pelo setor de Abastecimento da Marinha.

- **Taxa de ocupação de imóveis**

É a taxa sobre uso e referente a despesas condominiais cobrada diretamente em

folha de pagamento dos permissionários que residem em Próprios Nacionais Residenciais da MB, em todo o país, conforme Decreto nº 980/93, o qual dispõe sobre a cessão de uso e a administração de imóveis residenciais de propriedade da União.

O valor pago pelos permissionários dos imóveis é obtido por um percentual fixo do soldo, que é a parcela base de proventos, referente a cada posto/graduação. Este percentual varia de acordo com as características dos imóveis (tipo casa ou apartamento, com ou sem condomínio).

- **Adicional ao frete para renovação da marinha mercante (AFRMM)**

Trata-se de um tributo recolhido tendo por destinação atender aos encargos da intervenção da União no apoio ao desenvolvimento da marinha mercante e da indústria de construção e reparação naval brasileiras, conforme Decreto-lei nº 2.404/87, disciplinado pela Lei nº 10.893/04, que incide sobre o frete, que é a remuneração do transporte aquaviário da carga de qualquer natureza descarregada em porto brasileiro.

Tal recurso é destinado ao Fundo da Marinha Mercante (FMM), sendo uma um percentual deste (0,4%) destinado ao FN. Ou seja, a receita aqui tratada como AFRMM é a que é destinada ao FN e não a recolhida diretamente pelas empresas de navegação (armadores)/embarcações ao FMM.

- **Outras receitas**

São elas: Tarifas de inscrição em concursos e processos seletivos da MB, aluguéis e arrendamentos, indenização por danos causados ao patrimônio, por sinistros, ressarcimentos por uso de lavanderias, telefonia, dentre outros; venda de fardamentos; multas do Regulamento da Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário; Alienações de bens móveis e imóveis; restituições de diárias, suprimentos de fundos e convênios (exercícios anteriores); serviços portuários; multas e juros previstos em contratos; receitas de patrocínios e doações.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Estatística, econometria e modelagem

3.1.1. Conceitos iniciais

Introdutoriamente, buscando uma visão sistêmica para a pesquisa, no sentido do encadeamento dos conceitos desde os mais básicos, remonta-se à origem da estatística que, conforme FÁVERO (2017), sem apresentar data específica, ocorre quando povos em tempos antigos coletavam e registravam dados censitários, para tomadas de decisão. Era também utilizada para cálculos de renda de famílias e tributários. A palavra vem de *status*, significando Estado em latim, termo, à época, usado para descrever um conjunto de dados referentes aos Estados.

A partir do século XIX passou a estatística a ter maior representatividade em diversas áreas do conhecimento humano e, finalmente, a partir do século XX, passa a nortear grandes organizações no sentido da qualidade total.

Desta forma, em definição, estatística pode ser tratada como a ciência que tem por objetivo a coleta, análise e interpretação de dados qualitativos e quantitativos.

A sofisticação de sua utilização se dá com o advento e avanços de métodos computacionais, dando maior capilaridade e utilização do conhecimento por diferentes pessoas e áreas de conhecimento. Para o autor, a estatística está subdividida em três grandes partes, quais sejam: a estatística descritiva ou dedutiva, a probabilística e a inferencial ou indutiva, sendo esta pesquisa permeada por todas elas, mas com significativo destaque à inferencial, no sentido da análise e interpretação dos dados.

Mais especificamente a Econometria, que, para MORETTIN E TOLOI (2004) e GUJARATI (2011), significa “medição econômica”, até em interpretação literal, dado o sufixo grego “metria”, que significa medida, a mesma, pelo mesmo autor, pode ser tratada como a aplicação da estatística matemática a dados econômicos para dar suporte empírico aos modelos formulados, além de obter resultados numéricos. GREENE (2018) aborda amplamente em sua obra a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos na análise econômica, servindo de base para diversos conceitos aqui tratados.

Nesta pesquisa, amplamente permeada pela econometria, os dados ditos econômicos dizem respeito às receitas do Fundo Naval e demais dados correlatos, que de alguma forma influenciam na inferência necessária à previsão das receitas futuras.

Um problema econômico seria analisado pelos econométricos, fazendo o autor desta pesquisa as vezes de um, por meio de uma metodologia, de forma que, a despeito de existirem diversas escolas de pensamento, apresenta-se a tradicional ou clássica, esta ainda dominante nas pesquisas econômicas e em outras ciências sociais e comportamentais.

Para o autor, a metodologia econométrica tradicional segue os seguintes passos, de significativa importância para este estudo:

- Exposição da teoria ou hipótese;
- Especificação do modelo matemático da teoria;
- Especificação do modelo estatístico ou econométrico;
- Obtenção dos dados;
- Estimativa dos parâmetros do modelo econométrico;
- Teste de hipóteses;
- Projeção ou previsão; e
- Uso do modelo para fins de controle e tomada de decisão.

A teoria ou hipótese segue a uma premissa inicial, tal como, por exemplo, conforme o autor e afirmação de Keynes com base na lógica psicológica fundamental, que as famílias estão dispostas, em regre e em média, a aumentar seu consumo conforme sua renda aumenta.

Ainda que se postule uma relação entre duas ou mais variáveis, é necessária a especificação da forma exata de relação funcional entre elas. Uma simplificação poderia ser a utilização de uma função matemática do primeiro grau, conforme o exemplo, em que Y representa a variável a ser explicada (dependente), X é a variável explicativa (independente ou explanatória) e os “betas” são os parâmetros do modelo, neste caso, os coeficientes linear e angular; e ε_t é o termo que representa o resíduo:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

O modelo é tão somente um conjunto de equações matemáticas, podendo ser representado por uma somente (univariados) ou por várias equações (multivariados).

O modelo puramente matemático apresentado, sem considerar o resíduo, supõe a existência de uma relação determinística entre as variáveis X e Y, ou seja, é um modelo

dito exato. Todavia, as relações entre variáveis econômicas são, em geral, inexatas, de forma que as observações reais não se encontrarão necessariamente sobre a reta descrita. A inexatidão será caracterizada por um componente de erro (distúrbio; resíduo), que é uma variável aleatória, com distribuição de probabilidade conhecida. Tecnicamente, no exemplo, a função do primeiro grau acrescida do componente de erro seria um modelo econométrico de regressão linear.

Quanto à estimação dos parâmetros do modelo, esta pode ser realizada por diversos métodos, tais como o dos mínimos quadrados ordinários e o da máxima verossimilhança.

Ao se considerar que o modelo ajustado seja uma aproximação razoável da realidade, são desenvolvidos critérios para se verificar as estimativas obtidas, chamados de testes de hipóteses. Serão descritos neste referencial teórico os testes utilizados neste estudo. A confirmação ou refutação da adequação do modelo com base em evidências amostrais se suporta no ramo da teoria estatística conhecido como inferência estatística.

A proposta maior desta pesquisa é a projeção ou previsão, mais especificamente das receitas do Fundo Naval. Os valores futuros da variável dependente poderão ser previstos com certo grau de segurança (certeza), na medida em que o modelo não refute a teoria ou hipótese considerada.

Também de suma importância para a pesquisa é a limitação que faz GUJARATI (2011) às abordagens de previsão econômica, que em linhas gerais são representadas por cinco abordagens que tomam por referência valores históricos da série temporal: métodos de suavização, modelos de regressão univariados, modelos de regressão de equação simultânea (em desuso), processo autoregressivos integrados de média móvel (ARIMA) e modelos de vetores autoregressivos (VAR), estes aglutinando os de equação simultânea, nesta pesquisa.

Por fim, resta definir como escolher entre diversos modelos ou hipóteses concorrentes.

3.1.2. Pressupostos econométricos e testes estatísticos

- **Inferência estatística e testes de hipóteses**

A inferência estatística se caracteriza pela tomada de decisões científicas a partir de dados. No cerne deste processo está o teste de hipóteses, que fornece uma estrutura formal para comparar teorias e dados, levando a uma interpretação

estatisticamente fundamentada dos resultados experimentais.

Os testes de hipóteses fornecem uma estrutura lógica para avaliar evidências e tomar decisões informadas sobre afirmações ou teorias, contribuindo assim para a interpretação estatisticamente robusta dos resultados experimentais, a serem inferidos como verdadeiros.

Para todos os testes e modelagens será usada a seguinte legenda para os níveis de significância, registrando-se que quando nada for tratado, o nível de significância padrão para verificação dos testes é de 0,05 (que equivale a um nível de confiança de 95%):

Tabela 3 : Níveis de significância

| | |
|--------------|------------|
| 0 | *** |
| 0,001 | ** |
| 0,01 | * |
| 0,05 | . |
| 0,1 | " " |
| 1 | |

- **Intervalo de confiança (ic) e erro de previsão**

O intervalo de confiança a ser considerado em toda a pesquisa, quando nada for dito em contrário, será o associado ao nível de confiança de 80%, este calculado pelas funções “*forecast*” e “*predict*” do software R, notadamente pela utilização de simulações com reamostragens de resíduos (*bootstrap*). Em termos de erro de previsão, assumido pela pesquisa como o erro percentual absoluto, será medido pela diferença entre o valor observado e o previsto, em módulo, dividido pelo valor observado. Para efeito de cálculo de erro médio de um conjunto de séries, será utilizada a média aritmética dos erros percentuais absolutos encontrados, ou seja, trata-se do chamado erro percentual absoluto médio (MAPE : *Mean absolute percentage error*).

- **Estacionariedade**

A estacionariedade é uma propriedade desejável em análise de séries temporais por simplificar a modelagem e a interpretação. Existem dois principais tipos da estacionariedade: a estrita, que ocorre quando todas as suas propriedades estatísticas são constantes ao longo do tempo, incluindo-se não apenas a média e a variância, mas também os demais momentos da variável; e a fraca ou de segunda ordem, que ocorre quando a

média e a variância são constantes, independente dos demais momentos. Essa é uma condição menos restritiva em relação à primeira.

A estacionariedade é crucial em análise de séries temporais por várias razões, dentre elas o fato de que séries estacionárias são mais fáceis de serem modeladas porque as propriedades estatísticas não mudam ao longo do tempo. Isso facilita o uso de métodos estatísticos clássicos. Modelos construídos com base em séries estacionárias muitas vezes geram previsões mais precisas, uma vez que as tendências sistemáticas são mais fáceis de identificar e extrapolar; e muitos métodos estatísticos assumem a estacionariedade para serem válidos. Desvios dessa condição podem levar a resultados imprecisos ou inválidos.

No contexto de Box e Jenkins (1970), a estacionariedade é central para muitos dos métodos de análise de séries temporais apresentados em seu livro, incluindo a modelagem ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average* : Médias Móveis Integradas Autoregressivas).

Já a estacionariedade em diferenças é uma técnica comum na análise de séries temporais para tornar a série estacionária, especialmente quando se lida com tendências ou padrões não estacionários ao longo do tempo. Esse processo é conhecido como diferenciação, que consiste em definir uma nova variável que assume os valores da diferença entre o valor assumido pela variável original um tempo “t” e seu período imediatamente anterior (Ex: $W_t = Y_t - Y_{t-1}$; $W_{t-1} = Y_{t-1} - Y_{t-2}$), permitindo-se remoção de tendências e padrões sazonais, por exemplo, facilitando modelagens de previsão.

Nas palavras de Pokorny (1987) está clara a importância da estacionariedade na previsão de séries de tempo:

“(...) Se esse modelo estimado (um modelo estocástico que possa ser interpretado como tendo sido gerado por dados amostrais) for utilizado para a previsão, deveremos admitir que suas características são constantes ao longo do período, e, particularmente, ao longo de períodos futuros. A simples razão para requerer os dados estacionários é que qualquer modelo que seja inferido com base nesses dados pode ser interpretado como estacionário ou estável e, portanto, fornecer uma base válida para a previsão.”

O Teste ADF (Dickey-Fuller, 1976) é comumente utilizado para verificar a presença de raízes unitárias em uma série temporal, o que é indicativo de não

estacionariedade. A forma mais básica do teste é dada pela seguinte equação, que consiste na estimação de uma regressão:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

em que:

ΔY_t é a primeira diferença da série temporal;

“t” é um termo linear de tempo;

α , β e δ são parâmetros a serem estimados;

α_i são coeficientes que multiplicam as diferenças defasadas da série; e

ε_t é o termo de erro.

A hipótese nula (H0) do teste é que a série possui uma raiz unitária, e, logo, não é estacionária.

- **Normalidade**

O conceito de normalidade em séries temporais refere-se à distribuição dos dados disponíveis. A normalidade implica que os dados se distribuem de acordo com uma distribuição normal (ou Gaussiana), o que significa que a maior parte dos dados está centrada na média, e a dispersão segue um padrão simétrico ao redor da mesma.

No entanto, ao contrário da estacionariedade, a normalidade não é uma propriedade estrita necessária para muitas análises de séries temporais. Muitas técnicas estatísticas e modelos não exigem normalidade dos dados.

A normalidade dos resíduos de um modelo, por exemplo, permite validação de pressupostos estatísticos, facilidade de interpretação, generalização de resultados, dentre outros.

Um exemplo clássico de uma distribuição normal ocorre quando medimos várias observações independentes de uma mesma característica em uma população. Por exemplo, a altura das pessoas adultas geralmente segue uma distribuição normal. Se medirmos a altura de uma grande amostra de adultos, as alturas tenderão a se agrupar em torno de uma média, com poucas pessoas muito altas ou muito baixas.

O Teste de normalidade proposto por Jarque e Bera (1980) é uma estatística de teste que avalia se uma amostra de dados possui uma distribuição normal. Tipicamente

utilizado em séries temporais para verificação de normalidade dos resíduos, pressuposto utilizado para a validação de modelagens ARIMA, conforme veremos adiante.

A estatística de teste de Jarque-Bera (JB) é baseada em duas medidas de assimetria e curtose da amostra. Se os dados seguem uma distribuição normal, a assimetria deve ser próxima de zero e a curtose deve ser próxima de 3. Em uma amostra grande, a estatística de teste é comparada ao valor crítico associado a uma distribuição qui-quadrado, com dois graus de liberdade.

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right] \quad (3)$$

Onde: “S” é a assimetria e “K” a curtose.

A hipótese nula (H0) do teste de Jarque-Bera é que os dados da amostra distribuem-se normalmente.

- **Autocorrelação dos resíduos**

Na análise dos resíduos de uma modelagem, há pressupostos a serem verificados para validação de inferências realizadas.

A autocorrelação entre os resíduos refere-se à correlação que existe entre os valores sucessivos dos resíduos de um modelo (diferença entre valores observados e previstos pelo modelo), ou seja, a relação entre os erros de previsão em diferentes defasagens de tempo. Sua importância se dá pois se os resíduos exibirem algum padrão de correlação significativa entre si em diferentes momentos no tempo, ou seja, significando que os mesmos não são aleatórios, pressuposto básico para validação de ajustes de modelagens econométricas, poder-se-á estar diante de previsões imprecisas.

Se a autocorrelação entre os resíduos é significativa, isso sugere que o modelo pode precisar de ajustes adicionais para melhorar a qualidade da previsão. Às vezes, isso pode envolver a inclusão de mais termos no modelo ou a exploração de outras estruturas.

