



ESCOLA NAVAL



ta sãntõr bñ-fairr

Diogo Miguel Rodrigues Rocha

Modelo de Previsão de Efetivos, Ingressos e
Atrição na Marinha a Longo Prazo

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências Militares Navais, na especialidade de Marinha



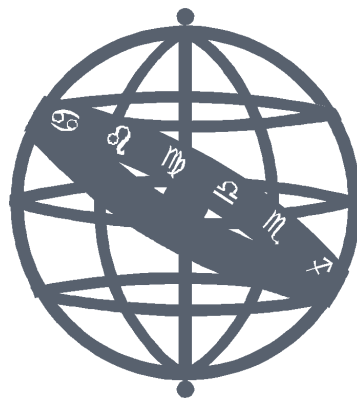
Alfeite

2025



ESCOLA NAVAL

talant de bi-faire



Diogo Miguel Rodrigues Rocha

*Modelo de Previsão de Efetivos, Ingressos e Atrição na
Marinha a Longo Prazo*

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências Militares Navais, na especialidade de Marinha

Orientação de: CTEN TSN-EIO Rui Pedro Gonçalves de Deus

Co-orientação de: STEN TN (EIO) Inês Mendes Coelho

O Aluno Mestrando,

O Orientador,

Diogo Rocha

Rui Gonçalves de Deus

Alfeite

2025

”Hear this, young men and women everywhere, and proclaim it far and wide. The earth is yours and the fullness thereof. Be kind, but be fierce. You are needed now more than ever before. Take up the mantle of change. For this is your time.”

–Sir Winston Churchill

Ao meu avô, por me ter demonstrado o que significa ser um homem.
À minha família, por me apoiarem e contribuírem para a pessoa em que me tornei.
À Margarida, por seres quem és e pelas boas memórias que temos construído
juntos.

Agradecimentos

Inevitavelmente, chega sempre o momento em que cada um de nós tem de decidir quem quer ser e mover-se nessa direção ou, em alternativa, deixar que a vida decida por si. Desde cedo assumi a decisão de querer servir na Marinha e encontrei na Escola Naval uma instituição nobre, dedicada à formação de homens e mulheres ao serviço do país. Concluir o meu percurso nesta casa representa, sem dúvida, um marco tanto no plano profissional como no pessoal, que levarei comigo até ao fim da minha vida. As pessoas que aqui conheci e as experiências que vivi foram determinantes para o homem em que hoje espero ser, e sinto ser meu dever expressar a mais sincera gratidão a todos os que contribuíram para que este caminho fosse possível.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Capitão-Tenente TSN-EIO Gonçalves de Deus, meu orientador, pela orientação que deu ao meu trabalho e pelas valiosas aprendizagens que me transmitiu ao longo deste ano. O meu reconhecimento estende-se igualmente à STEN TN (EIO) Inês Mendes Coelho, minha coorientadora, pela paciência, pelos conselhos e pela ajuda constante no desenvolvimento deste projeto. Sem o vosso apoio, nada disto teria sido possível.

A minha profunda gratidão a todos os elementos da DAGI, pelo espírito de camaradagem e apoio constante. Uma palavra especial para a STEN TN (MAT) Joana Ogura, cujos contributos e sugestões foram de enorme valor para o desenvolvimento deste trabalho, ajudando-me a ultrapassar dificuldades e a enriquecer a análise apresentada. Da mesma forma, não posso deixar de agradecer aos restantes elementos da DAI, que com a sua dedicação e boa disposição contribuem de forma essencial para o excelente ambiente que se vive diariamente nesta Direção.

Estendo igualmente o meu agradecimento a todos os elementos da Escola Naval e das diversas Unidades por onde passei ao longo do meu percurso académico. Estou convicto de que, através do exemplo que diariamente demonstram no desempenho das suas funções, são uma fonte constante de ensino e inspiração para todos os que os rodeiam.

Quero também deixar uma palavra especial aos meus amigos de longa data e aos meus camaradas de curso. A amizade, o apoio e os momentos partilhados criaram memórias que guardarei para sempre.

Não poderia deixar de expressar a minha eterna gratidão à minha família — à minha mãe, à minha avó e à minha irmã — que, com inúmeros sacrifícios, sempre me apoiaram para que pudesse chegar onde hoje me encontro. Espero, um dia, conseguir retribuir tudo o que fizeram por mim. Um agradecimento igualmente sentido à minha namorada, pela paciência, pelos conselhos certos, pela motivação constante e por garantir que nunca perdesse o foco nos meus objetivos.

A todos aqueles que tiveram e continuam a ter um papel na minha formação enquanto profissional, militar e, acima de tudo, enquanto pessoa, deixo o meu mais profundo agradecimento.

Muito obrigado a todos.

Resumo

A presente dissertação tem como propósito desenvolver uma ferramenta de apoio à decisão, focada na gestão dos ingressos de forma a atingir um objetivo de quadros futuro pré-definido, contribuindo para uma gestão previsional de pessoas mais eficaz na Marinha Portuguesa (MP). A gestão do pessoal neste contexto assume-se como um desafio particularmente complexo, dada a dinâmica dos fluxos de entrada e saída, a elevada especialização exigida, a evolução do mercado de trabalho e as limitações impostas pelo enquadramento legal e organizacional.

Para responder a este desafio, foi realizada uma análise detalhada dos dados históricos do Sistema Integrado de Informação do Pessoal (SIIP), abordando as categorias de Oficiais, Sargentos e Praças, com especial foco na atrição, passagens à reserva e transições entre categorias. Esta análise visou estimar a evolução futura destes fenómenos num horizonte temporal de 40 anos. Foram testados e comparados diferentes modelos estatísticos de séries temporais (ARIMA, NNAR e Prophet) e, posteriormente, integrada uma solução de otimização através de programação linear. Este modelo foi implementado numa aplicação em ambiente MATLAB, capaz de calcular, de forma automática, os ingressos anuais necessários para assegurar os objetivos definidos para cada categoria e classe de pessoal.

Os resultados obtidos demonstram que a aplicação proposta constitui um instrumento útil e eficaz para apoiar a definição de políticas de recrutamento e de gestão previsional de quadros na Marinha Portuguesa. Para além de melhorar a capacidade de planeamento a longo prazo, este trabalho contribui para a modernização dos processos de gestão de pessoas, oferecendo simultaneamente uma base analítica sólida e uma ferramenta prática de apoio à decisão.

Palavras-chave: Gestão de Pessoas, Fluxo de Pessoal, Programação Linear, Séries Temporais, Modelo de Otimização

Abstract

The purpose of this dissertation is to develop a decision support tool focused on managing recruitment in order to achieve a predefined future staffing goal, contributing to more effective provisional personnel management in the Portuguese Navy (MP). Personnel management in this context is a particularly complex challenge, given the dynamics of inflows and outflows, the high level of specialization required, the evolution of the labor market, and the limitations imposed by the legal and organizational framework.

To respond to this challenge, a detailed analysis of historical data from the Integrated Personnel Information System (SIIP) was carried out, covering the categories of Officers, Sergeants, and Enlisted Personnel, with a special focus on attrition, transfers to the reserve, and transitions between categories. This analysis aimed to estimate the future evolution of these phenomena over a 40-year time horizon. Different statistical time series models (ARIMA, NNAR, and Prophet) were tested and compared, and an optimization solution was subsequently integrated through linear programming. This model was implemented in a MATLAB application capable of automatically calculating the annual intake required to ensure the objectives defined for each category and class of personnel.

The results obtained demonstrate that the proposed application is a useful and effective tool to support the definition of recruitment and forward-looking management policies for senior staff in the Portuguese Navy. In addition to improving long-term planning capacity, this work contributes to the modernization of people management processes, while offering a solid analytical basis and a practical decision-making support tool.