Em resumo, a autocorrelação entre os resíduos é um aspecto crítico da análise de séries temporais, pois fornece validações sobre a eficácia do modelo ajustado. Modelos com resíduos independentes e não correlacionados são geralmente considerados melhores, pois indicam que a informação contida nos dados foi adequadamente capturada pelo modelo.

O teste de Ljung-Box (Ljung e Box, 1978) é um teste estatístico utilizado para avaliar a presença de autocorrelação nos resíduos de um modelo de séries temporais. Esse teste é particularmente útil para verificar se os resíduos são descorrelacionados ao longo do tempo, o que é uma das suposições fundamentais para muitos modelos estatísticos, incluindo modelos ARIMA.

A hipótese nula (H_0) do teste de Ljung-Box é que não há autocorrelação nos resíduos até um determinado número de “lags” (defasagens ou atrasos). A hipótese alternativa (H_A), por sua vez, sugere a presença de autocorrelação significativa. Sua estatística de teste é LB:

$$LB = n(n + 2) \sum_{k=1}^m \left(\frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \right) \sim \chi^2 m \quad (4)$$

onde:

“n” é o tamanho da amostra;

“m” é a o tamanho da defasagem; e

“ ρ ” é o coeficiente de correlação.

- **Variância de uma série**

A homocedasticidade refere-se à condição em que a variância dos erros (ou resíduos) de um modelo estatístico é constante em todos os níveis da variável independente. Em outras palavras, os erros têm uma dispersão uniforme ao longo de todas as observações. Isso é fundamental para muitos métodos estatísticos, como a análise de regressão, pois pressupõem a homocedasticidade para gerar estimativas de parâmetros eficientes e confiáveis.

Por outro lado, a heterocedasticidade ocorre quando a variância dos erros não é constante em todos os níveis da variável independente. Isso indica que a dispersão dos erros varia de forma sistemática ao longo das observações. A presença de heterocedasticidade pode comprometer a eficiência dos estimadores e distorcer os resultados de testes estatísticos, tornando-os inválidos.

Proposto por Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979), o teste Breusch-Pagan, é utilizado para verificar a presença de heterocedasticidade nos resíduos de um modelo linear. A pesquisa se utilizou do auxílio de um chamado regressor, que nada mais é que um sequencial de 1 a “m”, sendo “m” a quantidade de termos de um vetor de resíduos de uma modelagem econométrica, a fim de se obter um modelo linear entre o próprio vetor

e o regressor, e assim poder interpretar os resultados do teste ora proposto.

No teste Breusch-Pagan é estimada uma regressão auxiliar dos quadrados dos resíduos contra as variáveis independentes do modelo, que em nossa pesquisa são o sequencial de 1 a “m”, testando-se a hipótese nula de que os coeficientes desta regressão auxiliar são iguais a zero, ao comparar sua estatística de teste, que envolve o tamanho da série (“n”) e o coeficiente de determinação da regressão auxiliar (LM (*Lagrange Multiplier*) = $n \times R^2$), em termos de distribuição, a uma qui-quadrado com “m” graus de liberdade.

A hipótese nula do teste é a homocedasticidade dos resíduos, a qual será rejeitada caso se obtenha um p-valor menor que o nível de significância desejado.

- **Regressão**

Uma regressão univariada (não serão utilizadas nesta pesquisa regressões de uma variável dependente contra mais de uma variável explicativa), que tem por caso mais específico a regressão linear, ou polinomial do primeiro grau, consiste tão somente em modelar uma variável dependente Y como resultado de uma função em X (linear, quadrática, logarítmica, exponencial, dentre outras), chamada de variável explicativa, devendo-se estimar seus coeficientes por meio do método dos mínimos quadrados ordinários.

Conhecendo-se, a priori, a relação entre as variáveis X e Y, ou seja, sabendo-se que existe de fato a relação funcional entre as mesmas, o chamado coeficiente de determinação, quadrado do coeficiente de correlação, funcionará como um bom indicador do ajuste do modelo à nuvem de dados, sem prejuízo dos demais testes já tratados, que podem ser utilizados como forma de confirmação da qualidade de ajuste, além dos critérios de informação, a serem vistos.

- **Modelos AR e MA**

Um modelo autoregressivo (AR) é um modelo econométrico dinâmico (por retratar a trajetória da variável dependente no tempo em relação também a seus próprios valores passados), em que, partindo-se do conceito de regressão explicado no subitem 2.2.3., há uma regressão da variável dependente contra valores dela mesma defasados no tempo, podendo incluir também outras variáveis explicativas (caso em que o modelo será chamado multivariado), conforme abaixo, na forma de *lags*, sendo γ o coeficiente do

termo autoregressivo:

$$(1 - \gamma L)Y_t = \varepsilon_t \quad (5)$$

Caso o componente de erro seja aleatório não correlacionado, com média 0 e variância σ^2 (ruído branco), dizemos que Y_t segue um processo estocástico AR de ordem 1 ou de primeira ordem, neste exemplo. A ordem do modelo AR será dada pela quantidade de defasagens.

Já um modelo média móvel (MA) é obtido por meio da combinação linear de termos defasados do componente de erro (ruído branco), onde a variável dependente é regredida contra uma constante μ e termos de erro defasados. A quantidade de defasagens indica a ordem do modelo MA. Segue exemplo, na forma de *lags*., em que θ é coeficiente.

$$Y_t = (1 + \theta L)\varepsilon_t \quad (6)$$

Registre-se que um processo ARMA (autoregressivo de médias móveis) é aquele que pode ser escrito por meio de termos autoregressivos e de média móvel. Segue como exemplo um modelo ARMA (1,1), na forma de *lags*:

$$(1 - L\gamma)Y_t = (1 - L\theta)\varepsilon_t \quad (7)$$

Em todos os casos aqui tratados será buscada a estimação dos coeficientes das variáveis explicativas, de forma a obter uma equação dinâmica que permita a previsão de passos adiante da série com base em seus valores passados observados/estimados e de erro.

- **Modelagem ARIMA (Modelo Autoregressivo Integrado de Médias Móveis)**

Muitas das séries temporais estudadas não são estacionárias, ou seja, dizem-se integradas. A ordem de sua integração será dada pela quantidade de diferenciações necessárias para que se obtenha a estacionariedade.

Desta forma, um modelo ARMA que necessita de “d” diferenciações para tornar a série estacionária representará um modelo ARIMA (p,d,q), em que “p” representa a ordem do modelo AR(p) e “q” representa a ordem do modelo MA(q). Segue, como exemplo, a representação de um ARIMA (1,1,1):

$$(1 - L\gamma)(Y_t - Y_{t-1}) = (1 - L\theta)\varepsilon_t \quad (8)$$

Desenvolvida por George Box e Gwilym Jenkins (1970), a metodologia BOX-JENKINS será a base desta pesquisa no sentido da definição do modelo que melhor explique e preveja uma série temporal passos adiante.

Se caracteriza por uma sequência de etapas a serem cuidadosamente seguidas, quais sejam: a identificação do modelo, onde são descobertos os valores apropriados de p , d e q ; a estimação dos coeficientes dos termos autoregressivos e de média móvel, por meio de mínimos quadrados ordinários ou outro método não linear; a verificação do diagnóstico, que consiste em verificar se o modelo se ajusta à nuvem de dados com qualidade aprazível, que permita uma previsão segura; e, finalmente, a previsão, que significa projetar o modelo estimado para o futuro. O termo “drift”, ou tendência, comumente encontrado nas modelagens, indica uma tendência determinística.

Há uma variação do modelo ARIMA, que é a modelagem SARIMA, que segue os mesmos padrões aqui explicitados, entretanto, é capaz de capturar variações sazonais autoregressivas, sendo mais adequado a séries com sazonalidade característica. Sua modelagem apresenta a forma $ARIMA(p,d,p)(p',d',q')[xx]$, em que “ p ” indica a quantidade de componentes autoregressivos sazonais, “ d ” indica a quantidade de diferenciações da série sazonal do modelo para se tornar estacionária e “ q ” indica a quantidade de componentes de média móvel sazonais.

Já $[xx]$ indica a periodicidade com que a sazonalidade é observada nos dados (Ex: $[12]$, no caso de um conjunto de observações mensais, indica que a sazonalidade ocorre em períodos de 1 em 1 ano; se fosse $[6]$, também num conjunto de observações mensais, indicar-se-ia que a sazonalidade é um padrão semestral).

- **Vetor autoregressivo (VAR)**

De posse de duas (ou mais) variáveis, a chamada causalidade de Granger (1969) consiste em regredir uma variável a valores defasados dela mesma (chamado modelo restrito), de forma autoregressiva, comparando o modelo obtido com o de uma regressão que inclua também valores defasados da outra variável (modelo irrestrito), devendo-se ter, a priori, a expectativa de que haja uma relação entre as mesmas, a fim de evitar regressões espúrias.

Caso os coeficientes do modelo irrestrito sejam estatisticamente diferentes de zero (sendo iguais a zero há independência entre as variáveis), momento em que já se pode garantir que uma variável X (Granger) causa a outra Y (a reciprocidade deve ser verificada pelo mesmo teste), e, conforme determinado critério de informação, o modelo irrestrito explique a variável dependente de forma mais acurada que a própria autoregressividade por si só, há evidências de que se pode utilizar um modelo VAR para modelar o relacionamento entre as mesmas, para previsão de valores futuros da série.

A causalidade de Granger é uma análise de precedência e não de causalidade estrita, de forma que em vez de afirmar que X causa Y , é mais prudente afirmar que X contém informações úteis para a previsão de Y .

Os vetores autoregressivos são amplamente utilizados na busca de explicar a interação dinâmica entre duas ou mais variáveis, conforme Sims (1980). Na modelagem de equações simultâneas são tratadas variáveis exógenas (explicativas) e endógenas (a serem explicadas), podendo haver também variáveis endógenas defasadas.

Caso seja constatada uma simultaneidade verdadeira entre duas ou mais séries de tempo, de forma que esta pesquisa se utiliza do teste de causalidade de Granger para tal constatação, para Sims (1980), as mesmas devem ser tratadas sem qualquer distinção de exogeneidade ou endogeneidade.

Na prática, estaremos diante de uma autoregressão de uma variável a ser explicada contra valores defasados dela mesma e de outra variável validada como simultânea à mesma, em que o componente de erro estocástico (dependente do tempo) é chamado de choque.

$$(1 - L\gamma)Y_t + (1 - L\beta)X_t = (1 - L\theta)\varepsilon_t \quad (9)$$

Observe que a variável Y_t foi regredida contra uma defasagem dela mesma e contra outra variável X_t e sua defasagem, assumindo-se, a priori, que há relação de causalidade entre elas, ou seja, neste caso, que a variável X é simultânea à variável Y . Termo ε_t é o componente de choque estocástico e os demais são coeficientes a serem estimados.

Há também a possibilidade de cointegração entre as séries temporais, que representa um equilíbrio de longo prazo entre as mesmas, ou seja uma combinação linear entre elas é estacionária, o que implicaria disfunções para assumir um modelo de previsão como válido. Desta forma, nestes casos, a pesquisa lançará mão do modelo chamado VECM (Modelo de Correção de Erro Vetorial), que incorpora a relação de longo prazo e

simultaneamente modela os ajustes de curto prazo a fim de retomar o equilíbrio após perturbações.

- **Crítérios de informação**

Utilizado na especificação de modelagens, ou seja, comparação entre a que melhor vem a se adequar à explicação da evolução dos dados disponíveis (desempenho do modelo), o critério mais parcimonioso (impõe medidas corretivas mais duras que o critério de Akaike (1974), o qual já impunha medidas maiores que o coeficiente de determinação, pela inclusão de regressores) é o chamado critério de Schwarz (1978), denotado por BIC, a ser utilizado por esta pesquisa.

Considerando-se por premissa que os resíduos do modelo são normalmente e identicamente distribuídos (NID), com média μ e variância σ^2 (valores observáveis), a função L de verossimilhança representa a densidade de probabilidade conjunta dos dados, considerando-se os parâmetros do modelo. O objetivo do método de estimação de máxima verossimilhança é encontrar os parâmetros que maximizam o valor de L, o que intuitivamente tornaria os dados observados mais próximos do modelo.

Matematicamente, o critério de informação BIC é colocado em lado oposto de uma igualdade a “ $-\log(L)$ ” (utiliza-se logaritmo para fins de facilitação algébrica, no sentido da transformação de produtos em somas, devendo se restar claro que maximizar $\log(L)$ é o mesmo que maximizar L), de forma que se buscam parâmetros (ordens de um modelo ARIMA) que minimizam o valor do BIC.

Os valores de BIC encontrados para os diversos modelos (adequados à mesma nuvem de dados), podem ser comparados de forma adimensional, somente buscando-se o menor valor, que caracteriza o modelo de melhor ajuste.

- **Decomposição STL (*Seasonal and Trend decomposition using Loess*)**

A decomposição STL, baseada no método de Loess (CLEVERLAND, 1979), que consiste de uma suavização local, ajustando-se modelos lineares a conjuntos de dados adjacentes, é uma técnica utilizada para decompor uma série temporal em três componentes principais: sazonal (*Seasonal*), tendência (*Trend*) e resíduo (*Residual*).

O componente sazonal se refere às flutuações periódicas ou padrões que se repetem em intervalos regulares; a tendência representa a direção geral dos dados ao

longo do tempo. Identifica se a série está aumentando, diminuindo ou mantendo-se relativamente estável; e já a componente residual se refere à parte restante após a remoção dos efeitos sazonais e de tendência. É o que não pode ser explicado pelos componentes anteriores.

A decomposição STL é particularmente útil quando a série temporal possui padrões complexos e não lineares. Além disso, ela é mais flexível em lidar com sazonalidades que podem variar ao longo do tempo.

4. METODOLOGIA

4.1. Tipo e etapas de pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza, conforme Gil (2008), quanto aos objetivos, como descritiva, na medida em que se utiliza de técnicas padronizadas de coleta de dados, estabelecendo relações entre variáveis. Já quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de pesquisa documental, já que se utiliza de dados disponíveis observados, entretanto que não tiveram tratamento analítico formal. Trata-se ainda de uma pesquisa quantitativa, por se utilizar amplamente de ferramentas e arcabouços estatísticos.

Tendo por base Lakatos e Marconi (2021), esta pesquisa seguiu as seguintes etapas:

4.1.1. Especificação de objetivos

Esta pesquisa almeja a identificar uma modelagem econométrica que permita a previsão de receitas futuras do Fundo Naval, tendo por base receitas mensais de seis anos imediatamente anteriores e informações de outras séries de interesse, tais como a taxa livre de risco brasileira e o câmbio Real x Dólar americano.

Também representa uma etapa a escolha do tema e a formulação do problema de pesquisa, que se confundem aos objetivos desejados, conforme aqui explicitados.

4.1.2. Levantamento e coleta de dados

Os dados foram coletados junto ao banco de dados da DFM, a qual os obtém por procedimentos manuais de digitação em consulta à ferramenta chamada Tesouro Gerencial, uma base de dados do Governo Federal, que consiste de um sistema de consulta à execução orçamentária, financeira e patrimonial dos órgãos federais, tais como a MB. Os dados disponíveis, conforme já citado, abarcam o período de 2017 a 2022, com periodicidade mensal.