Keywords: People Management, Personnel Flow, Linear Programming, Time Series, Optimization Model

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Pertinência do Tema	4
1.3	Âmbito	9
1.4	Objetivos Específicos de Investigação e Questões Derivadas	9
1.4.1	Questões Derivadas	10
1.4.2	Objetivos Específicos de Investigação	10
1.5	Metodologia de Investigação	11
2	Revisão da Literatura	15
2.1	Enquadramento Legal	16
2.1.1	Lei do Serviço Militar (LSM)	16
2.1.2	Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas (LOBOFA)	19
2.1.3	Estatuto dos Militares das Forças Armadas (EMFAR)	20
2.1.3.1	Ingresso nas Categorias	22
2.1.3.2	Passagem à Reserva	26
2.2	Doutrina da Marinha Portuguesa	27
2.2.1	Plano de Aquisição de Pessoal (PAP)	27
2.2.2	Sistemas de Informação	29
2.2.2.1	Sistema Integrado de Informação do Pessoal (SIIP)	29
2.2.2.2	Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional (SIGDN)	31
2.3	Instalações de Ensino e Formação da Marinha Portuguesa	33
2.3.1	Escola Naval	34
2.3.2	Escola de Tecnologias Navais (ETNA)	40
2.4	Programação Linear	41
2.4.1	Resolução de Problemas de Programação Linear em Ambiente MATLAB	43
2.5	Modelos de Predição Para Análise de Séries Temporais	46
2.5.1	Modelos ARIMA (<i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>)	48

2.5.2	Redes Neurais Auto Regressivas (NNAR)	50
2.5.3	Modelo Prophet	50
2.5.4	Indicadores de Avaliação do Desempenho dos Modelos de Previsão	53
2.5.4.1	MAPE (Erro Percentual Absoluto Médio)	54
2.5.4.2	RMSE (Raiz do Erro Quadrático Médio)	55
2.5.4.3	MAE (Erro Absoluto Médio)	56
2.5.4.4	ME (Erro Médio)	57
2.6	Simulador de Carreiras da Marinha	57
2.7	Otimização	60
2.7.1	Síntese Conclusiva	60
3	Modelos de Predição	63
3.1	Caracterização dos Dados	63
3.2	Preparação e Tratamento dos Dados Históricos	67
3.3	Análise Exploratória das Séries Temporais	75
3.4	Avaliação do Desempenho dos Modelos face aos Dados Observados	83
3.5	Síntese Conclusiva	87
4	Modelos de Otimização	89
4.1	Problemas de Otimização	89
4.1.1	Modelo de Otimização para a Categoria de Oficiais	92
4.1.2	Modelo de Otimização para a Categoria de Sargentos	94
4.1.3	Modelo de Otimização para a Categoria de Praças	96
4.2	Variantes do Problema de Otimização	97
4.2.1	Minimização do Somatório da Diferença entre Existências Consecutivas	98
4.2.2	Minimização do Somatório da Diferença entre Ingressos Consecutivos	100
4.2.3	Maximização do Somatório das Existências	103
4.3	Características do Protótipo, Interface e Parametrização	105
4.3.1	Separador Parametrização Geral	108
4.3.2	Separador Previsão	109
4.3.3	Separador Otimização	111
4.3.3.1	Separador Resultados	114
4.4	Testes computacionais	117
4.4.1	Análise dos Resultados e Implicações Práticas	122
4.5	Síntese Conclusiva	124

5	Conclusões e Trabalho Futuro	127
5.1	Conclusões	127
5.2	Trabalho Futuro	128
	Bibliografia	131
	Apêndices	135
A	Tabela descritiva entre indicadores utilizados para comparar modelos preditivos	135
B	Tabela com idades limite de passagem à reserva, como definido pelo artigo 154.º do EMFAR	137
C	Comparação Entre Dois Modelos Preditivos em Ambiente RStudio.	139
	Anexos	151
I	Dados Extraídos do SIIP em formato de ficheiros do Microsoft Excel	151
II	Dados Extraídos do SIIP em formato de ficheiros do Microsoft Excel	153
III	Despacho do Almirante Chefe do Estado-Maior da Armada n.º 103/24, de 11 de dezembro: Quadros Especiais para 2025	155

Lista de Figuras

1.1	Efetivos Militares dos Quadros Permanentes dentro da Estrutura Orgânica das Forças Armadas no ano de 2024.	4
1.2	Evolução Histórica dos Ingressos de Oficiais das Classes Tradicionais	6
1.3	Previsão realizada no Simulador de Carreiras no ano de 2017 relativa à antiguidade média no posto, para a classe de Marinha.	7
1.4	Registo de antiguidade média em postos de Oficiais correspondente a 2020.	8
2.1	Esquema das situações abrangidas pelo serviço militar e respetivo enquadramento temporal	18
2.2	Esquema simplificado de como as categorias de militares são alimentadas e como se relacionam entre si.	22
2.3	Composição do tempo de serviço.	26
2.4	Edifício da Escola Naval no Arsenal da Marinha, em data anterior a 1916. Imagem retirada de Salgado, 2013.	34
2.5	Instalações da Escola Naval em construção, Alfeite. Imagem retirada de	35
2.6	Instalações da Escola Naval no Alfeite pouco depois da inauguração. (Salgado, 2013).	35
2.7	Mapa de movimento dos alunos correspondente ao ano letivo de 1915-1916 (retirado do anuário da Escola Naval de 1916).	36
2.8	Gráfico do movimento de alunos desde o ano de 1900-1901 até ao ano letivo de 1915-1916 (Escola Naval (1916)).	37
2.9	Redes Neurais com e sem camada de neurónios ocultas.	50
2.10	Exemplo da previsão de uma série segundo um crescimento = <code>logistic</code> em ambiente RStudio.	52
2.11	Exemplo da previsão de uma série segundo um crescimento = <code>linear</code> em ambiente RStudio.	53
2.12	Representação gráfica dos resíduos de um modelo de regressão linear simples, evidenciando as diferenças entre os valores observados (pontos azuis) e os valores ajustados (linha vermelha).	54

2.13	cubo de dados obtido por uma simulação. Reproduzido de <i>Manual de Utilizador do Simulador de Carreiras de Marinha</i>	58
3.1	Número de Registos de Incorporações de militares por ano em SIIP	65
3.2	Dados históricos referentes às datas de incorporação dos militares. .	70
3.3	Conteúdo de cada ficheiro obtido através do SIIP.	72
3.4	Processo lógico na transformação dos dados.	75
3.5	Porção do ficheiro "tabela_final.xlsx".	76
3.6	Evolução dos Abates aos QP dos Oficiais da Classe de Marinha. . .	77
3.7	Gráfico comparativo entre os abates aos QP da classe de Marinha e da classe dos Engenheiros Navais (incluindo ambos os ramos). . . .	78
3.8	Evolução anual das saídas na categoria de Praça.	79
3.9	Evolução anual das saídas na categoria de Sargentos.	79
3.10	Histórico de mudanças de categoria entre a Praça e Sargento.	80
3.11	Histórico de mudanças de categoria entre a de Praça e Oficial. . . .	81
3.12	Histórico de mudanças de categoria entre a Sargento e Oficial. . . .	82
3.13	Previsão da saída de Oficiais das classes técnicas utilizando o modelo Prophet.	85
3.14	86
4.1	Esquema do fluxo de pessoal considerado no presente estudo.	91
4.2	Classes de oficiais consideradas no protótipo desenvolvido.	92
4.3	Relação hierárquica da aplicação desenvolvida.	108
4.4	Visão geral do separador Parametrização Geral.	109
4.5	Organização do separador Previsão.	110
4.6	Estrutura hierárquica do separador Otimização.	111
4.7	Vista geral do separador Otimização.	112
4.8	Interface de seleção de dados a importar.	113
4.9	Notificação de resolução do problema.	113
4.10	Visualização do separador dos gráficos que ilustram os parâmetros do problema.	114
4.11	Visualização do separador dos gráficos que ilustram os resultados do problema. Na presente figura apresentam-se valores meramente ilustrativos da forma como os resultados são apresentados.	115
4.12	Visualização geral do separador Resultados.	115
4.13	Visão geral do separador Instalações.	116
4.14	Janela da aplicação onde inserir os limites das variáveis dos modelos.	120

4.15	Separador antes do preenchimento dos campos Ingressos e Capacidades Máxima das respectivas unidades.	121
4.16	Separador após do preenchimento dos campos Ingressos e Capacidades Máxima das respectivas unidades.	121
4.17	Exemplo de resultados do cenário testado para as classes de Marinha e Administração Naval.	123
4.18	Ingressos na Escola Naval segundo o cenário testado.	123
C.1	Mudança de categoria entre praça e sargento segundo dois modelos distintos de previsão.	139
C.2	Mudança de categoria entre praça e oficial segundo dois modelos distintos de previsão.	140
C.3	Saídas de oficiais da classe de Marinha segundo dois modelos distintos de previsão.	141
C.4	Saídas de oficiais da classe de Administração Naval segundo dois modelos distintos de previsão.	142
C.5	Saídas de oficiais da classe de Engenheiros Navais — Ramo de Mecânica segundo dois modelos distintos de previsão.	143
C.6	Saídas de oficiais da classe de Engenheiros Navais — Ramo de Armas e Eletrónica segundo dois modelos distintos de previsão.	144
C.7	Saídas de oficiais da classe de Fuzileiros Navais segundo dois modelos distintos de previsão.	145
C.8	Saídas de oficiais da classe de Médicos Navais segundo dois modelos distintos de previsão.	146
C.9	Saídas de oficiais de outras classes segundo dois modelos distintos de previsão.	147
C.10	Saídas de sargentos segundo dois modelos distintos de previsão.	148
C.11	Saídas de praças segundo dois modelos distintos de previsão.	149
I.1	Histórico de dados presentes em SIIP referentes às classes e postos ocupados por militares da Marinha entre 1920 e 2024.	151
I.2	Histórico de dados presentes em SIIP referentes aos quadros ocupados por militares da Marinha entre 1920 e 2024, bem como respectivas situações dentro dos respetivos quadros.	151
I.3	Histórico de dados presentes em SIIP referentes às passagens à reserva de militares da Marinha entre 1971 e 2024.	152
II.1	Histórico de dados presentes em SIIP referentes às classes e postos ocupados por militares da Marinha entre 1920 e 2024.	153

II.2	Histórico de dados presentes em SIIP referentes aos quadros ocupados por militares da Marinha entre 1920 e 2024, bem como respectivas situações dentro dos respectivos quadros.	153
II.3	Histórico de dados presentes em SIIP referentes às passagens à reserva de militares da Marinha entre 1971 e 2024.	154
III.1	Quadros Especiais dos Oficiais da Marinha.	155
III.2	Quadros Especiais dos Sargentos da Marinha.	155
III.3	Quadros Especiais das Praças da Marinha.	155

Lista de Tabelas

2.1	Exemplo de Programação linear- custo de cada variável.	44
3.1	Ficheiros Excel utilizados para extrair os diferentes registos a partir do SIIP	64
3.2	Ficheiros Excel utilizados para extrair os diferentes registos a partir do SIIP	68
3.3	Número de valores únicos por ficheiro extraído do SIIP	72
3.4	Comparação de Modelos para Séries Temporais (2005–2024) com os menores erros obtidos por série	84
4.1	Quadro-objetivo para o Cenário A, correspondente um acréscimo de 10% aos QE para 2025.	118
4.2	Limites mínimos e máximos de efetivos e de ingressos por categorias e classes para os militares da MP:	119
A.1	Comparação entre indicadores de avaliação de erro.	136
B.1	Limites de idade de passagem à reserva.	138

Lista de Código Fonte

2.1	Código em MATLAB para resolução de problema simples de programação linear.	45
2.2	Resultados do modelo de otimização de programação linear	45

Lista de Abreviaturas

ASPOF	Aspirante a Oficial
BD	Base de Dados
CAD	Cadete
CEMA	Chefe do Estado-Maior da Armada
CEMGFA	Chefe do Estado-Maior General das Forças Armadas
CFR	Capitão-de-Fragata
CFS	Curso de Formação de Sargentos
CTEN	Capitão-Tenente
DAGI	Direção de Análise e Gestão da Informação
DEM	Diretiva Estratégica de Marinha
DL	Decreto-Lei
DP	Direção de Pessoal
EEES	Espaço Europeu de Ensino Superior
EESPM	Estabelecimentos de Ensino Superior Público Militar
EMA	Estado-Maior da Armada
EMFAR	Estatuto dos Militares das Forças Armadas
EU	União Europeia
FFAA	Forças Armadas Portuguesas
FZ	Fuzileiro Naval
GMAR	Guarda-Marinha
GRH	Gestão de Recursos Humanos
LDN	Lei de Defesa Nacional
LOBOFA	Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas
LPM	Lei de Programação Militar
LSM	Lei do Serviço Militar
MAE	Mean Absolute Error
MAPE	Mean Absolute Percentage Error
MATLAB	MATrix LABoratory
MDN	Ministro da Defesa Nacional
MP	Marinha Portuguesa
MPCM	Mapa de Pessoal Civil da Marinha

NII	Número de Identificação Individual
NNAR	Neural Network Autoregressive
NPC	Navio Patrulha Costeiro
NPO	Navio Patrulha Oceânico
OD	Objetivos Derivados
OE	Objetivo Específico
NATO	Norte/North Atlantic Treaty Organization
PAP	Plano de Aquisição de Pessoal
PIB	Produto Interno Bruto
QC-RN	QC - Reserva Naval
QE	Quadros Especiais
QI	Questão de Investigação
QP	Quadros Permanentes
QP-ACT	Quadro de Militares do QP no ativo
QP-ACT (DFA)	QP - Ativo Deficientes das Forças Armadas
QPMM	Quadro de Pessoal Militarizados da Marinha
QP-PREP INGR	QP - Preparação Para Ingresso
QP-REF	QP - Reforma
QP-REF COMP	QP - Reforma Compulsiva
QP-REF EXT	QP - Reforma Extraordinária
QP-RES	QP- Reserva
QP-SEP	QP - Separado do Serviço
RC	Serviço Efetivo em Regime de Contrato
RCAAP	Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal
RD	Reserva de Disponibilidade
RMSE	Root Mean Square Error
RR	Reserva de Recrutamento
RV	Serviço Efetivo em Regime de Voluntariado
SF	Sistema de Forças
SIGDN	Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional
SIIP	Sistema Integrado de Informação do Pessoal
SP	Superintendência do Pessoal
SSP	Superintendência dos Serviços do Pessoal
TN	classe dos Técnicos Navais
TS	classe dos Técnicos Superiores
TSN	Classe de Técnico Superior Naval
UN	Unidade Naval

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento

A gestão de pessoas, mais conhecida num meio académico como gestão de recursos humanos constitui um dos pilares fundamentais de qualquer instituição no desempenho da sua atividade. Esta realidade é particularmente crítica no contexto das Forças Armadas, devido ao tipo de atividades que desempenham e o papel crucial que têm na manutenção da soberania nacional, já que às Forças Armadas Portuguesas incumbe a defesa militar da República Portuguesa (Constituição da República Portuguesa, 1976/2023, Art. 275^o). Na perspetiva da Marinha Portuguesa (MP), a necessidade de assegurar um efetivo adequado em número e com qualificações de forma a que seja possível cumprir as missões que lhe são atribuídas, constitui um desafio complexo, dinâmico e em constante evolução. Adicionalmente, a evolução da conjuntura de geopolítica global devido ao agravamento da guerra na Europa, próximo das fronteiras da União Europeia e do perímetro europeu da Organização do Tratado do Atlântico Norte (NATO) na sequência da invasão da Ucrânia pela Rússia em 2022, à instabilidade no Médio Oriente, à afirmação da China como potência de primeira linha e às incertezas decorrentes das eleições presidenciais norte-americanas trouxeram desafios internos e internacionais sem precedentes (Programa do XXIV Governo da República Portuguesa). Paralelamente, a pressão crescente no seio da NATO para que os Estados-membros alcancem o objetivo de investimento em Defesa equivalente a dois pontos percentuais do Produto Interno Bruto (PIB) poderá implicar uma reestruturação da organização das Forças Armadas dessas nações, onde se inclui Portugal.