Esta pesquisa considerou como amostra tais dados, estes representando a janela de estimação das modelagens, sendo a janela de previsão o primeiro semestre de 2023. Ao final das estimações e previsões, a pesquisa busca confrontar os valores obtidos como previsão dos diversos modelos aos valores observados no ano de 2023, a fim de atribuir os erros das previsões, que funciona como o indicador de desempenho dos modelos.

4.1.3. Delimitação da pesquisa

No que se refere a limitações à pesquisa, registra-se a dificuldade encontrada pelo autor em homogeneizar a base de dados posto que algumas das receitas disponibilizadas eram aglutinadas de forma distinta em cada ano; a escrituração contábil, podendo existir receitas contabilizadas em um mês referentes a fatos geradores ocorridos em outros; os lançamentos manuais das receitas, realizados pelo setor do FN na DFM, após consultas a sistemas online; e o fato de os testes estatísticos de hipóteses serem testes assintóticos, podendo haver pontuais não conformidades de ajustes de modelagens dada a amostra pequena de dados (setenta e duas observações mensais, de 2017 a 2022).

A despeito destas, que são inerentes meramente a procedimentos contábeis e de coleta manual de dados, que podem influenciar em alguma informação mas não de forma significativa, dentro do que se propôs o estudo, os limites foram muito bem definidos, dado que as variáveis são observáveis, finitas e quantificáveis.

Resta-se importante apenas tratar que qualquer modelagem está sujeita a choques imprevisíveis e, diante disto, uma das características da modelagem buscada é sua perenidade e flexibilidade, podendo se adaptar a inclusão ou exclusão de receitas ou mesmo alteração do comportamento de séries de receitas ou de relação entre variáveis estudadas.

4.1.4. Seleção de métodos e técnicas

Normativamente, a MB é genérica ao tratar da forma com que devem ser conduzidas as estimativas de receita, citando que o cálculo da previsão deveria se dar conforme séries históricas, análise de tendências ou outra metodologia aplicável. Desta forma, esta pesquisa enxergou como oportunidade sugerir uma modelagem própria, a fim de permitir menor erro na previsão em relação à metodologia hoje utilizada, a qual não é dotada de significativo rigor econométrico.

Na modelagem proposta, são utilizadas primordialmente análises auto-regressivas, de médias móveis (inclusive, integradas), de regressão polinomial e testes de causalidade, além de uma enorme gama de testes estatísticos para respaldar as conclusões alcançadas.

Entende a pesquisa que o processamento dos dados e os modelos utilizados serão de melhor compreensão sendo apresentados no tópico 5 desta pesquisa, denominado ANÁLISE

ECONOMÉTRICA E RESULTADOS OBTIDOS.

4.1.5. Análise e interpretação de dados

O tópico 5 desta pesquisa, denominado ANÁLISE ECONOMÉTRICA E RESULTADOS OBTIDOS, é permeado por análises e interpretações, mediante a utilização de ferramentas econométricas, inclusive análises gráficas, no mesmo contexto, permitindo ao leitor entendimento encadeado dos resultados.

4.1.6. Apresentação dos resultados obtidos e conclusão

Os tópicos 5 e 6 desta pesquisa se dedicam a esta tarefa, sendo a conclusão também uma excelente oportunidade de recapitulação do encadeamento do estudo. Como produto final, o estudo apresenta um modelo aditivo, de simples utilização ao usuário desde que detenha os conhecimentos básicos para a operação do software R.

5. ANÁLISE ECONOMÉTRICA E RESULTADOS OBTIDOS

Esta consiste do uso de técnicas estatísticas de econometria com o objetivo de identificar relações entre as variáveis disponíveis na base de dados, envolvendo testes de hipóteses, especificação, estimação e previsão de variáveis que compõem o modelo.

Tendo por base os procedimentos a serem seguidos pela pesquisa, descritos no tópico 3, serão tratadas em separado as séries temporais de interesse, ou seja, aquelas que possuem maior representatividade percentual em relação às receitas que compõem o Fundo Naval, sendo os valores compostos por várias séries de baixa representatividade percentual tratados como uma série única, chamada de “Outras receitas”, esta não representando mais do que 2% das receitas do Fundo. Para cada uma delas será examinada a modelagem de melhor ajuste para realização de previsões futuras, diante do devido rigor econométrico. O erro de previsão do modelo será verificada por confronto à série de receitas observadas no primeiro semestre de 2023, por meio de análise do erro de previsão de cada modelagem, de forma comparativa, lembrando-se que este estudo toma por base dados até dezembro de 2022, com observações mensais.

Antes do exame de cada série individualmente, como proposto na metodologia deste estudo, entendendo a pesquisa que cada série possui um comportamento que lhe é característico, não sendo razoável a previsão a partir da série geral, por pressuposto a ser verificado, a Figura 1 ilustra a evolução das receitas mensais do FN, de janeiro do ano de 2017 até dezembro do ano de 2022, a ser analisada também com rigor econométrico:

É de importante destaque ressaltar que houve, por problemas de escrituração contábil descritos como limitações à pesquisa, registros anômalos de receitas, compensadas em meses seguintes, a saber, de forma que esta pesquisa se utilizou da média entre eles, entendendo que, dado que não se possui o valor real observado, tal estimativa não interfere de maneira significativa no histórico serial:

Tabela 4 : Análise das anomalias encontradas

| Descrição da receita | Mês/Ano | Valor escriturado (em milhões de R\$) | Valor corrigido utilizado pela pesquisa (média, em milhões de R\$) |
|----------------------|---------|---------------------------------------|--|
| FOPAG | dez/19 | 27,87 | 8,72 |
| | abr/20 | -10,43 | 8,72 |
| AFRMM | mar/22 | 20,49 | 2,06 |
| | abr/22 | -16,38 | 2,06 |

Desta forma, segue representação gráfica da série corrigida, bem como sua estatística descritiva:

Figura 2 : Receitas mensais do FN em milhões de Reais (corrigidas)

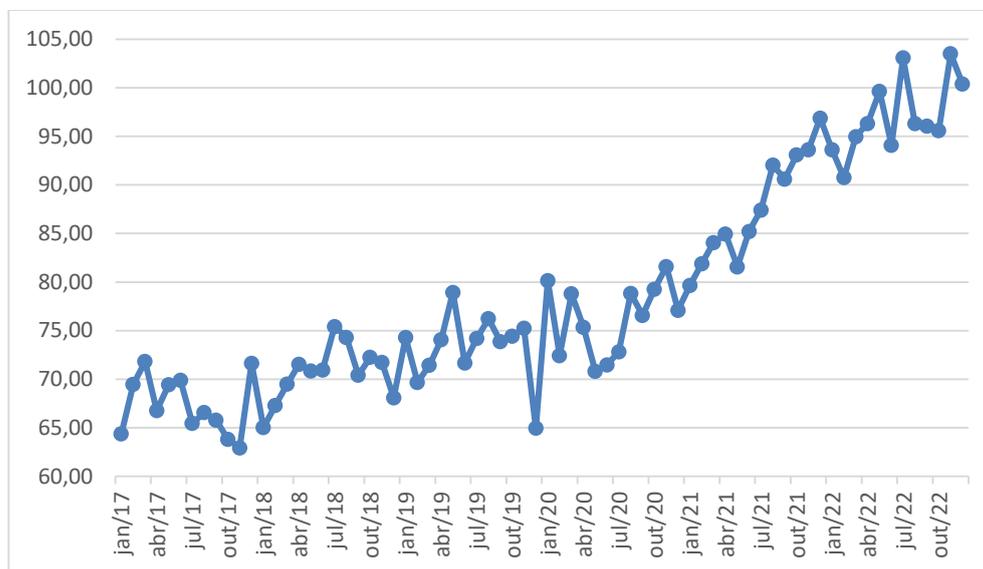


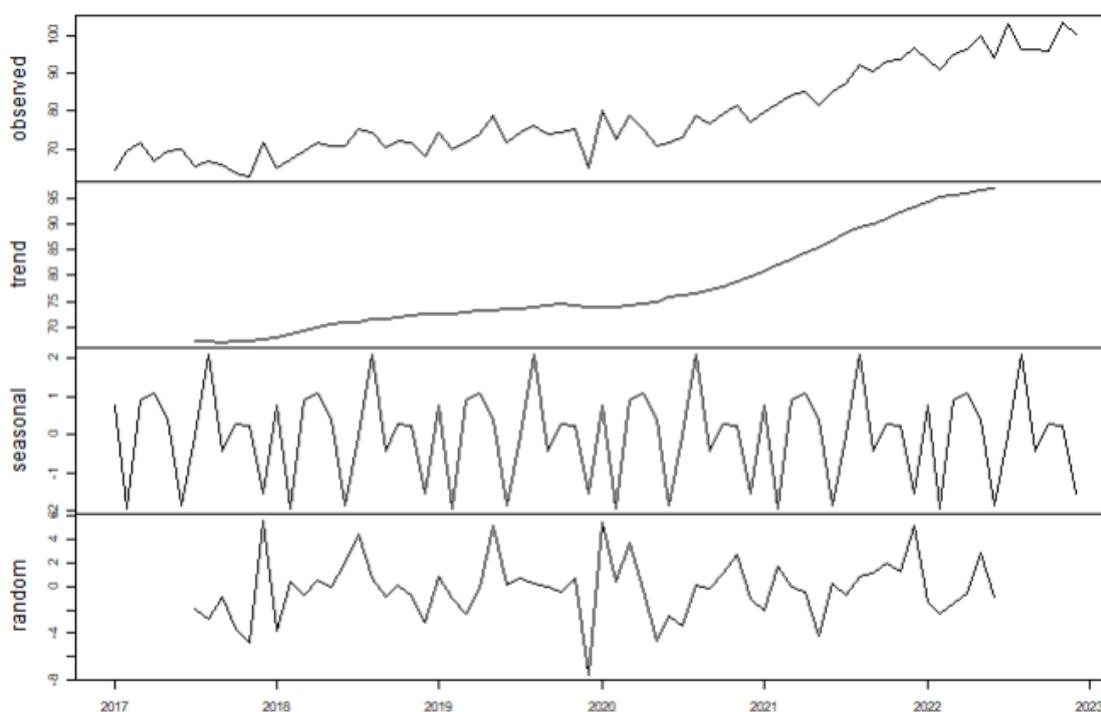
Tabela 5 : Estatística Básica

| Mínimo | Quantil.25. | Mediana | Quantil.75. | Máximo | Média |
|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------|--------------|
| 62,93 | 70,85 | 74,83 | 85,76 | 103,52 | 78,68 |
| | Variância | Desvio Padrão | Assimetria | Curtose | |
| | 122,87 | 11,08 | 0,67 | -0,78 | |

5.1. Análise econométrica e previsão da série geral do FN

Metodologicamente, por pressuposto, a ser aqui testado, este estudo assumiu que a série geral é melhor explicada quando dividida em séries individuais. Entretanto, avaliaremos também se a série geral segue algum padrão característico, que possa ser útil para sua previsão períodos a frente. Segue, para fins introdutórios no sentido da análise econométrica, o que não foi necessário na análise de cada série individualmente, mas de importante conteúdo capturado pelos diversos modelos, a decomposição STL da série em questão:

Figura 3 : Decomposição STL da série geral do FN



Em análise da série decomposta de forma visual, chamam a atenção uma tendência de incremento das receitas no período, bem como padrões sazonais muito bem definidos, estes caracterizados por picos de arrecadação nos segundos semestres dos anos analisados; e vales de arrecadação nos primeiros semestres e um vale mais acentuado nos meses finais dos anos, mais especificamente nos meses de dezembro.

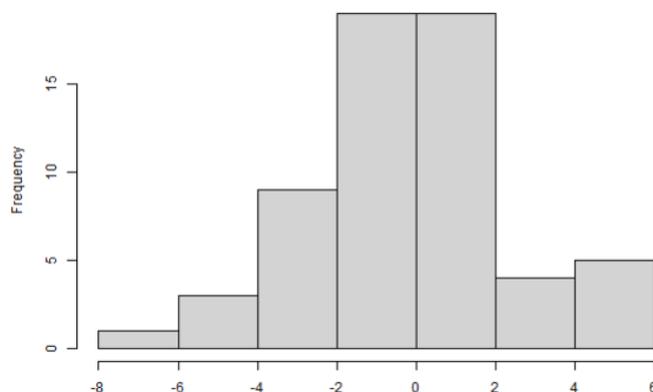
Quanto ao padrão sazonal, o mesmo foi estatisticamente verificado pelo teste de estacionariedade ADF, aplicado à série sazonal do modelo decomposto (p -valor = 0,01, rejeitando-se H_0 de não estacionariedade para um nível de confiança de 99%), mostrando que a série sazonal possui padrões estatísticos, tais como média e variância, invariantes no tempo, sendo uma forte evidência da real existência da sazonalidade visualmente verificada. Esta informação será importante, inclusive, para as conclusões desta pesquisa.

Já quanto aos resíduos, observou-se que os mesmos seguem uma distribuição normal, conforme ilustrado no histograma abaixo, normalidade esta verificada estatisticamente pelo teste de normalidade Jarque-Bera (p -valor = 0,5921, de forma que não se rejeita H_0 de que a amostra segue uma distribuição normal).

Foi realizado, ainda, teste de autocorrelação entre os resíduos Ljung-Box (p -valor = 0,9181, não se rejeitando H_0 de independência dos resíduos). Ou seja, os resíduos da decomposição STL são aleatórios, o que é uma evidência, em primeira análise, da

possibilidade de explicação da série geral de receitas do FN por meio de um modelo único.

Figura 4 : Histograma dos resíduos da série geral do FN



Diante desta possibilidade, esta pesquisa buscou verificar a adequação da série geral do FN a um modelo ARIMA (chamado “modelo 1”) e a um modelo de regressão linear (chamado “modelo 2”):

Tabela 6: Modelo 1 - SARIMA (0,1,0)(2,0,0)[12] com tendência – Série geral do FN

| | ma1 | sar1 | sar2 | drift | |
|----------------------|------------|-------------|-------------|--------------|--------|
| Coefficientes | -0,6559 | 0,2316 | -0,3371 | 0,4363 | |
| s.e. | 0,0796 | 0,1319 | 0,1251 | 0,1333 | |
| Variância | 11,01 | Log L | -185,76 | BIC | 392,83 |

$$(1 - 0,2316L^{12})(1 + 0,3371L^{24})(1 - L)Y_t = 0,4363 + (1 - 0,6559L)\varepsilon_t \quad (10)$$

Observa-se que o modelo ARIMA de melhor ajuste à série é um modelo sazonal (0,1,1)(2,0,0)[12], que possui um componente média móvel e dois sazonais autoregressivos, experimentando sazonalidades em períodos que se repetem de ano em ano, conforme constatado visualmente nesta pesquisa, além de uma tendência positiva, ou seja, uma tendência determinística de crescimento, dada pelo seu “drift”.

Tabela 7: Modelo 2 - Regressão Linear – Série geral do FN

| | Estimado | s.e. | Pr(> t) |
|-------------------|-----------------|----------------|--------------------|
| Intercepto | -2,09E+02 | 1,61E+01 | <2e-16 *** |
| data | 1,83E-07 | 1,02E-08 | <2e-16 *** |
| R-quadrado | 0,8214 | p-valor | <2,2e-16 |

$$Y_t = 1,825 \times 10^{-7} X_t - 2,091 \times 10^2 + \varepsilon_t \quad (11)$$

No que se refere à tendência de incremento das receitas ao longo do tempo, a mesma é estatisticamente verificada em ambos os modelos, posto que o modelo ARIMA de melhor ajuste evidencia a existência de “drift” (tendência) enquanto que o o modelo linear possui coeficientes significativos do ponto de vista estatístico e coeficiente angular da reta de regressão positivo, o que respalda a tendência crescente.