Já no âmbito da União Europeia (UE), em março de 2025 a Comissão Europeia anunciou o Plano Rearmar a Europa/Prontidão 2030 (*ReArm Europe Plan*), plano que visa permitir os Estados-membro investir em melhorias das suas capacidades de defesa. O plano inclui, entre outras medidas, conceder até 150 mil milhões

de euros para que os países da UE possam adquirir equipamentos militares em conjunto. De acordo com a Presidente da Comissão Europeia, Ursula von der Leyen, na conferência de imprensa de apresentação do plano:

”Vivemos dos tempos mais importantes e perigosos. Não preciso de descrever a natureza grave das ameaças que enfrentamos. Ou as consequências devastadoras que teremos de suportar se essas ameaças se concretizarem. Porque a questão já não é a de saber se a segurança da Europa está ameaçada de uma forma muito real. Ou se a Europa deve assumir mais responsabilidade pela sua própria segurança. Na verdade, há muito que sabemos as respostas a essas perguntas. A verdadeira questão que se nos coloca é se a Europa está preparada para atuar com a determinação que a situação exige. (...) O presente conjunto de propostas centra-se na forma de utilizar todas as alavancas financeiras à nossa disposição - a fim de ajudar os Estados-Membros a aumentar rápida e significativamente as despesas com as capacidades de defesa. Urgentemente agora, mas também a longo prazo, durante a presente década.”
(Comissão Europeia, 2025)

Desta forma, torna-se expectável um aumento significativo do investimento europeu em capacidades de defesa, como o previsto no Plano Rearmar a Europa/-Prontidão 2030, venha a traduzir-se não apenas na modernização de equipamento e infraestruturas, mas também num reforço quantitativo e qualitativo dos recursos humanos disponíveis para garantir a operacionalidade das Forças Armadas.

No caso particular da Marinha encontra-se em curso um processo de renovação da esquadra, decorrendo Ainda mais, no âmbito do desenvolvimento do Sistema de Forças (SF), foi efetuado um contacto junto do Estado-Maior da Armada onde foi possível apurar que decorrem processos de aquisição de dezassete novas plataformas navais, através das fontes de financiamento da Lei de Programação Militar (LPM) e do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), nomeadamente:

- Uma Plataforma Multi-propósito, com fonte de financiamento do PRR e entrega prevista para maio de 2026;
- Dois Navios Reabastecedores de Esquadra com capacidades logísticas;
- Seis Navios Patrulha Oceânicos (NPO) da 3.^a série, com fonte de financiamento da LPM;
- Oito Navios Patrulha Costeiro (NPC) com fonte de financiamento da LPM;

Deste contacto pôde-se também apurar que as necessidades de militares a prestar serviço a bordo de Unidades Navais (UN) deverá permanecer sensivelmente semelhantes às que existentes na data da publicação da presente dissertação. No entanto, devido às necessidades de rotação entre UN e unidades em terra, as necessidades de pessoal nesta últimas poderá vir a sofrer alterações. Assim, face ao processo de transformação a decorrer, coloca-se com renovada acuidade a necessidade de assegurar a adequação dos efetivos militares, tanto em número como em competências, o que, no caso da Marinha Portuguesa, se reveste de particular importância dada a especificidade das suas missões e do seu meio operacional. Esta realidade reforça a pertinência de modelos preditivos de gestão de recursos humanos que permitam antecipar necessidades futuras e garantir a sustentabilidade do dispositivo de pessoal ao longo do tempo.

Face ao exposto, a Marinha tem enfrentado dificuldades significativas na área do pessoal nos anos correntes, como se pode comprovar no discurso do Chefe do Estado-Maior da Armada citado de seguida, nomeadamente nas suas capacidades de retenção e recrutamentos sendo mais significativo nas categorias técnicas e operacionais. Fatores internos, como a elevadas exigências física e psicológica inerentes ao serviço militar a par da evolução do mercado de trabalho no meio exterior ao da vida militar têm que ser considerados como determinantes para explicar as atuais dificuldades que a Marinha tem experienciado na área do pessoal. Como salientou o Almirante Chefe do Estado-Maior da Armada (CEMA), Almirante Jorge Manuel Nobre de Sousa, na ocasião da sua apresentação como CEMA em dezembro de 2024:

"(...) se as dificuldades no recrutamento são ponderosas, mas têm vindo a ser mitigadas, já as associadas à retenção estão a níveis da emergência, com perda de pessoal qualificado, cuja reposição é demorada, e sem medidas que contrariem a tendência evidenciada. Da conjugação das dificuldades no recrutamento e na retenção, resulta o aumento da taxa de esforço imposta ao Pessoal em missão, criando se um círculo vicioso"(Marinha Portuguesa, 2024, p. 5).

Face ao exposto, a dificuldade em reter militares qualificados compromete diretamente a capacidade operacional da Marinha e gera uma pressão acrescida sobre os efetivos existentes, conduzindo a fenómenos de sobrecarga e desgaste profissional. Neste cenário, torna-se imperativo possuir estratégias de gestão de pessoas eficazes tanto na retenção de pessoal na instituição como na gestão dos ingressos na mesma, sobre a qual este trabalho se insere.

1.2 Pertinência do Tema

Um dos objetivos estratégicos definidos na Diretiva Estratégica de Marinha (DEM) 2022 é o de “Edificar uma Marinha numérica e qualitativamente suficiente para cumprir as missões e as tarefas atribuídas”. Nos termos legais, o número máximo de efetivos militares nas Forças Armadas Portuguesas é fixado trienalmente por diploma legal, conforme previsto no artigo 6.º da Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas (LOBOFA). O mais recente diploma neste âmbito, o Decreto-Lei n.º 6/2022, de 7 de janeiro, estabeleceu os efetivos máximos para o triénio 2022-2024, definindo os limites de pessoal para a Marinha, Exército e Força Aérea, discriminados por posto. Posteriormente, o Decreto-Lei n.º 77/2025, de 12 de maio, determinou que, até à aprovação do diploma que fixará os efetivos para o triénio de 2025-2027, se mantêm em vigor os efetivos máximos previstos no Decreto-Lei n.º 6/2022 (Marinha Portuguesa, 2025). À data da redação da presente dissertação, o diploma para o triénio 2025-2027 ainda se encontra em fase de aprovação. Entretanto, o Conselho de Ministros, em 23 de abril de 2025, aprovou uma medida transitória que fixa, para o ano de 2025, em 4.000 o número máximo de militares em formação para ingresso nos quadros permanentes das Forças Armadas e nos regimes de voluntariado e de contrato, assegurando a continuidade dos processos de recrutamento e formação.

Postos	Marinha	Exército	Força Aérea	Totais
Almirante/general	2	1	1	4
Vice-almirante/tenente-general (a)	6	7	5	18
Contra-almirante/major-general (a)	10	14	9	33
Comodoro/brigadeiro-general (a)	15	17	12	44
Capitão-de-mar-e-guerra/coronel (a)	104	170	98	372
Capitão-de-fragata/tenente-coronel	242	464	220	926
Capitão-tenente/major	321	467	320	1 108
Primeiro-tenente/capitão	453	512	545	1 510
Segundo-tenente/tenente	330	469	310	1 109
Guarda-marinha/subtenente/alferes				
Sargento-mor	52	72	45	169
Sargento-chefe	161	584	230	975
Sargento-ajudante	464	1 100	525	2 089
Primeiro-sargento	1 240	987	1 100	3 327
Segundo-sargento	210	301	290	801
Subsargento/furriel				
Cabo-mor	240	0	0	240
Cabo	1 806	0	0	1 806
Primeiro-marinheiro/cabo-adjunto	1 060	0	0	1 060
Totais	6 716	5 165	3 710	15 591

(a) O efetivo autorizado de oficiais gerais e capitão-de-mar-e-guerra/coronel em cada ramo é ajustado em função do critério de rotatividade definido para provimento de cargos na estrutura do Estado-Maior-General das Forças Armadas (EMGFA), sem alteração do efetivo total.

FIGURA 1.1: Efetivos Militares dos Quadros Permanentes dentro da Estrutura Orgânica das Forças Armadas no ano de 2024.

Na Figura 1.1 constam os efetivos autorizados para os Quadros Permanentes dos três Ramos das Forças Armadas, sendo possível consultar as tabelas

complementares no referido documento. Os efetivos autorizados encontram-se discriminados por categoria, posto e forma de prestação de serviço dentro de cada ramo, permitindo uma análise detalhada da distribuição de efetivos autorizados em função da estrutura hierárquica e organizacional das Forças Armadas.