Entretanto, nada ainda foi aventado sobre a qualidade de ajuste desse possível modelo aos dados. Lançando mão, então, do Critério de Informação Bayseano de Schwartz (BIC), medida que preza pelo princípio da parcimônia para comparar modelos diversos em relação ao seu ajuste aos dados. Esta pesquisa comparou os valores do critério BIC, conforme abaixo:

Tabela 8 : Comparação entre os modelos propostos para a série geral do FN

| Dados analisados | Modelagem | BIC |
|-------------------------------|------------------|------------|
| Série geral de receitas do FN | ARIMA | 392,83 |
| Série geral de receitas do FN | Regressão Linear | 438,52 |

Entendendo, então, com base nos valores do critério BIC, que a série geral do FN, por si só, de forma geral, pode ser melhor explicada pelo modelo ARIMA em relação ao de regressão linear, o mesmo será comparados à modelagem suposta por premissa como a mais adequada, que consistirá de um modelo aditivo entre os melhores modelos que expliquem individualmente as séries do Fundo. A frente na pesquisa, no item 5.11., sera utilizada a modelagem ARIMA para a previsão da série geral, confrontando-se o resultado obtido ao somatórios das previsões individuais das séries que compõem o FN.

A partir de agora, em cumprimento à premissa da pesquisa, esta se dedica à investigação individual das séries que compõem o FN, em termos de análise econométrica e obtenção de resultados, já conceituadas introdutoriamente desta pesquisa:

4.2. Fundo de saúde da marinha (FUSMA)

Com base nos dados originais coletados, segue representação gráfica das receitas provenientes do Fundo de Saúde da Marinha e sua estatística básica:

Figura 5 : FUSMA (milhões de R\$)

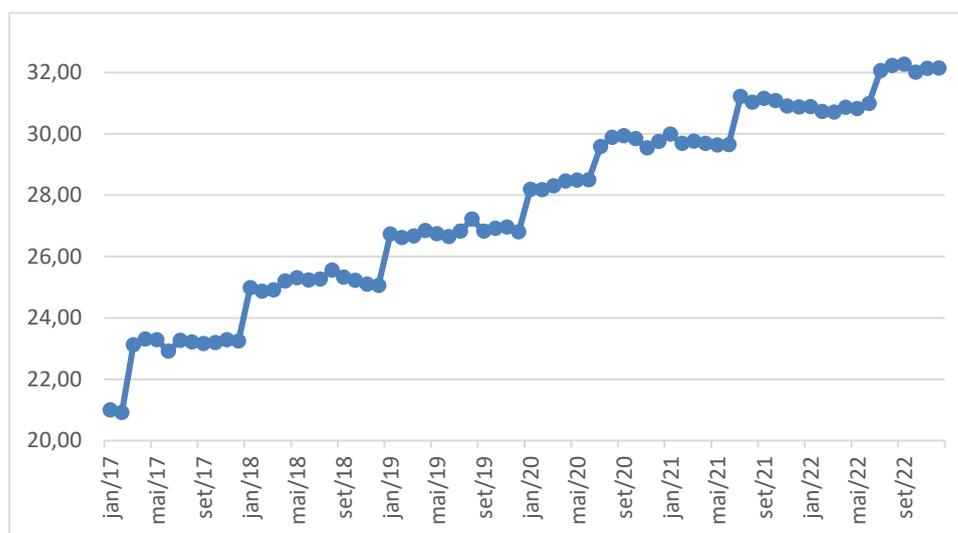


Tabela 9 : Estatística Básica

| Mínimo | Quantil.25. | Mediana | Quantil.75. | Máximo | Média |
|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------|--------------|
| 20,91 | 25,21 | 27,70 | 30,18 | 32,27 | 27,63 |
| | Variância | Desvio Padrão | Assimetria | Curtose | |
| | 9,56 | 3,09 | -0,25 | -1,10 | |

Observando-se a série visualmente, no gráfico, a priori, se imagina que uma modelagem de regressão linear poderia ser útil para prever valores adiante da série. Desta forma, segue modelagem de uma regressão linear associada aos dados do FUSMA:

Tabela 10 : Regressão Linear - FUSMA

| | Estimado | s.e. | Pr(> t) |
|-------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|
| Intercepto | -5,94E+01 | 2,00E+00 | <2e-16 *** |
| data | 5,52E-08 | 1,27E-09 | <2e-16 *** |
| R-quadrado | 0,9644 | p-valor (modelo) | <2,2e-16 |

$$\text{Equação do Modelo: } Y_t = 5,52 \times 10^{-8}X - 59,4 \quad (12)$$

Por meio de testes de hipóteses, buscou-se respaldar a adequação do modelo, obtendo-se os seguintes resultados:

Tabela 11 : Testes de Hipóteses

| Teste | Estatística | Valor | Conclusão |
|----------------------|--------------------|--------------|--|
| Jarque-Bera | p-valor | 0,34 | Resíduos do modelo se distribuem como uma Normal |
| Ljung-Box | p-valor | 4,04E-07 | Há evidências de autocorrelação nos resíduos |
| Breusch-Pagan | p-valor | 0,23 | Resíduos do modelo são homocedásticos |

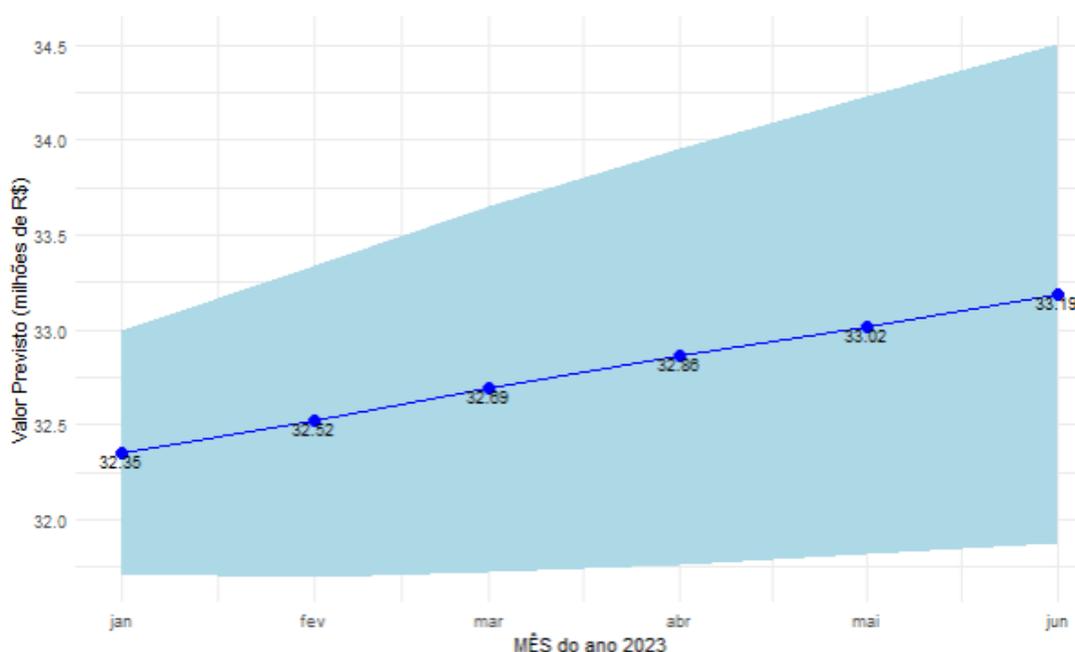
Dada a distribuição normal e a homocedasticidade dos resíduos, há evidências estatísticas de que podem ser considerados aleatórios. Sabendo-se, também, previamente, que há uma relação esperada linear entre as variáveis valor da receita e tempo, diante de um coeficiente de determinação de 0,9644 no ajuste linear, pode-se assumir como um excelente modelo preditivo o ora proposto, independente da evidência de autocorrelação nos resíduos.

Desta forma, utilizando-se a função “*Predict*” do R, foi possível prever a série do FUSMA seis passos adiante, bem como o respectivo intervalo de confiança, conforme ilustração abaixo:

Tabela 12 : Previsão - FUSMA

| Data | Limite inferior do IC (milhões de R\$) | Valor previsto (milhões de R\$) | Limite superior do IC (milhões de R\$) |
|---------------|---|--|---|
| jan/23 | 31,71 | 32,35 | 32,99 |
| fev/23 | 31,70 | 32,52 | 33,34 |
| mar/23 | 31,72 | 32,69 | 33,65 |
| abr/23 | 31,76 | 32,86 | 33,95 |
| mai/23 | 31,85 | 33,02 | 34,23 |
| jun/23 | 31,87 | 33,19 | 34,50 |

Figura 6 : FUSMA – previsão e IC



De posse agora dos valores previstos e do respectivo IC e também do valor acumulado observado no 1º Trimestre de 2023, realizar-se-á o confronto das informações para verificar o erro de previsão do modelo, em valores percentuais, correspondentes à diferença entre o valor observado e o valor previsto, dividido pelo valor observado, reiterando-se que o erro médio quando consideradas previsões em conjunto será representado pela média aritmética entre os erros individualmente auferidos:

Tabela 13 : Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – FUSMA (em milhões de R\$)

| Período | Valor observado | Intervalo previsto pelo Modelo |
|----------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1º Trimestre | 97,09 | De 95,14 a 99,99 |
| 1º Semestre | 194,58 | De 190,59 a 202,6 |

Em específico em relação ao FUSMA, registre-se que ao se comparar somente os valores previstos pelo modelo, independentes dos IC, com os valores observados para o 1º trimestre e para o 1º semestre de 2023, obtiveram-se erros de previsão ínfimos, respectivamente, de **0,48%** e **1,07%**:

S

Tabela 14 : Comparação entre valores observados e previstos - FUSMA (em milhões de R\$)

| Período | Valor previsto pelo modelo | Valor observado |
|--------------|----------------------------|-----------------|
| 1º Trimestre | 97,56 | 97,09 |
| 1º Semestre | 196,65 | 194,58 |

5.3. Tarifa de utilização de faróis (TUF)

Com base nos dados originais coletados, segue representação gráfica das receitas provenientes da Tarifa de Utilização de Faróis (TUF) e sua estatística básica:

Figura 7 : TUF (em milhões de R\$)

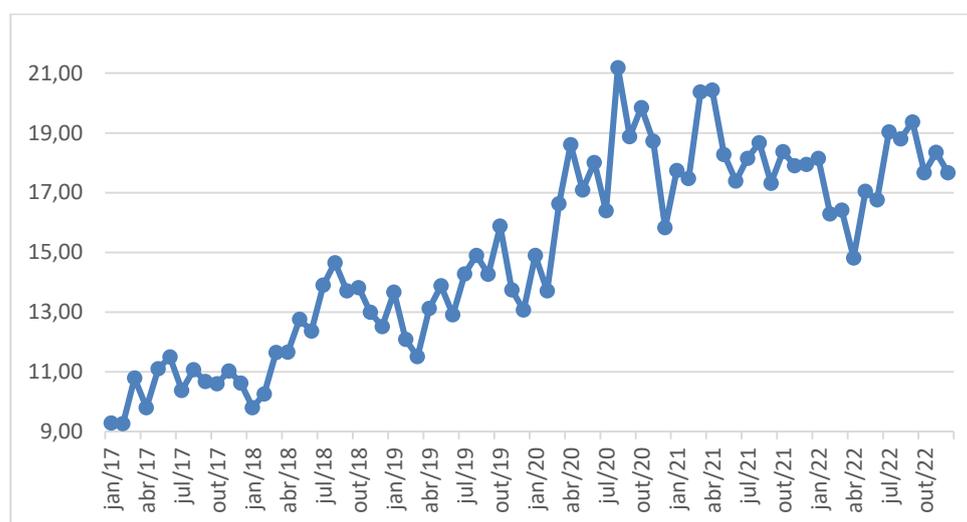


Tabela 15 : Estatística Básica - TUF

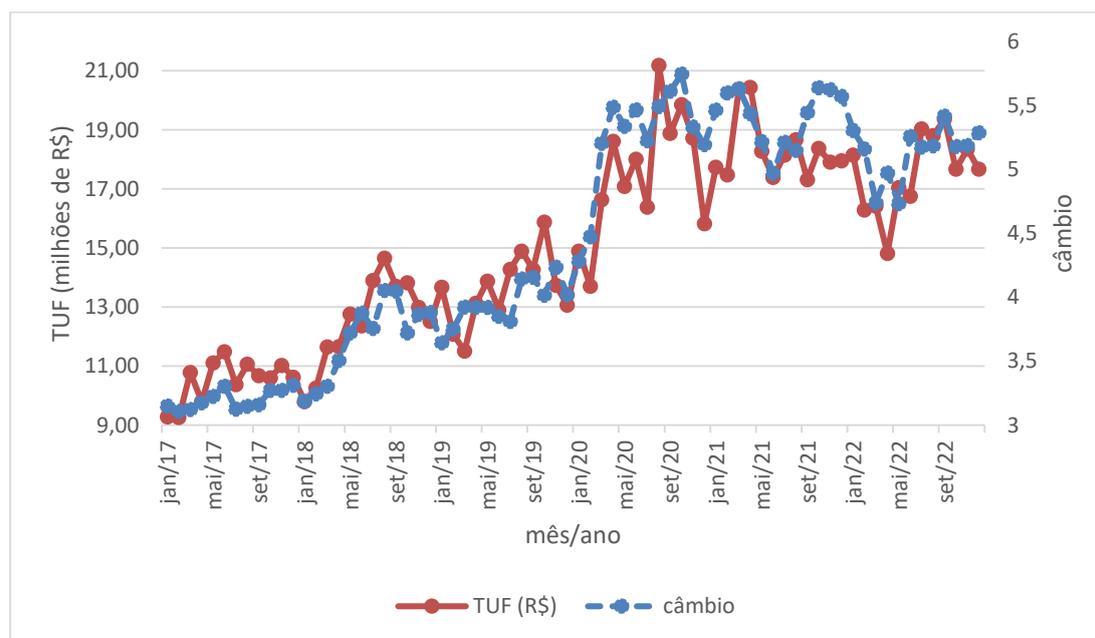
| Mínimo | Quantil.25. | Mediana | Quantil.75. | Máximo | Média |
|--------|-------------|---------------|-------------|---------|-------|
| 9,26 | 12,30 | 14,86 | 17,92 | 21,19 | 15,00 |
| | Variância | Desvio Padrão | Assimetria | Curtose | |
| | 10,58 | 3,25 | -0,07 | -1,27 | |

Conforme o item 2.2.4. desta pesquisa já é sabido que se espera que haja uma relação significativa do ponto de vista estatístico entre a receita da TUF e o câmbio Real-Dólar americano, posto que a TUF é calculada para embarcações estrangeiras com valor de referência em Dólar americano, todavia é recolhida aos cofres públicos em Real, de forma que a depender do câmbio vigente, a quantidade de Reais recolhida será maior ou

menor, para uma mesma quantia de Dólar americano.

Desta forma, seguem graficamente as duas séries temporais para fins de confrontação de seu perfil, visualmente, antes de apresentar os testes estatísticos necessários à confirmação do que ora se aventa:

Figura 8 : TUF (milhões de R\$) x Câmbio (Real/Dólar-americano)



Verificada a estacionariedade de ambas as séries por meio do Teste estatístico de Dickey-Fuller aumentado (ADF), ambas apresentaram p-valor consideravelmente maior que o nível de significância de 0,05, de forma que a hipótese nula de não estacionariedade não pode ser rejeitada, ou seja, tratam-se de séries não estacionárias. Após a primeira diferenciação de ambas as séries, as mesmas tornaram-se estacionárias, dado que o p-valor do mesmo teste agora apresenta valores consideravelmente menores que o nível de significância.

Utilizando-se também do teste ADF para verificar a eventual cointegração entre as variáveis, a partir da análise dos resíduos de um modelo de regressão linear entre as mesmas, foi identificado que a série dos resíduos é estacionária e que, logo, há cointegração entre as mesmas.

De posse das séries diferenciadas, a pesquisa utilizou o Teste de causalidade de Granger, a fim de definir se haveria influência de forma precedente do câmbio Real-Dólar americano sobre a TUF, o que se esperava que acontecesse, dada observação gráfica e a própria intuição. O mesmo foi significativo ao nível de confiança de 100%, não restando

dúvidas de que um modelo irrestrito, ou seja, uma autoregressão conjunta das séries, permite um grau de previsibilidade maior de receitas futuras. Dada a cointegração entre as séries, a pesquisa buscou a melhor abordagem multivariada para a modelagem, utilizando-se de um modelo VECM.

Buscando-se a melhor ordem do modelo VECM, identificou-se, pelo critério de informação BIC, mais parcimonioso, uma defasagem. Seguem resultados da estimação do modelo para a série diferenciada da TUF e do câmbio:

Tabela 16 : Modelo VECM – ΔTUF e Δ cambio (séries diferenciadas)

| Coefficientes | Estimado | s.e. |
|-------------------------------------|-----------------|-------------|
| $\Delta TUF.l1$ | 0,2475* | 0,1235 |
| Δcambio.l1 | -1,4143** | 0,5218 |
| ECT (erro de cointegração) | -1,8755*** | 0,2146 |

Equação do Modelo: $\Delta TUF = 0,2475\Delta TUF.l1 - 1,4143\Delta$ cambio.l1 – 1,8755ECT + ε_t

(13)

Por meio de testes de hipóteses, buscou-se respaldar a adequação do modelo, obtendo-se os seguintes resultados, que confirmam um bom ajuste aos dados:

Tabela 17 : Testes de hipóteses

| Teste | Estatística | Valor | Conclusão |
|----------------------|--------------------|--------------|---|
| Jarque-Bera | p-valor | 0,1925 | Resíduos do modelo se distribuem como uma Normal |
| Ljung-Box | p-valor | 0,1374 | Não há evidências de autocorrelação entre os resíduos do modelo |
| Breusch-Pagan | p-valor | 0,2119 | Resíduos do modelo são homocedásticos |

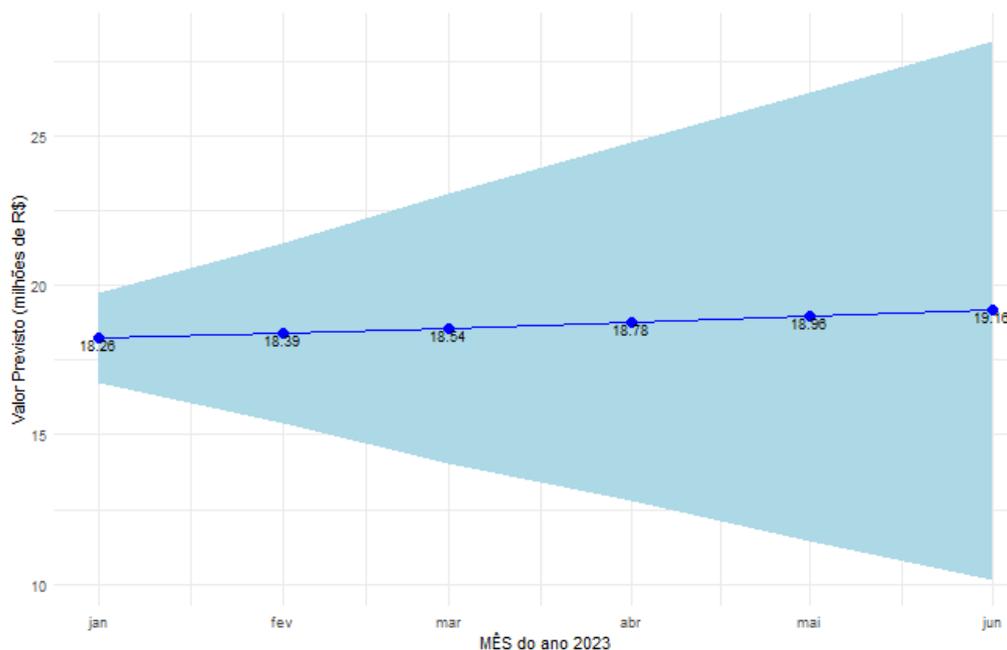
Desta forma, utilizando-se a função “*Predict*” do R, foi possível prever a série TUF seis passos adiante, bem como o respectivo intervalo de confiança:

Tabela 18 : Previsão - TUF

| Data | Limite inferior do IC (em milhões de R\$) | Valor previsto (em milhões de R\$) | Limite superior do IC (em milhões de R\$) |
|---------------|--|---|--|
| jan/23 | 16,77 | 18,26 | 19,77 |
| fev/23 | 15,40 | 18,39 | 21,40 |

| | | | |
|---------------|-------|-------|-------|
| mar/23 | 14,04 | 18,54 | 23,05 |
| abr/23 | 12,78 | 18,78 | 24,79 |
| mai/23 | 11,46 | 19,96 | 26,47 |
| jun/23 | 10,15 | 19,16 | 28,17 |

Figura 9 : TUF – previsão e IC



Em confronto aos valores observados no ano de 2023:

Tabela 19 : Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – TUF (em milhões de R\$)

| Período | Valor observado | Intervalo previsto pelo Modelo |
|----------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1º Trimestre | 56,46 | De 46,21 a 64,22 |
| 1º Semestre | 112,31 | De 80,60 a R\$ 143,64 |

Em específico em relação à TUF, registre-se que ao se comparar somente os valores previstos pelo modelo, independentes dos IC, com os valores observados para o 1º trimestre e para o 1º semestre de 2023, obtiveram-se **erros de previsão ínfimos**, respectivamente, de **2,20% e 0,16%**:

Tabela 20 : Comparação entre valores observados e previstos - TUF (em milhões de R\$)

| Período | Valor previsto pelo modelo | Valor observado |
|----------------|-----------------------------------|------------------------|
|----------------|-----------------------------------|------------------------|

| | | |
|--------------|---------------|--------|
| 1º Trimestre | 55,22 | 56,46 |
| 1º Semestre | 112,12 | 112,31 |

5.4. Remuneração dos depósitos bancários (RDB)

Com base nos dados originais coletados, bem como levando-se em consideração a influência já tratada na pesquisa esperada pela taxa livre de risco brasileira (Selic) sobre a série da RDB, segue representação gráfica das receitas provenientes juntamente à Selic e sua estatística básica:

Figura 10 : RDB (milhões de R\$) x Selic (% a.a.)

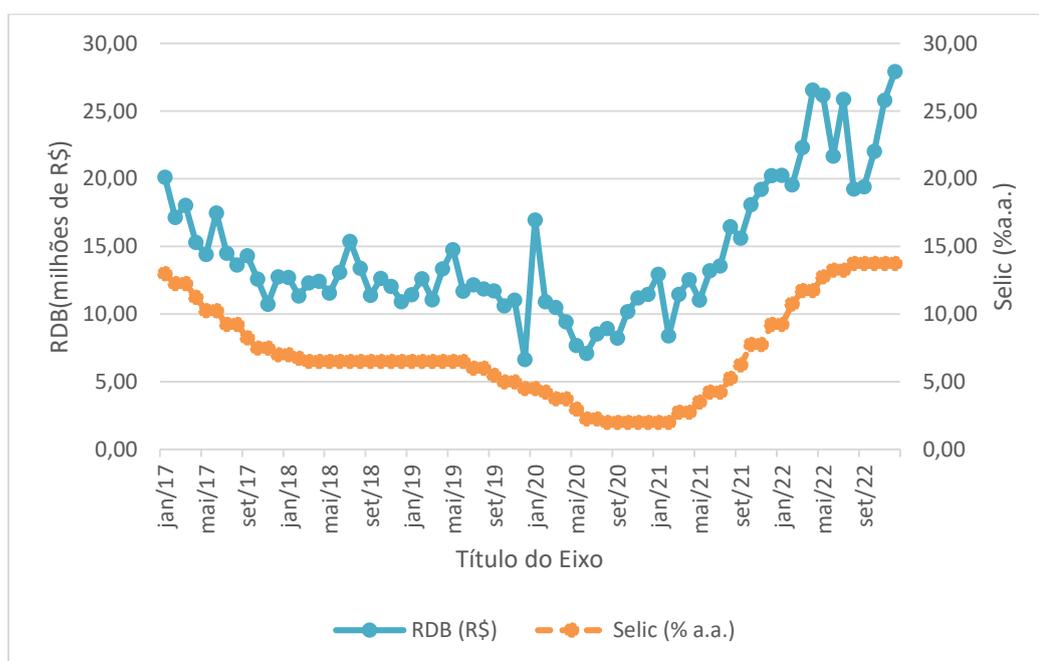


Tabela 21 : Estatística Básica - RDB

| | | | | | |
|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------|--------------|
| Mínimo | Quantil.25. | Mediana | Quantil.75. | Máximo | Média |
| 6,65 | 11,31 | 12,74 | 17,22 | 27,92 | 14,44 |
| | Variância | Desvio Padrão | Assimetria | Curtose | |
| | 24,39 | 4,94 | 0,99 | 3,36 | |

Verificada a estacionariedade de ambas as séries por meio do Teste estatístico de Dickey-Fuller aumentado, ambas apresentaram p-valor consideravelmente maior que o nível de significância de 0,05, de forma que a hipótese nula de não estacionariedade

não pode ser rejeitada, ou seja, tratam-se de séries não estacionárias. Após uma diferenciação de ambas as séries, as mesmas tornaram-se estacionárias, dado que o p-valor do mesmo teste agora apresenta valores consideravelmente menores que o nível de significância.

De posse das séries diferenciadas, a pesquisa utilizou o Teste de causalidade de Granger, a fim de definir se haveria influência de forma precedente da taxa livre de risco sobre a RDB, o que se esperava que acontecesse, dada observação gráfica e a própria intuição. O mesmo foi significativo ao nível de confiança de 100%, não restando dúvidas de que um modelo irrestrito, ou seja, uma auto-regressão conjunta das séries, permite um grau de previsibilidade maior de receitas futuras, e é exatamente o que agora será feito por meio de uma modelagem VAR, em específico a VECM, dado que, da mesma forma que na TUF, foi identificada cointegração entre as séries.

Buscando-se a melhor ordem do modelo VECM, identificou-se, pelo critério de informação BIC, mais parcimonioso, uma defasagem. Seguem resultados da estimação do modelo para a série diferenciada da RDB e da selic:

Tabela 22 : MODELO VECM - ΔRDB e $\Delta selic$ (séries diferenciadas)

| Coefficientes | Estimado | s.e. |
|-----------------------------------|-----------------|-------------|
| $\Delta RDB.l1$ | 0,2500* | 0,1221 |
| $\Delta selic.l1$ | -1,1883* | 0,4591 |
| ECT (erro de cointegração) | -1,7699*** | 0,2062 |

Equação do Modelo: $\Delta RDB = 0,25\Delta RDB.l1 - 1,18833\Delta selic.l1 - 1,7699ECT + \varepsilon_t$

(14)

Por meio de testes de hipóteses, buscou-se respaldar a adequação do modelo, obtendo-se os seguintes resultados:

Tabela 23 : Testes de hipóteses

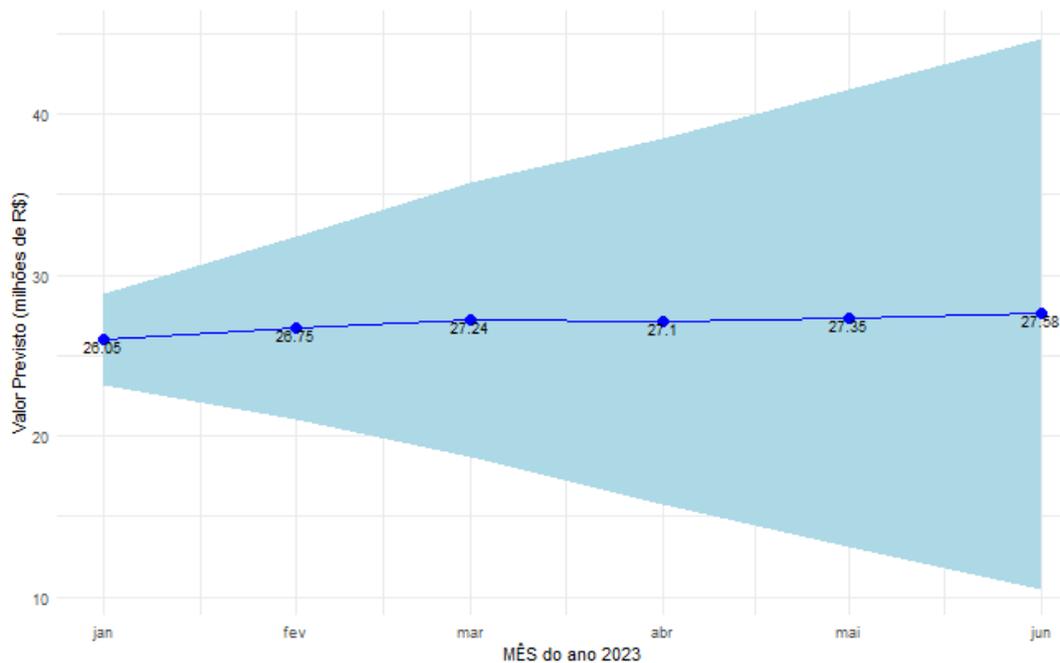
| Teste | Estatística | Valor | Conclusão |
|----------------------|--------------------|--------------|---|
| Jarque-Bera | p-valor | 0,2073 | Resíduos do modelo se distribuem como uma Normal |
| Ljung-Box | p-valor | 0,1556 | Não há evidências de autocorrelação entre os resíduos do modelo |
| Breusch-Pagan | p-valor | 0,07 | Resíduos do modelo são homocedásticos |

Desta forma, entendendo-se como limitação da modelagem, dada a amostra pequena da série, no sentido de haver evidências de autocorrelação dos resíduos, utilizando-se a função “*Predict*” do R, foi possível prever a série RDB seis passos adiante, bem como o respectivo intervalo de confiança, conforme abaixo:

Tabela 24 : Previsão - RDB

| Data | Limite inferior do IC (em milhões de R\$) | Valor previsto (em milhões de R\$) | Limite superior do IC (em milhões de R\$) |
|---------------|--|---|--|
| jan/23 | 23,21 | 26,05 | 28,90 |
| fev/23 | 21,06 | 26,76 | 32,44 |
| mar/23 | 18,71 | 27,24 | 35,77 |
| abr/23 | 15,73 | 27,10 | 38,48 |
| mai/23 | 13,14 | 27,35 | 41,58 |
| jun/23 | 10,53 | 27,58 | 44,65 |

Figura 11 : RDB – previsão e IC



Em confronto aos valores observados no ano de 2023:

Tabela 25 : Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – RDB (em milhões de R\$)

| Período | Valor observado | Intervalo previsto pelo Modelo |
|----------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1º Trimestre | 88,47 | De 62,99 a 97,11 |
| 1º Semestre | 179,42 | De 102,39 a 221,82 |

Registre-se que ao se comparar somente os valores previstos pelo modelo, independentes dos IC, com os valores observados para o 1º trimestre e para o 1º semestre de 2023, obtiveram-se **erros de previsão**, respectivamente, de **9,52% e 9,65%**, maiores que os encontrados até aqui, o que era esperado, dada a volatilidade do fluxo financeiro do fundo, tanto de receitas das diversas aqui tratadas quanto de despesas públicas realizadas à sua conta, entretanto que demonstram destacada capacidade de previsibilidade do modelo:

Tabela 26 : Comparação entre valores observados e previstos - RDB (em milhões de R\$)

| Período | Valor previsto pelo modelo | Valor observado |
|----------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1º Trimestre | 80,05 | 88,47 |
| 1º Semestre | 162,10 | 179,42 |

Comparando-se os resultados obtidos com a previsão e os valores observados, não resta dúvidas de que a limitação imposta pela modelagem quanto à autocorrelação serial dos resíduos não gerou qualquer transtorno no curto prazo.