Historicamente, a definição das vagas para os diversos concursos de ingresso na Marinha Portuguesa tem sido realizado de forma anual pela Direção de Pessoal (DP, antiga Direção do Serviço do Pessoal), com base nos dados de admissões e ingressos de anos anteriores. Essa definição é depois vertida nos Planos de Aquisição de Pessoal (PAP), que serão abordados de uma forma mais minuciosa no Capítulo 2. Contudo, existe margem para o desenvolvimento de estudos futuros, particularmente com o objetivo de analisar a evolução dos ingressos face a potenciais alterações significativas nos quadros de pessoal da Marinha, considerando a atrição observada nas duas últimas décadas. Adicionalmente, seria relevante explorar previsões para horizontes temporais mais alargados do que aqueles atualmente considerados, de forma a apoiar o planeamento estratégico de recursos humanos a médio e longo prazo.

Um exemplo histórico que ilustra a importância de uma gestão proativa dos efetivos na Marinha Portuguesa remonta ao final da década de 1980, quando a instituição se preparava para receber as fragatas da classe Vasco da Gama. Esta nova classe de navios, baseada no projeto alemão MEKO 200 (do alemão "*Mehrzweck-Kombination*", que em português significa combinação multi-propósito), representava um salto tecnológico significativo e exigia competências operacionais e técnicas bastante especializadas. De forma a assegurar a operacionalização eficaz destas unidades, a Marinha teve de ajustar a sua política de recrutamento e formação, nomeadamente através do reforço da admissão de Oficiais com perfil técnico adequado às novas exigências.

Na Figura 1.2 apresenta-se o histórico dos ingressos de oficiais nas classes tradicionais, destacando-se um pico significativo no final da década de 1980 e início da década de 1990, período durante o qual os ingressos na classe de Marinha aumentam substancialmente, passando de valores na ordem dos 20 para quase o dobro — com 37 ingressos em 1989 e 44 em 1991, respetivamente.

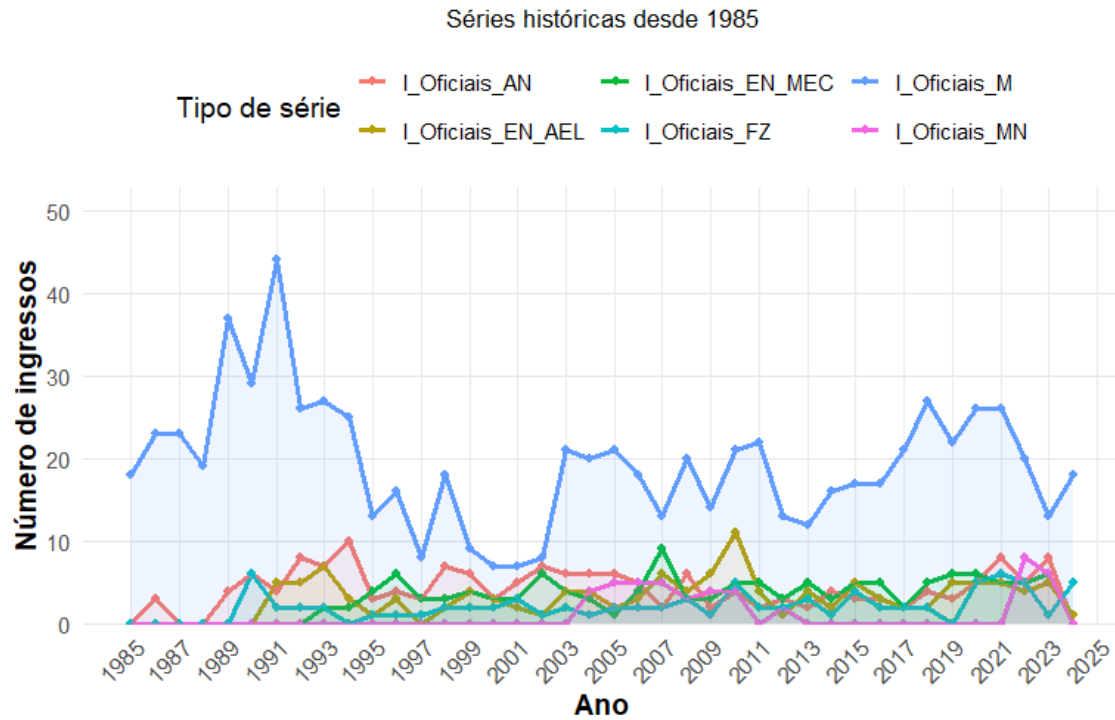


FIGURA 1.2: Evolução Histórica dos Ingressos de Oficiais das Classes Tradicionais

Esta decisão teve implicações diretas na progressão das carreiras dos militares envolvidos, as quais são evidenciadas através do Simulador de Carreiras (ferramenta da Marinha Portuguesa enunciada na Secção 2.6). Na Figura 1.3 apresenta-se uma previsão gerada pelo simulador no ano de 2017, que ilustra a antiguidade média no posto para a classe de Marinha. Aqui, entende-se por antiguidade média no posto a média do número de anos decorridos desde a promoção dos militares que atualmente ocupam o quadro do respetivo posto.

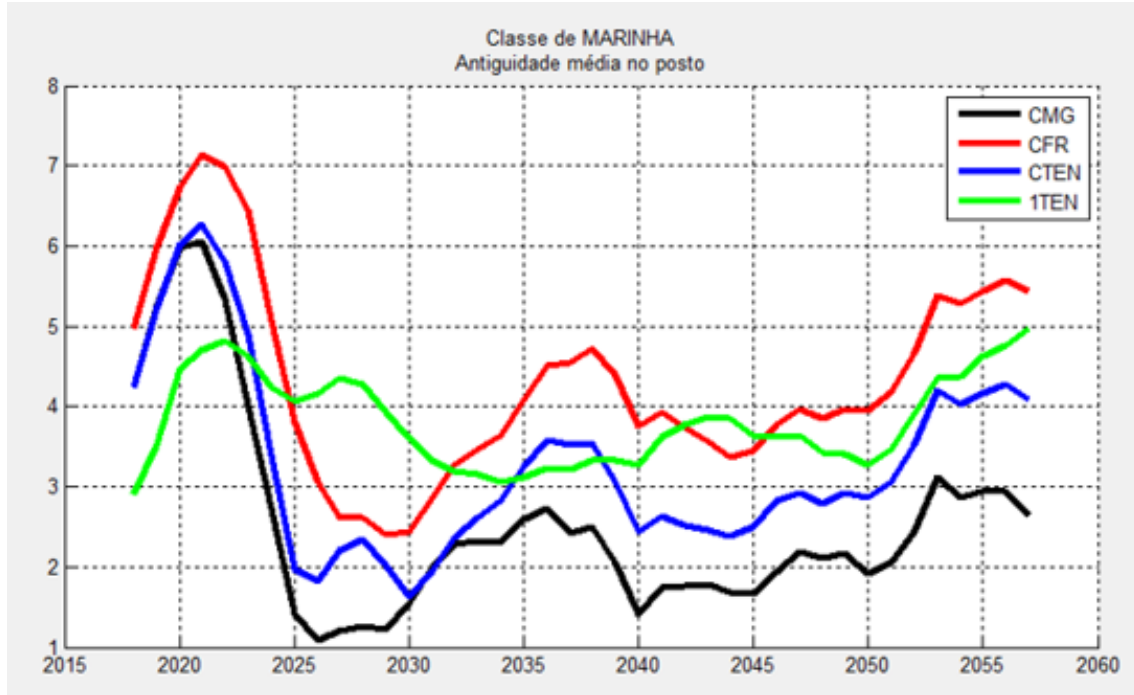


FIGURA 1.3: Previsão realizada no Simulador de Carreiras no ano de 2017 relativa à antiguidade média no posto, para a classe de Marinha.

Os valores representados no gráfico resultam do quociente entre a soma dos anos de antiguidade dos militares de um determinado posto e o número total de militares que se encontram nesse mesmo posto e pertencem à respetiva classe.

$$A = \frac{1}{n_t^p} \sum_{i=1}^{n_t^p} a_{it}^p \quad (1.1)$$

Onde:

- A_t^p é a antiguidade média no posto p no ano t ;
- n_t^p é o número total de militares no posto p e ano t ;
- a_{it}^p é o número de anos no posto p no ano t do militar i .