5.5. Cessão de direito de operacionalização das folhas de pagamento (FOPAG)

Com base nos dados originais coletados, segue representação gráfica das receitas provenientes da FOPAG e sua estatística básica:

Figura 12 : FOPAG (milhões de R\$)

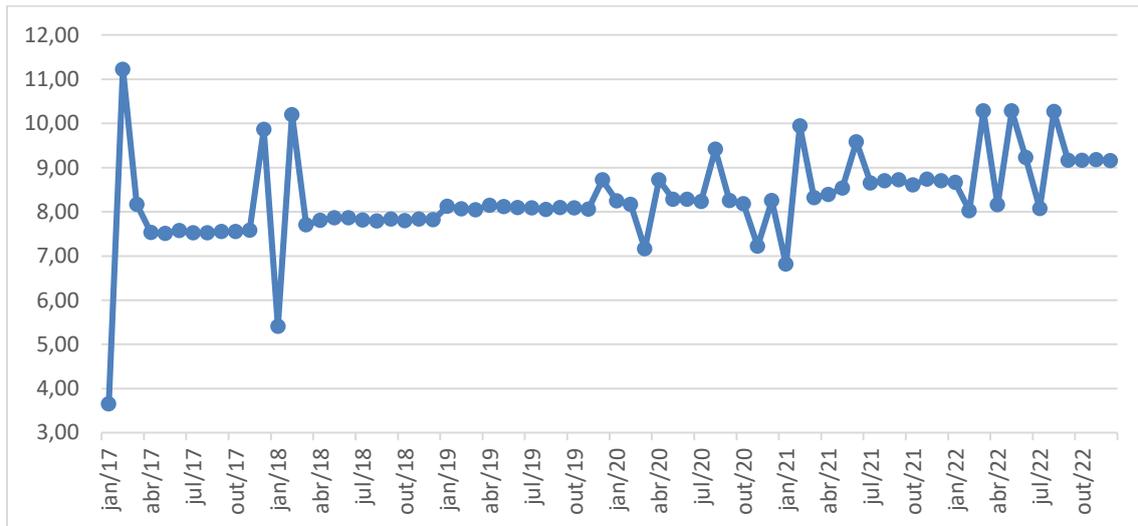


Tabela 27 : Estatística básica

| Mínimo | Quantil.25. | Mediana | Quantil.75. | Máximo | Média |
|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------|--------------|
| 3,65 | 7,82 | 8,15 | 8,71 | 11,22 | 8,28 |
| | Variância | Desvio Padrão | Assimetria | Curtose | |
| | 1,12 | 1,06 | -0,71 | 4,72 | |

Observando-se graficamente a série da FOPAG e até mesmo por intuição, dado que a quantidade de pessoal que recebe pela MB não varia de forma significativa entre os períodos, espera-se que haja uma estacionariedade da receita em torno de uma tendência ou até mesmo de uma constância.

Desta forma, utilizou-se do teste ADF obtendo-se um p-valor de 0,01693, estatisticamente corroborando-se que se trata de uma série estacionária. As variações a maior e a menor representam ajustes contábeis e não influenciam na média da série.

Porquanto, um processo ARMA tenderia a ser suficiente para a previsão, entretanto o modelo integrado apresentou menor BIC, sendo utilizado. Qual seja:

Tabela 28 : ARIMA (2,1,1) com tendência - FOPAG

| | ar1 | ar2 | ma1 | drift | |
|----------------------|------------|------------|------------|--------------|--------|
| Coefficientes | -0,6638 | -0,1293 | -0,9182 | 0,0213 | |
| s.e. | 0,1427 | 0,1576 | 0,0784 | 0,0054 | |
| Variância | 0,7023 | Log L | -87,84 | BIC | 169,99 |

$$(1 + 0,6638L)(1 + 0,1293L)Y_t = 0,0213 + (1 - 0,9182L)\varepsilon_t \quad (15)$$

Tabela 29 : Testes de hipóteses

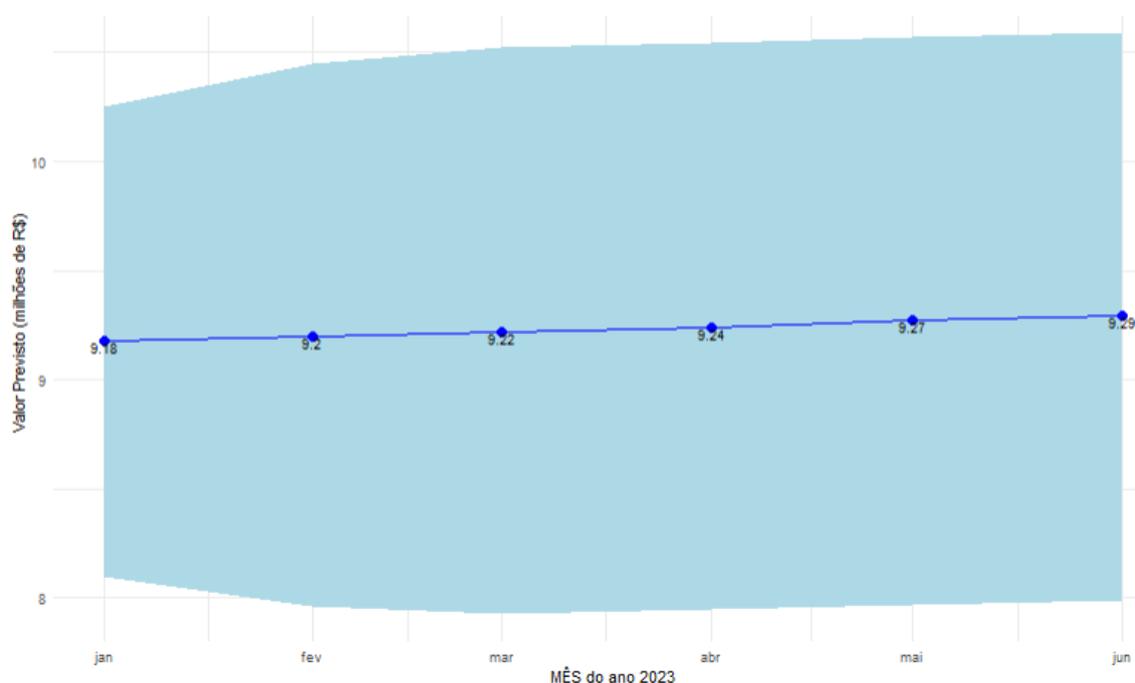
| Teste | Estatística | Valor | Conclusão |
|----------------------|-------------|--------|---|
| Jarque-Bera | p-valor | 0,1925 | Resíduos do modelo se distribuem como uma Normal |
| Ljung-Box | p-valor | 0,1374 | Não há evidências de autocorrelação entre os resíduos do modelo |
| Breusch-Pagan | p-valor | 0,3378 | Resíduos do modelo são homocedásticos |

Desta forma, utilizando-se a função “*Forecast*” do R, foi possível prever a série da FOPAG seis passos adiante, bem como o respectivo intervalo de confiança:

Tabela 30 : previsão - FOPAG

| Data | Limite inferior do IC (em milhões de R\$) | Valor previsto (em milhões de R\$) | Limite superior do IC (em milhões de R\$) |
|---------------|--|---------------------------------------|--|
| jan/23 | 8,11 | 9,18 | 10,26 |
| fev/23 | 7,96 | 9,20 | 10,45 |
| mar/23 | 7,93 | 9,22 | 10,52 |
| abr/23 | 7,95 | 9,24 | 10,55 |
| mai/23 | 7,97 | 9,27 | 10,57 |
| jun/23 | 7,99 | 9,29 | 10,59 |

Figura 13 : FOPAG – previsão e IC



Em confronto aos valores observados no ano de 2023:

Tabela 31 : Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – FOPAG (em milhões de R\$)

| Período | Valor observado | Intervalo previsto pelo Modelo |
|--------------|-----------------|--------------------------------|
| 1º Trimestre | 28,42 | De 24,62 a 31,23 |
| 1º Semestre | 57,62 | De 47,92 a 62,94 |

Em específico em relação à FOPAG, registre-se que ao se comparar somente os valores previstos pelo modelo, independentes dos IC, com os valores observados para o 1º trimestre e para o 1º semestre de 2023, obtiveram-se **erros de previsão ínfimos**, respectivamente, de **2,82% e 3,79 %**:

Tabela 32 : Comparação entre valores observados e previstos - FOPAG (em milhões de R\$)

| Período | Valor previsto pelo modelo | Valor observado |
|--------------|----------------------------|-----------------|
| 1º Trimestre | 27,62 | 28,42 |
| 1º Semestre | 55,43 | 57,62 |

5.6. Indenizações médico-hospitalares (IMH)

Com base nos dados originais coletados, segue representação gráfica das receitas provenientes das IMH e sua estatística básica:

Figura 14 : IMH (em milhões de R\$)



Tabela 33 : Estatística básica

| Mínimo | Quantil.25. | Mediana | Quantil.75. | Máximo | Média |
|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------|--------------|
| 2,23 | 3,31 | 4,19 | 4,91 | 6,28 | 4,16 |
| | Variância | Desvio Padrão | Assimetria | Curtose | |
| | 1,10 | 1,05 | -0,01 | -0,94 | |

Observando-se graficamente a série das IMH, não há um padrão funcional ou uma característica observável tal qual a estacionariedade, o que é razoável frente à característica das receitas, que ocorrem mediante demandas imprevisíveis por serviços hospitalares. Por conseguinte, no intuito de verificar estatisticamente se alguma modelagem poderia ser interessante para sua previsão, investigou a pesquisa um modelo ARIMA, qual seja:

Tabela 34 : ARIMA (0,1,1) com tendência – IMH

| | mal | drift |
|----------------------|------------|--------------|
| Coefficientes | -0,5511 | 0,0482 |
| s.e. | 0,0961 | 0,0308 |
| Variância | 0,3328 | |
| Log L | -60,85 | |
| BIC | 134,49 | |

$$Y_t = 0,0482 + (1 - 0,5511L)\varepsilon_t \quad (16)$$

Tabela 35 : Testes de hipóteses

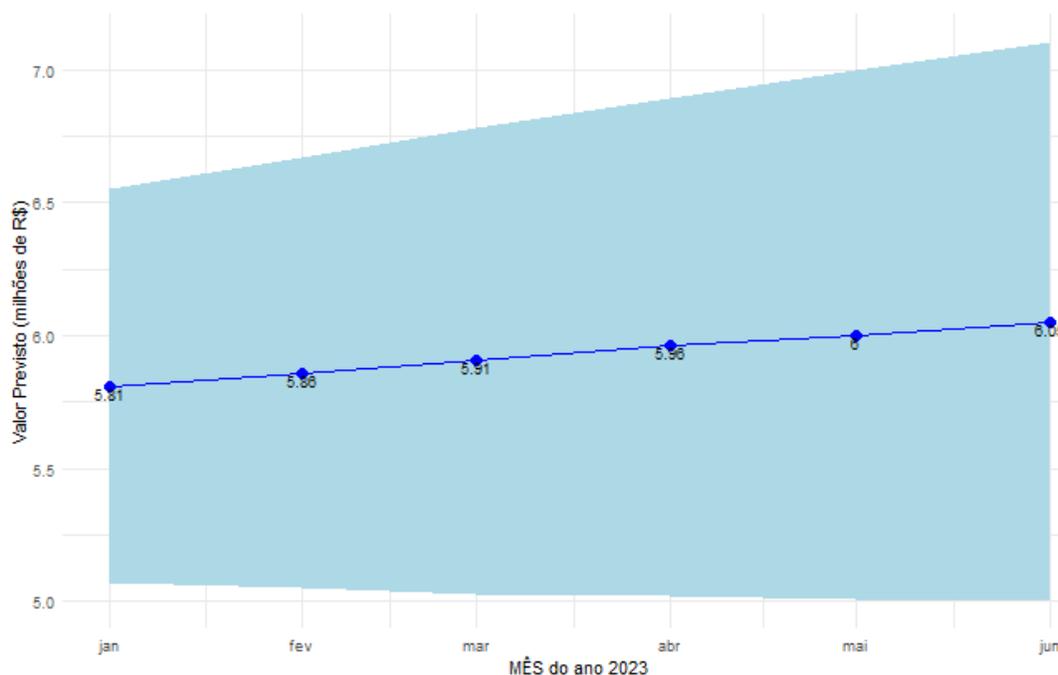
| Teste | Estatística | Valor | Conclusão |
|----------------------|--------------------|--------------|--|
| Jarque-Bera | p-valor | 2,825E-10 | Não há evidências de que os resíduos do modelo se distribuem como uma Normal |
| Ljung-Box | p-valor | 0,5493 | Não há evidências de autocorrelação entre os resíduos do modelo |
| Breusch-Pagan | p-valor | 0,7619 | Resíduos do modelo são homocedásticos |

Desta forma, entendendo-se como limitação da modelagem, dada sua imprevisibilidade inerente, no sentido de não haver evidências da distribuição normal dos resíduos, utilizando-se a função “*Forecast*” do R, foi possível prever a série IMH seis passos adiante, bem como o respectivo intervalo de confiança, conforme abaixo:

Tabela 36 : previsão - IMH

| Data | Limite inferior do IC (em milhões de R\$) | Valor previsto (em milhões de R\$) | Limite superior do IC (em milhões de R\$) |
|---------------|--|---|--|
| jan/23 | 5,08 | 5,81 | 6,55 |
| fev/23 | 5,05 | 5,86 | 6,67 |
| mar/23 | 5,04 | 5,92 | 6,78 |
| abr/23 | 5,02 | 5,96 | 6,89 |
| mai/23 | 5,01 | 6,00 | 7,00 |
| jun/23 | 5,00 | 6,05 | 7,10 |