Desta forma, a partir da Figura 1.3 e da Equação 1.1, é possível observar que as variáveis representadas assumem um declive positivo sempre que não ocorrem promoções, refletindo o aumento do tempo médio que os militares permanecem no respetivo posto. Pelo contrário, quando se verificam promoções, o tempo médio tende a diminuir, resultando num declive negativo dessas mesmas variáveis.

Neste contexto, constata-se que estava previsto um aumento da antiguidade média no posto entre 2017 e 2021, seguido de um decréscimo. O gráfico evidencia

que a antiguidade média nos postos de Capitão-Tenente (CTEN) e Capitão-de-Fragata (CFR) passaria de aproximadamente quatro e cinco anos para seis e sete anos, respetivamente, em 2021.

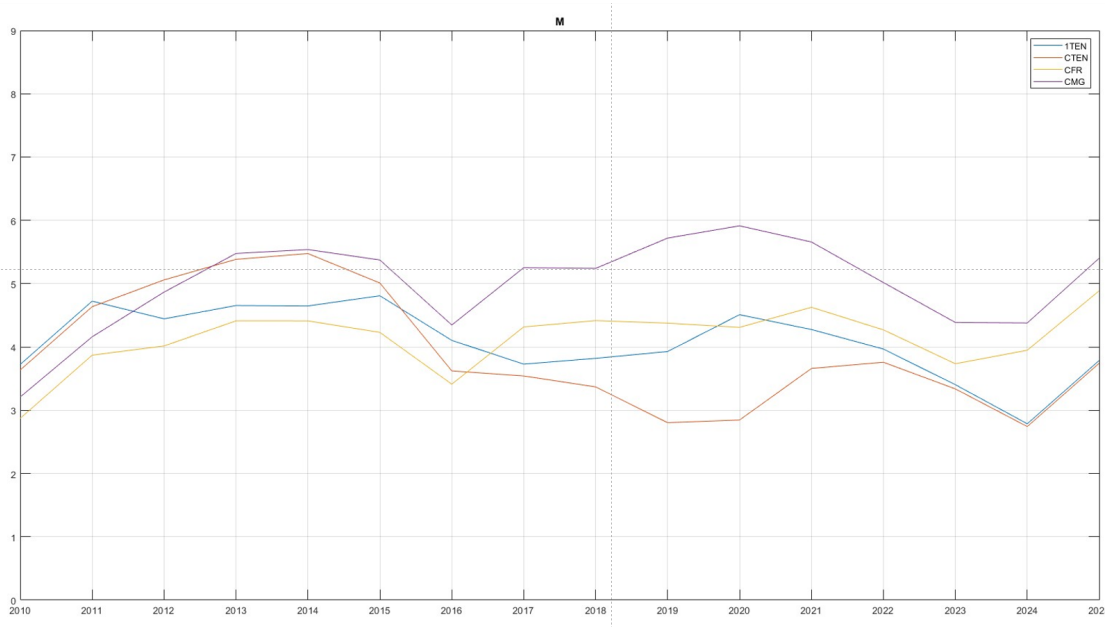


FIGURA 1.4: Registo de antiguidade média em postos de Oficiais correspondente a 2020. (DAGI, apresentação apresentada ao EMA, 26 de maio, 2025)

Adicionalmente, decorrente de uma análise efetuada pela Direção de Análise e Gestão da Informação (DAGI), no presente ano de 2025, constatou-se que os registos no Sistema Integrado de Informação do Pessoal (SIIP) coincidem com a previsão efetuada em 2017. A título de exemplo, na Figura 1.4 é possível constatar que em 2020, a antiguidade média para a classe de Marinha no posto de Primeiro-Tenente (1TEN) era de quatro anos e meio, compaginável com a previsão efetuada em 2017. Também para o posto de CMG a antiguidade média correspondia em 2020 a cerca de seis anos, como previsto em 2017. Apenas o posto de CFR não corresponde à previsão efetuada, tendo apresentado em 2020 pouco mais de quatro anos de antiguidade média no posto em comparação com os sete previstos.

Este comportamento sugere que o número de promoções previsto para este período não seria suficientemente expressivo para acomodar todos os militares em condições de progressão, conduzindo assim a um aumento da antiguidade média de cerca de um ano por cada ano no período em análise. Este fenómeno está associado a um volume significativo de ingressos verificado no final da década de 1980, o

qual gerou uma pressão considerável sobre os quadros superiores. A limitada disponibilidade de vagas para promoção, face ao elevado número de militares elegíveis, dificultou a progressão na carreira. Tal concentração de ingressos deverá ser evitada no futuro, de forma a promover um desenvolvimento mais equilibrado, harmonioso e sustentado das carreiras dos militares.

Desta forma, considera-se proveitoso estudar o fluxo de pessoal no quadro de pessoal militar na Marinha de forma a contribuir de uma forma positiva para a sua gestão provisional de pessoal.

1.3 Âmbito

Esta dissertação foi realizada para a obtenção do grau de mestre a em Ciências Militares Navais, ramo de Marinha.

1.4 Objetivos Específicos de Investigação e Questões Derivadas

O presente trabalho tem como objetivo principal dar resposta à seguinte questão central: num cenário em que se pretende atingir um número objetivo de efetivos nas Forças Armadas, em particular na Marinha, num horizonte de tempo definido, quais os ingressos a realizar a fim de atingir os quantitativos pretendidos?

Além disso, pretende desenvolver uma abordagem metodológica ao construir um modelo que preveja a evolução dos efetivos da Marinha Portuguesa num determinado horizonte de tempo discriminado por categoria (Oficiais, Sargentos e Praças) e classes. Esta resposta tem como objetivo aprofundar o entendimento sobre a evolução dos efetivos da Marinha e contribuir para a análise da sua capacidade de adaptação dos recursos humanos. Para isso, numa fase inicial, com base nos registos históricos do SIIP e considerando dados relativos ao período entre 2005 e 2024, analisou-se o fluxo de pessoal da Marinha, tendo em conta as diferentes possibilidades de evolução de carreira dos militares, de acordo com a sua categoria e classe.

Esta dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos. No Capítulo 2 é feito um enquadramento legal do tema bem como um estudo dos trabalhos realizados na Marinha portuguesa no passado. São também identificadas as principais técnicas a utilizar de forma a ser possível retirar informação dos dados recolhidos. No Capítulo 3 é apresentada a abordagem metodológica adotada para o tratamento

dos dados provenientes do SIIP. Inicia-se por uma análise exploratória dos diversos ficheiros disponíveis, com o objetivo de identificar o conteúdo e a estrutura da informação relevante para o estudo. É ainda explicado o processo de seleção das variáveis mais adequadas à caracterização do fluxo de pessoal, bem como os critérios aplicados para a exclusão de registos considerados irrelevantes ou inconsistentes. O capítulo culmina com a construção de uma tabela final, estruturada de forma a integrar os elementos essenciais para a análise das dinâmicas de ingresso, progressão e saída dos militares da Marinha Portuguesa, constituindo a base para as fases seguintes do trabalho. No Capítulo 4 são apresentados os modelos de otimização desenvolvidos de forma a dar resposta ao problema em estudo. É também apresentado o desenvolvimento de uma ferramenta informática com vista a facilitar a interação com os modelos desenvolvidos bem como a interpretação dos resultados devolvidos. Finalmente, no Capítulo 5 faz-se uma conclusão da dissertação bem como uma enumeração de trabalho a realizar no futuro de forma a dar continuidade ao presente estudo.

1.4.1 Questões Derivadas

Da questão central é possível colocar as seguintes questões derivadas (QD):

QD-1: Quais os principais diplomas legais e doutrinários que regem a gestão de pessoas na Marinha Portuguesa?

QD-2: Que modelos estatísticos podem ser utilizados para modelar a atrição, as passagens à reserva e mudanças de categoria ao longo do tempo dos efetivos da Marinha?

QD-3: Que variáveis e parâmetros devem ser considerados para formular um modelo eficaz de planeamento de ingressos?

QD-4: Qual a alimentação a considerar num horizonte temporal superior a 20 anos tendo por base valores pré-definidos para a atrição, passagens à reserva e mudança de categoria?