Figura 15 : IMH – previsão e IC



Em confronto aos valores observados no ano de 2023:

Tabela 37 : Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – IMH (em milhões de R\$)

| Período | Valor observado | Intervalo previsto pelo Modelo |
|----------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1º Trimestre | 15,76 | De 15,17 a 20,02 |
| 1º Semestre | 33,48 | De 30,22 a 41,02 |

Em específico em relação à IMH, registre-se que ao se comparar somente os valores previstos pelo modelo, independentes dos IC, com os valores observados para o 1º trimestre e para o 1º semestre de 2023, obtiveram-se **erros de previsão**,

respectivamente, de **11,64%** e **6,40%**:

Tabela 38 : Comparação entre valores observados e previstos - IMH (em milhões de R\$)

| Período | Valor previsto pelo modelo | Valor observado |
|----------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1º Trimestre | 17,59 | 15,76 |
| 1º Semestre | 35,62 | 33,48 |

5.7. Serviços e vendas diversos

Com base nos dados originais coletados, segue representação gráfica das receitas provenientes da taxa de ocupação de imóveis, aqui chamada de série SV e sua estatística básica:

Figura 16 : SV (em milhões de Reais)



Tabela 39 : Estatística básica - SV

| | | | | | |
|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------|--------------|
| Mínimo | Quantil.25. | Mediana | Quantil.75. | Máximo | Média |
| 1,24 | 2,52 | 2,73 | 2,98 | 3,59 | 2,72 |
| | Variância | Desvio Padrão | Assimetria | Curtose | |
| | 0,18 | 0,42 | -0,83 | 5,29 | |

Observando-se graficamente a série SV, não há um padrão funcional ou uma característica observável tal qual a estacionariedade, o que é razoável frente à característica das receitas, que ocorrem mediante demandas imprevisíveis por serviços e

produtos comercializados pela MB. Por conseguinte, no intuito de verificar estatisticamente se alguma modelagem poderia ser interessante para sua previsão, investigou a pesquisa uma modelo ARIMA, o qual não retornou coeficientes autoregressivos ($p = 0$) ou de média móvel ($q = 0$), capturando apenas a necessidade de uma diferenciação para a estacionariedade da série ($d = 1$), o que corrobora estatisticamente a imprevisibilidade da receita ora tratada.

Desta forma, a modelagem de previsão de acordo com as informações apresentadas, por meio da função “*Forecast*” do R, retorna como previsão o último dado observado da série e, com base em sua dispersão, estima o IC:

Tabela 40 : previsão - SV

| Data | Limite inferior do IC (em milhões de R\$) | Valor previsto (em milhões de R\$) | Limite superior do IC (em milhões de R\$) |
|---------------|--|---|--|
| jan/23 | 2,80 | 3,09 | 3,39 |
| fev/23 | 2,68 | 3,09 | 3,51 |
| mar/23 | 2,58 | 3,09 | 3,60 |
| abr/23 | 2,50 | 3,09 | 3,68 |
| mai/23 | 2,43 | 3,09 | 3,75 |
| jun/23 | 2,37 | 3,09 | 3,82 |

Em confronto aos valores observados no ano de 2023:

Tabela 41 : Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – SV (em milhões de R\$)

| Período | Valor observado | Intervalo previsto pelo Modelo |
|----------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1º Trimestre | 9,87 | De 8,06 a 10,51 |
| 1º Semestre | 19,41 | De 15,37 a 21,77 |

5.8. Taxa de ocupação de imóveis

Com base nos dados originais coletados, segue representação gráfica das receitas provenientes da taxa de ocupação de imóveis, aqui chamada de série TXOCUP e sua estatística básica:

Figura 17 : TXOCUP (em milhões de Reais)

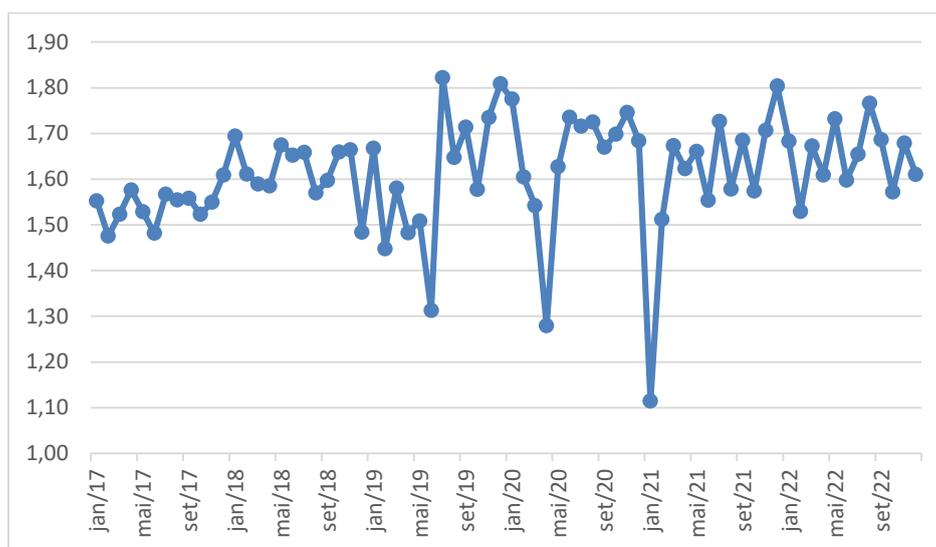


Tabela 42 : Estatística básica - TXOCUP

| Mínimo | Quantil.25. | Mediana | Quantil.75. | Máximo | Média |
|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------|--------------|
| 1,11 | 1,55 | 1,61 | 1,68 | 1,82 | 1,61 |
| | Variância | Desvio Padrão | Assimetria | Curtose | |
| | 0,01 | 0,12 | -1,34 | 6,76 | |

Observando-se graficamente a série TXOCUP e tendo em mente que no caso concreto trata-se de uma receita estável, ou seja, é cobrada de ocupantes de Próprios Nacionais Residenciais, por exemplo, em folha de pagamento, não se esperaria variações tão abruptas como as apresentadas em maio, junho e julho de 2019; abril de 2020 e janeiro de 2021. Entende a pesquisa que tais variações se devem a processos de escrituração contábil, e devem ser levadas em conta tendo por intuito prever receitas mensais, mas já assume de antemão também a pesquisa que uma previsão acumulada para o trimestre ou semestre, considerando o intervalo de confiança, que tende a ser mais amplo dadas as variações anômala é mais razoável dada a disposição dos dados.

Porquanto, buscando-se a melhor modelagem para a previsão de valores futuros da série, chegou-se ao modelo ARIMA (1,0,0), o qual retornou como previsão uma constância futura da série em torno da média, e um intervalo de confiança mais dilatado para o limite inferior, entendendo que há a possibilidade de ocorrência imprevista de valores a menor em meses específicos. Por parcimônia, a pesquisa opou pelo intervalo de confiança de 95%, somente em relação ao limite inferior, dada a assimetria negativa, ou

seja, grande parte de dados concentrados abaixo da média, diferente do que vinha fazendo até aqui, quando utilizava o de 80% para ambos os limites, mais arrojado:

Tabela 43 : ARIMA (1,0,0) - TXOCUP

| | ar1 | média |
|----------------------|------------|--------------|
| Coefficientes | 0,1841 | 1,6116 |
| s.e. | 0,1151 | 0,0166 |
| Variância | 0,01365 | |
| Log L | 53,43 | |
| BIC | 94,03 | |

$$(1 - 0,1841L)Y_t = 1,6116 + \varepsilon_t \quad (17)$$

Em relação ao ajuste do modelo mediante testes de hipóteses, chegou-se à conclusão de que os resíduos não se distribuem de forma normal, o que não indica um bom ajuste de modelo. Ainda assim, assumindo-se tal limitação, foram previstos por meio da função “*Forecast*” do R, dispensando aqui a pesquisa a representação gráfica:

Tabela 44: previsão - TXOCUP

| Data | Limite inferior do IC – 95% (em milhões de R\$) | Valor previsto (em milhões de R\$) | Limite superior do IC - 80% (em milhões de R\$) |
|---------------|--|---|--|
| jan/23 | 1,38 | 1,61 | 1,76 |
| fev/23 | 1,38 | 1,61 | 1,76 |
| mar/23 | 1,38 | 1,61 | 1,76 |
| abr/23 | 1,38 | 1,61 | 1,76 |
| mai/23 | 1,38 | 1,61 | 1,76 |
| jun/23 | 1,38 | 1,61 | 1,76 |

Em confronto aos valores observados no ano de 2023:

Tabela 45 : Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – TXOCUP (em milhões de R\$)

| Período | Valor observado | Intervalo previsto pelo Modelo |
|----------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1º Trimestre | 4,16 | De 4,14 a 5,26 |
| 1º Semestre | 8,64 | De 8,28 a 10,55 |

5.9. Adicional de frete para a marinha mercante (AFRMM)

Com base nos dados originais coletados, segue representação gráfica das receitas provenientes do AFRMM e sua estatística básica:

Figura 18 : AFRMM (em milhões de R\$)



Tabela 46 : Estatística básica - AFRMM

| Mínimo | Quantil.25. | Mediana | Quantil.75. | Máximo | Média |
|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------|--------------|
| 0,281 | 0,84 | 1,05 | 1,58 | 4,53 | 1,42 |
| | Variância | Desvio Padrão | Assimetria | Curtose | |
| | 0,9801 | 0,99 | 1,61 | 4,74 | |

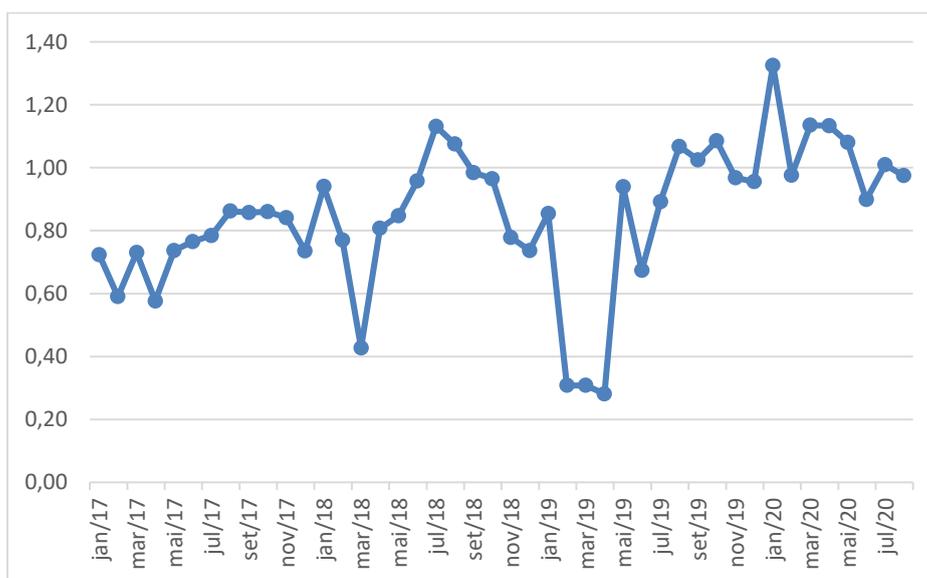
Observando-se graficamente a série do AFRMM, chama a atenção o período que coexiste com a pandemia da COVID-19, que sabidamente elevou os valores de frete em geral, no mundo, o que intuitivamente se entende que levou ao aumento dos valores recolhidos pelo AFRMM. Entretanto, a pesquisa não identificou uma série temporal observável que capturasse apenas a influência sobre os fretes marítimos, buscando um eventual modelo multivariado. Por exemplo, a inflação brasileira não seria uma série de interesse pois sofreu influências diversas, nem todas que viessem a interferir em preços de fretes oriundos, inclusive, do exterior. Resultado desta tentativa foi uma Granger-

causalidade significativa porém inversa, como se o AFRMM precedesse a série de inflação brasileira, o que também não é razoável do ponto de vista econômico.

Desta forma, entendendo a pesquisa que a pandemia foi um choque sobre os valores da série, a pesquisa se utilizou da função “*breakpoints*” do R, que utiliza o método da minimização da soma de quadrados para identificar pontos de quebra em uma série temporal, ajustando modelos diferentes para segmentos consecutivos da série temporal e avaliando estatisticamente se há uma mudança significativa na estrutura da série. O algoritmo procura os pontos de quebra que minimizam a soma dos quadrados dos resíduos.

Desta forma, estatisticamente foi identificado que a quebra estrutural da série ocorreu no mês de set/20, de forma que a pesquisa decidiu por assumir que o último período da janela de estimação da modelagem foi o mês de ago/2020, mantendo-se como janela de previsão o primeiro semestre de 2023. Desta forma:

Figura 19 : AFRMM corrigido (em milhões de R\$)



Obteve-se por modelo um MA(1), de equação $Y_t = (1 - 0,3714L)\varepsilon_t$ (18). Em relação ao ajuste do mesmo mediante testes de hipóteses, chegou-se à conclusão de que os resíduos não se distribuem de forma normal, o que não indica um bom ajuste, posto também que a série foi adaptada, reduzindo-se consideravelmente a janela de estimação. Ainda assim, assumindo-se tal limitação, por meio da função “*Forecast*” do R, obtém-se a seguinte previsão:

Tabela 47 : previsão - AFRMM

| Data | Limite inferior do IC (em milhões de R\$) | Valor previsto (em milhões de R\$) | Limite superior do IC (em milhões de R\$) |
|---------------|--|---|--|
| jan/23 | 0,737 | 0,982 | 1,228 |
| fev/23 | 0,692 | 0,982 | 1,272 |
| mar/23 | 0,654 | 0,982 | 1,311 |
| abr/23 | 0,619 | 0,982 | 1,345 |
| mai/23 | 0,588 | 0,982 | 1,377 |
| jun/23 | 0,559 | 0,982 | 1,405 |

Em confronto aos valores observados no ano de 2023:

Tabela 48 : Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – AFRMM (em milhões de R\$)

| Período | Valor observado | Intervalo previsto pelo Modelo |
|----------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1º Trimestre | 2,35 | De 2,08 a 3,81 |
| 1º Semestre | 4,55 | De 3,85 a 7,94 |

5.10. Outras receitas

Com base nos dados originais coletados, segue representação gráfica das receitas provenientes das demais do FN, aqui chamada OUTRAS; e sua estatística básica:

Figura 20 : OUTRAS (em milhões de R\$)

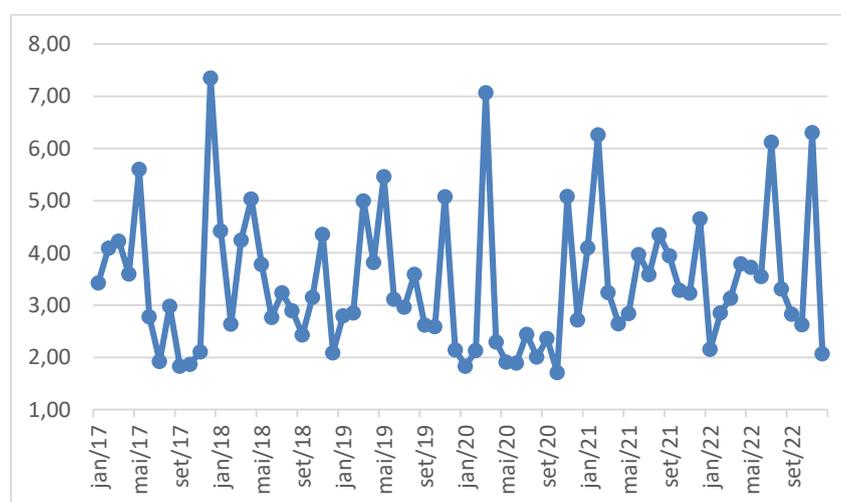


Tabela 49 : Estatística básica - OUTRAS

| Mínimo | Quantil.25. | Mediana | Quantil.75. | Máximo | Média |
|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------|--------------|
| 1,71 | 2,56 | 3,15 | 4,10 | 7,35 | 3,43 |
| | Variância | Desvio Padrão | Assimetria | Curtose | |
| | 1,70 | 1,30 | 1,04 | 3,68 | |

Observando-se graficamente a série OUTRAS, buscou-se investigar uma possível estacionariedade da série, confirmada estatisticamente pelo teste ADF, obtendo-se um p-valor de 0,01. Registre-se que a volatilidade da série se dá pela grande variabilidade mês a mês das seguintes receitas: Taxa de inscrição em concursos e processos seletivos; alienação de outros bens móveis, que não veículos e embarcações; multas do Regulamento da Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário; e Outras indenizações.

Em relação ao ajuste de um modelo ARIMA, mediante testes de hipóteses, chegou-se à conclusão de que os resíduos não se distribuem de forma normal, o que não indica um bom ajuste. Ainda assim, assumindo-se tal limitação, por meio da função “*Forecast*” do R, retorna como previsão o último dado observado da série e, com base em sua dispersão, estima o IC:

Tabela 50 : previsão - OUTRAS

| Data | Limite inferior do IC (em milhões de R\$) | Valor previsto (em milhões de R\$) | Limite superior do IC (em milhões de R\$) |
|---------------|--|---|--|
| jan/23 | 1,76 | 3,43 | 5,10 |
| fev/23 | 1,76 | 3,43 | 5,10 |
| mar/23 | 1,76 | 3,43 | 5,10 |
| abr/23 | 1,76 | 3,43 | 5,10 |
| mai/23 | 1,76 | 3,43 | 5,10 |
| jun/23 | 1,76 | 3,43 | 5,10 |

Em confronto aos valores observados no ano de 2023:

Tabela 51 : Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – OUTRAS (em milhões de R\$)

| Período | Valor observado | Intervalo previsto pelo Modelo |
|----------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1º Trimestre | 13,68 | De 5,28 a 15,31 |
| 1º Semestre | 25,12 | De 10,56 a 30,61 |

5.11. Previsão da série geral do FN

Utilizando-se o modelo ARIMA adaptável à Série Geral do FN, conforme Tabela 6, por meio da função “*Forecast*” do R, obteve-se a seguinte previsão:

Tabela 52 : Previsão – Série Geral do FN

| Data | Limite inferior do IC (milhões de R\$) | Valor previsto (milhões de R\$) | Limite superior do IC (milhões de R\$) |
|--------|---|------------------------------------|---|
| jan/23 | 96,11 | 100,37 | 104,62 |
| fev/23 | 94,93 | 99,43 | 103,93 |
| mar/23 | 95,43 | 100,16 | 104,89 |
| abr/23 | 95,71 | 100,66 | 105,61 |
| mai/23 | 97,88 | 103,05 | 108,21 |
| jun/23 | 95,64 | 101,01 | 106,38 |

Tabela 53 : Testes de Hipóteses

| Teste | Estatística | Valor | Conclusão |
|---------------|-------------|-------|--|
| Jarque-Bera | p-valor | 0,66 | Resíduos do modelo se distribuem como uma Normal |
| Ljung-Box | p-valor | 0,43 | Não há evidências de autocorrelação nos resíduos do modelo |
| Breusch-Pagan | p-valor | 0,51 | Resíduos do modelo são homocedásticos |

Figura 21 : Série Geral do FN – previsão e IC

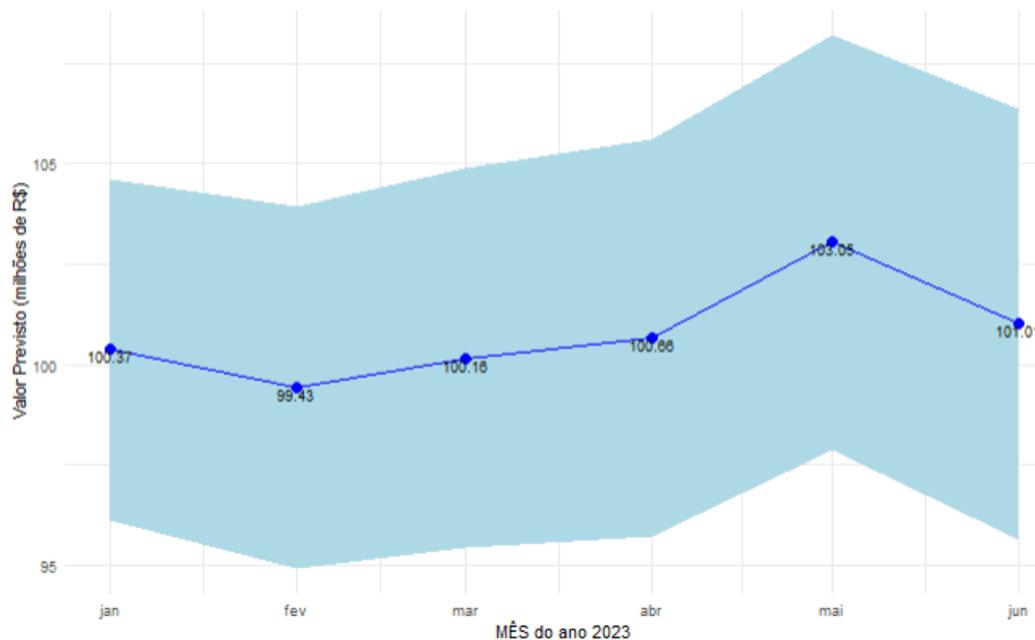


Tabela 54 : Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – Série Geral do FN (em milhões de R\$)

| Valor observado | Intervalo previsto pelo Modelo |
|------------------------|---------------------------------------|
| 316,26 | De 286,48 a 313,43 |
| 635,12 | De 575,72 a 633,63 |

Ao se comparar somente os valores previstos pelo modelo da Série Geral do FN, independentes dos IC, com os valores observados para o 1º trimestre e para o 1º semestre de 2023, obtiveram-se **erros de previsão discretos em percentual, mas elevados em valores absolutos (em Reais)**, respectivamente, de **5,16% e 4,79%**:

Tabela 55 : Comparação entre valores observados e previstos - Série Geral do FN (em milhões de R\$)

| Período | Valor previsto pelo modelo | Valor observado |
|----------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1º Trimestre | 299,96 | 316,26 |
| 1º Semestre | 604,68 | 635,12 |

5.12. Previsão do modelo aditivo (somatório das previsões individuais das séries componentes do FN)

Tabela 56 : Comparação entre valores observados e previstos (no IC) – Série Geral do FN (Modelo aditivo), em milhões de R\$

| Período | Valor observado | Intervalo previsto pelo Modelo |
|----------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1º Trimestre | 316,26 | De 263,68 a 347,46 |
| 1º Semestre | 635,12 | De 490,77 a 742,98 |

Tabela 57 : Comparação entre valores observados e previstos - Série Geral do FN (Modelo aditivo), em milhões de R\$

| Período | Valor previsto pelo modelo | Valor observado |
|----------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1º Trimestre | 305,40 | 316,26 |
| 1º Semestre | 616,65 | 635,12 |

6. CONCLUSÕES

Esta pesquisa se propôs a alcançar seu objetivo por intermédio de resposta ao seguinte problema de pesquisa: identificar a melhor modelagem econométrica que permita previsibilidade acurada das receitas futuras do Fundo Naval.

Por premissa assumiu que um modelo chamado de aditivo, ou seja, que correspondesse ao somatório das previsões de modelos econométricos individuais de melhor ajuste a cada série que compõe o FN, seria mais preciso que uma modelagem específica que explicasse toda a série geral do FN. A mesma foi confirmada, conforme Tabela que se segue, registrando-se também que pelo fim a que se destina, o modelo aditivo já apresenta como vantagem inerente possuir uma previsão individual de cada série, o que tem destacada importância para a DFM, a qual tem interesse em previsões individuais e conjuntas:

Tabela 58 : Comparação entre valores observados e previstos entre modelagens, em milhões de Reais

| Período | Valor observado | Previsão do modelo aditivo | Previsão do modelo da série geral do FN |
|----------------|------------------------|---------------------------------------|--|
| 1º Trimestre | 316,26 | 305,40 | 299,96 |
| 1º Semestre | 635,12 | 616,65 | 604,68 |

Os erros médios de previsão em ambas as modelagens são extremamente discretos em ambos os casos (não superiores a 5,16%). Em específico quanto ao modelo aditivo, foco desta pesquisa, obteve erros médios de previsão de 3,43% no 1º trimestre de 2023 e 2,89% no 1º semestre de 2023. Em valores absolutos, em milhões de Reais, o modelo aditivo obteve um erro de previsão de 10,86 no 1º Trimestre de 2023 e de 18,46 no 1º Semestre de 2023, contra erros do modelo geral de, respectivamente, 16,57 e 30,44.

Registre-se como limitação da pesquisa que as séries as quais, por sua própria imprevisibilidade inerente, tiveram modelagens que não obedeceram na totalidade aos testes de hipóteses que caracterizam um modelo de previsão como bem ajustado aos dados disponíveis.

A previsão do modelo aditivo, considerado o intervalo de confiança, circunscreveu os valores observados em ambos os períodos da janela de previsão (1º

trimestre e semestre de 2023), o que também ocorreu na modelagem de cada série, individualmente.

Destaque seja feito à previsão do modelo aditivo em relação a 83% do total de receitas do FN (séries FUSMA, TUF, RDB e FOPAG), obtendo um erro médio de previsão de 3,76% (incluindo-se um erro de previsão de 9,52% na série RDB, o que era esperado dada sua natural volatilidade) no 1º Trimestre de 2023; e de 3,67% (incluindo-se um erro de previsão de 9,65% na série RDB, também esperado) no 1º Semestre de 2023.

Dado todo o exposto, a pesquisa julga ter logrado significativo êxito em seu intento de solução do problema proposto.

Como sugestão, esta pesquisa pode ser estendida em futuros trabalhos envolvendo metodologias relacionadas ao campo da inteligência artificial. O uso de redes neurais, hoje muito difundido, pode capturar comportamentos não lineares entre as variáveis envolvidas. Em um primeiro momento pode se fazer uso das redes supervisionadas com backpropagation. Posteriormente, pode-se usar as redes Long Short-Term Memory (LSTM), que possuem maior capacidade preditiva.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Decreto-Lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967. Dispõe sobre a organização da Administração Federal, estabelece diretrizes para a Reforma Administrativa e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 mar. 1967

BRASIL. Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999. Dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jun. 1999.

BRASIL. Lei Complementar nº 136, de 25 de agosto de 2010. Altera a Lei Complementar no 97, de 9 de junho de 1999, que "dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas", para criar o Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas e disciplinar as atribuições do Ministro de Estado da Defesa.

BRASIL. Decreto nº 20.923, de 8 de janeiro de 1932. Institui o Fundo Naval.

BRASIL. Decreto nº 46.429, de 14 de julho de 1959. Aprova o Regulamento para o Fundo Naval.

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, Brasília, DF, 5 maio 2000.

BRASIL. Medida Provisória nº 2.215-10, de 31 de agosto de 2001. Dispõe sobre a remuneração dos militares das Forças Armadas; altera as Leis nº 3.765, de 4 de maio de 1960, nº 4.375, de 17 de agosto de 1964, nº 5.025, de 10 de junho de 1966, nº 9.624, de 2 de abril de 1998, e nº 9.796, de 5 de maio de 1999, e dá outras providências.

BRASIL. Decreto nº 92.512, de 2 de agosto de 1986. Regulamenta o Fundo de Saúde da Marinha.

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.023, de 21 de outubro de 1969. Dispõe sobre a tarifa de utilização de faróis e dá outras providências.

BRASIL. Decreto-Lei nº 2.404, de 23 de dezembro de 1987. Dispõe sobre o adicional de frete para renovação da marinha mercante, disciplinado pela Lei nº 10.893, de 13 de julho de 2004.

Normas para Assistência Médico-Hospitalar na MB - DGPM-401

BRASIL. Lei nº 9.656, de 3 de junho de 1998. Dispõe sobre os planos e seguros privados de assistência à saúde.

BRASIL. Decreto nº 33.195, de 24 de setembro de 1953. Aprova o Regulamento para a Diretoria de Portos e Costas da Marinha.

BRASIL. Decreto nº 980, de 27 de outubro de 1993. Dispõe sobre a cessão de uso e a administração de imóveis residenciais de propriedade da União a agentes políticos e servidores públicos federais, e dá outras providências.

FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®. São Paulo: Elsevier Brasil, 2017.

MORETTIN, Pedro Alberto; TOLOI, Clélia Maria de Castro. Análise de séries temporais. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. Econometria básica-5. Amgh Editora, 2011.

GREENE, William H. Econometric Analysis. 8. ed. Pearson, 2018.

BOX, George E. P.; JENKINS, Gwilym M. Time Series Analysis: Forecasting and Control. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological)*, Vol. 32, No. 2, pp. 169-220, 1970.

POKORNY, Michael. An Introduction to Econometrics. Nova York: Basil Blackwell, 1987. 343 p.

DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, No. 366a, pp. 427-431, 1979.

JARQUE, Carlos M.; BERA, Anil K. Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*, Vol. 6, No. 3, pp. 255-259, 1980.

LJUNG, Greta M.; BOX, George E. P. On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models. *Biometrika*, Vol. 65, No. 2, pp. 297-303, 1978.

BREUSCH T. S., & Pagan, A. R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 47(5), 1287–1294.

GRANGER, Clive W. J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, Vol. 37, No. 3, pp. 424-438, jul. 1969.

SIMS, Christopher A. Macroeconomics and Reality. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, Vol. 48, No. 1, pp. 1-48, 1980.

AKAIKE, Hirotugu. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol. 19, No. 6, pp. 716-723, dez. 1974.

SCHWARZ, Gideon. Estimating the Dimension of a Model. *The Annals of Statistics*, Vol. 6, No. 2, pp. 461-464, 1978.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. Metodologia do Trabalho Científico. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

Marinha do Brasil (2024). “Fundo de Saúde da Marinha (FUSMA)”; “Tarifa de Utilização de Faróis (TUF)”. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/content/fusma>. Acesso em: 1 de fevereiro de 2024.

Banco Central do Brasil. (2024). "Taxa selic". Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/>. Acesso em: 1 de fevereiro de 2024.

Investing.com. (2024). "Câmbio Real-dólar americano". Disponível em: <https://www.investing.com/>. Acesso em: 1 de fevereiro de 2024.