1.4.2 Objetivos Específicos de Investigação

De forma a dar resposta às questões centrais e derivadas, é possível inferir determinados objetivos específicos e relacioná-los com as mesmas. A presente dissertação tem como objetivo principal propor modelos de otimização de programação linear afim de apoiar a gestão de pessoas na MP, nomeadamente a gestão de

ingressos, num cenário em que se pretende alcançar um número objetivo de efetivos dentro de um horizonte temporal previamente definido.

Desta forma, para que o objetivo principal seja atingido são propostos os seguintes objetivos específicos (OE) correspondendo-os a cada uma das Questões de Derivadas:

OEI-1: Delimitar legalmente a carreira dos militares da Marinha, de forma a compreender como as suas carreiras se poderão desenvolver, bem como identificar principais documentos neste âmbito;

QD-1

OEI-2: Testar a adequabilidade de modelos estatísticos e identificar o mais adequado para prever a evolução dos efetivos da Marinha com base em dados históricos;

QD-2

OEI-3: Propor modelos de programação linear que permitam determinar como deverão ocorrer os ingressos de forma anual de forma a cumprir com os requisitos operacionais da MP;

QD-3

OEI-4: Desenvolver uma aplicação informática em ambiente MATLAB que implemente modelos de otimização para determinar os ingressos anuais necessários, considerando as taxas de atrição e os efetivos-alvo previamente definidos.

QD-4

1.5 Metodologia de Investigação

O presente trabalho assume uma vertente aplicada, ao recorrer a metodologias da Estatística (nomeadamente séries temporais) e da Análise Operacional (em particular no âmbito da Otimização) para abordar e propor soluções a um problema concreto relacionado com a gestão dos efetivos na Marinha Portuguesa.

A metodologia de investigação utilizada foi a seguinte:

1. **Enquadramento e Caracterização dos Efetivos Militares da Marinha:** identificar os documentos relevantes e proceder à respetiva análise do seu conteúdo. A revisão da literatura que sustenta o presente trabalho foi

conduzida de uma forma estruturada, procurando integrar conteúdos de diversas fontes, contextualizando assim o problema a ser analisado. De forma a garantir um levantamento de documentação adequado e completo, incluindo a pesquisa necessária à escolha de modelos estatísticos, a pesquisa contemplou bases de dados académicas (Google Scholar e Academia.edu), do Repositório Comum da Marinha Portuguesa (COMUM/RCAAP) e documentos internos da Marinha e do Ministério da Defesa Nacional.

2. **Preparação e Tratamento dos Dados:** compilação e preparação dos dados relativos ao objeto de estudo, abrangendo as categorias de Oficiais, Sargentos e Praças, com o objetivo de cobrir o período compreendido entre 1985 e 2024. Esta etapa visava assegurar a construção de um histórico fidedigno do fluxo de pessoal ao longo dos últimos 40 anos. Contudo, numa fase posterior da análise, concluiu-se que a inclusão da totalidade do intervalo temporal não era metodologicamente adequada, tendo-se optado por encurtar as séries temporais. Esta decisão é devidamente justificada na Secção 3.2.

Os dados a considerar deverão apresentar as seguintes características:

- Datas de ingresso (datas em que os militares terminam a formação necessária para o ingresso na respetiva classe e passam a estar disponíveis para prestar serviço);¹.
 - Datas de promoção aos vários postos e respetivos postos;
 - Datas de passagem à situação de Reserva;
 - Datas de passagem à Reforma;
 - Datas em que se deram abate aos quadros ou cessação de contrato, caso tal se tenha verificado;
 - Números Individuais de Identificação (NII) e classes, bem como as respetivas datas de ingresso em cada classe.
3. **Construção de um modelo preditivo:** construir séries que caracterizem os efetivos e a partir das quais seja possível efetuar previsões. Testaram-se três modelos de forma a procurar garantir a escolha do mais eficaz e que mais se adaptasse aos dados em posse;

¹Varia de categoria para categoria, uma vez que, a título de exemplo, nas classes tradicionais da Escola Naval (EN), nem todos os cursos terem a mesma duração

4. **Previsão de Efetivos:** efetuar previsões da atrição nas fileiras da MP e construir um modelo de otimização a fim de determinar os ingressos necessários de acordo com um quadro hipotético que se queira atingir num determinado horizonte de tempo.
5. **Construção de Modelos de Otimização:** desenvolver modelos de otimização que obtenham uma solução ótima (mediante as restrições parametrizadas previamente). Deverá ser desenvolvida uma aplicação informática com a ferramenta *App Designer* do ambiente MATLAB de forma a permitir uma melhor interface entre o modelo e o utilizador, servindo como ferramenta de apoio à decisão para a gestão de ingressos na marinha portuguesa.
6. **Análise de Resultados, Conclusões e Trabalho Futuro:** a sexta fase corresponde a análise dos resultados obtidos, conclusões e propostas de trabalho futuro.

Capítulo 2

Revisão da Literatura

A gestão das pessoas na Marinha Portuguesa, em particular dos militares, representa um desafio complexo. No contexto desta dissertação é adotada a definição de erosão descrita no Manual de Utilizador do Simulador de Carreiras da Marinha (Deus, 2022), entendendo-se como tal a cessação antecipada do vínculo contratual por parte de um militar, antes da data inicialmente prevista para a sua permanência em serviço. A erosão de quadros é um fenómeno com múltiplas causas e, no que diz respeito às saídas voluntárias, verifica-se que estas decorrem de uma combinação de fatores tanto de natureza interna à organização como de contexto externo. Entre as causas internas contam-se, por exemplo, situações de índole disciplinar, acidentes ocorridos durante o exercício de funções ou outros motivos diretamente relacionados com o ambiente institucional. Já entre os fatores externos, destaca-se a influência das condições do mercado de trabalho civil, (nomeadamente a existência de oportunidades profissionais mais atrativas do ponto de vista financeiro, que frequentemente levam militares, como é o caso dos Médicos Navais, a solicitar a sua saída da instituição). É importante salientar que estas dinâmicas estão fortemente condicionadas pela conjuntura socioeconómica e pelas expectativas quanto à sua evolução, o que torna o fenómeno da erosão difícil de antecipar e sujeito a flutuações ao longo do tempo. Conforme referido na Secção 1.4, o objetivo desta dissertação consiste em estudar a forma como os ingressos devem ocorrer ao longo de um horizonte temporal, não procurando estabelecer relações entre as saídas e os diversos fatores que as influenciam. Entende-se, contudo, que esta análise poderá constituir objeto de futura investigação.

Este capítulo visa dar resposta à QD-1 (“Quais os principais diplomas legais e doutrinários que regem a gestão de pessoas na Marinha Portuguesa?”), procurando identificar os principais diplomas que regulam o desenvolvimento das carreiras dos militares em serviço nas Forças Armadas, bem como abordar

os principais documentos doutrinários relacionados com a gestão de pessoas na Marinha. Adicionalmente, serão introduzidos neste capítulo os conceitos matemáticos necessários a entender as previsões efetuadas bem como os modelos desenvolvidos. Procura-se assim, definir os conceitos chave que serão abordados mais adiante no trabalho.

2.1 Enquadramento Legal

2.1.1 Lei do Serviço Militar (LSM)

A Lei do Serviço Militar (LSM), aprovada pela lei n.º 174/99, de 21 de setembro, estabelece o regime jurídico aplicável ao serviço militar em Portugal e assume particular importância no contexto da gestão dos militares das Forças Armadas, uma vez que define as bases legais do recrutamento, ingresso e as formas de prestação de serviço. Esta reflete também a adaptação das Forças Armadas ao modelo de serviço militar voluntário e profissional, sendo o seu papel crucial na compreensão da atual dinâmica de gestão de efetivos, sendo um referencial jurídico essencial para estudos como o que se desenvolve na presente dissertação (Lei n.º 174/99, art. 1.º, n.º 1). Pondo isto, a LSM define que, em tempo de paz, o serviço militar se baseia no voluntariado, tendo no entanto os cidadãos portugueses obrigações militares desde o primeiro dia do ano em que completem 18 anos de idade e o último dia do ano que completam 35 anos. Desta forma, o serviço militar abrange o serviço efetivo, a reserva de recrutamento e a reserva de disponibilidade (Lei n.º 174/99, art. 1.º, n.º 4 e art. 2.º)

O serviço efetivo, definido no artigo 3.º deste Diploma e entendido como contributo para a defesa da Pátria, é a situação dos cidadãos enquanto permanecem ao serviço das Forças Armadas sendo que um militar de qualquer dos ramos das Forças Armadas poderá prestar serviço das seguintes formas:

1. Serviço efetivo no quadros permanentes (QP);
2. Serviço efetivo em regime de contrato (RC), nas suas várias modalidades;
3. Serviço efetivo em regime de voluntariado (RV);
4. Serviço efetivo decorrente de convocação ou mobilização.

Segundo a LSM, o serviço efetivo nos quadros permanentes corresponde à prestação de serviço pelos cidadãos que, tendo ingressado voluntariamente na

carreira militar, se encontrem vinculados às forças Armadas com caráter de permanência. O serviço efetivo em regime de contrato, por sua vez, corresponde à prestação de serviço militar voluntário por parte dos cidadãos durante um período de tempo limitado entre dois a seis anos, com vista à satisfação das necessidades das Forças Armadas ou ao seu eventual ingresso nos quadros permanentes (Lei 174/99, art. n.º28). Atualmente, na Marinha Portuguesa apenas a categoria de Sargentos não admite militares nesta forma de prestação de serviço (Chefe do Estado-Maior da Armada, 2020).

Por sua vez, o serviço efetivo em regime de voluntariado assume-se como a assunção de um vínculo às Forças Armadas por um período de 12 meses, incluindo o período de instrução, findo o qual o militar pode ingressar no serviço efetivo em regime de contrato. Finalmente, o serviço militar decorrente de convocação ou mobilização compreende o serviço militar prestado na sequência do recrutamento excecional, nos termos previstos na presente lei. (Lei do Serviço Militar, art.3.º). Estes termos encontram-se também definidos nos artigos 4.º e 5.º do Estatuto dos Militares das Forças Armadas, de forma compaginável com o presente diploma.

Desta forma, existem duas possibilidades para os cidadãos com obrigações militares que não se encontrem ao serviço das Forças Armadas (serviço efetivo): a Reserva de Recrutamento (RR) e a Reserva de Disponibilidade (RD), sendo que ambas carecem de esclarecimento uma vez que existem registos em SIIP referentes a um período temporal relevante para o presente trabalho, que contemplam estas situações.

A Reserva de Recrutamento (RR) é constituída por cidadãos portugueses com idades compreendidas entre os 18 e os 35 anos que, não tendo prestado serviço efetivo nas fileiras, podem ser objeto de recrutamento excecional, em termos a regulamentar (LSM, artigo n.º 4).

Por sua vez, o artigo quinto da LSM define:

A Reserva de Disponibilidade (RD) é composta por cidadãos portugueses que cessaram a prestação de serviço militar até à idade limite dos deveres militares. Para efeitos de eventual convocação, esta situação abrange um período de seis anos subsequente ao termo do serviço efetivo, sem prejuízo do referido limite de idade.

Desta forma, quando um militar sai do serviço ativo, durante os seis anos seguintes ele pode ainda ser chamado novamente ao serviço. No entanto, se

durante esse período atingir o limite superior de idade com obrigações militares (35 anos), essa obrigação termina automaticamente (Lei 174/99, art. 5.º n.º3).

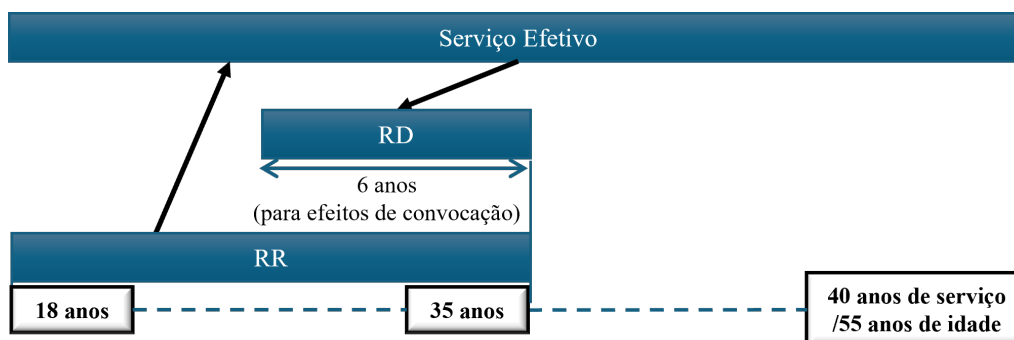


FIGURA 2.1: Esquema das situações abrangidas pelo serviço militar e respetivo enquadramento temporal

Na Figura 2.1 é possível observar estas situações representadas de forma esquemática, ainda que de modo simplificado. Segundo o exposto, um português, aquando do primeiro dia do ano em que completa os seus 18 anos de idade passa a ser contabilizado na Reserva de Recrutamento, onde permanece até ao último dia do ano em que completa 35 anos de idade. Importa referir que existem outras situações em que os militares se podem enquadrar durante a prestação de serviço nas Forças Armadas, que serão definidas e exploradas em detalhe em secções posteriores. Adicionalmente, revela-se importante realçar que os cidadãos que se encontrem na reserva de disponibilidade só poderão ser convocados em situações específicas previstas no ponto seis do artigo 34.º da LSM:

- Com uma antecedência mínima de 60 dias, por portaria do Ministro da Defesa Nacional, ouvido o Conselho de Chefes de Estado-Maior, por período ou períodos na totalidade não superiores a dois meses, enquanto durarem os deveres militares, para efeitos de reciclagem, treino, exercícios ou manobras militares;
- Por decreto do Governo, mediante proposta do Ministro da Defesa Nacional, ouvido o Conselho Superior Militar, em caso de perigo de guerra ou de agressão iminente ou efetiva por forças estrangeiras, enquanto se mantiverem estas situações e não for decretada a mobilização militar, até à finalidade dos anos da reserva de disponibilidade.

Desta forma, os elementos que constituem a reserva de disponibilidade só poderão ser mobilizados em situações de exceção, não sendo por isso equacionados no problema em questão.

O recrutamento militar define-se como o conjunto de operações necessárias à obtenção de meios humanos para ingresso nas Forças Armadas, sendo que o seu maior ou menor sucesso depende de inúmeros fatores dos quais muitos não podem ser controlados (socioeconómicos, político-sociais, entre outros), pelo que esta vertente não será tida em conta na presente dissertação, considerando-se que a Marinha consegue sempre satisfazer as suas necessidades de recrutamento.

2.1.2 Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas (LOBOFA)

A Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas (LOBOFA), atualmente consagrada na Lei Orgânica n.º 2/2021, de 9 de agosto, estabelece os princípios e as bases fundamentais da organização, funcionamento e comando das Forças Armadas Portuguesas. De particular relevância para a presente dissertação é o facto de a LOBOFA estabelecer no seu 7º artigo que os efetivos das forças Armadas são fixados trianualmente por decreto-lei, sob proposta do Chefe do Estado-Maior General das forças Armadas (CEMGFA), ouvido o Conselho de Chefes de Estado-Maior, discriminando:

1. O quantitativo máximo dos efetivos militares dos QP, na situação de ativo, por ramos e postos, na estrutura orgânica das Forças Armadas e fora dela ;
2. O quantitativo máximo dos efetivos militares dos QP, na situação de reserva, na efetividade de serviço, por ramos e categorias, na estrutura orgânica das Forças Armadas e fora dela;
3. A previsão dos efetivos militares dos QP, na reserva fora da efetividade de serviço, por ramos e categorias;
4. O quantitativo máximo dos efetivos militares em RC e RV, por ramos e categorias;
5. O quantitativo máximo dos efetivos militares na situação de ativo, por postos, e na situação de reserva na efetividade de serviço e em RC e RV, por categorias, na estrutura orgânica do Estado-Maior-General das Forças Armadas (EMGFAR).

De realçar que, segundo o Estatuto, contabilizam-se como efetivos da estrutura orgânica das Forças Armadas os militares que exercem cargos ou

desempenham funções em todas as estruturas que integram o EMGFA e os seus ramos, incluindo cargos internacionais e missões militares no estrangeiro.

Já o número de vagas para admissão aos cursos, tirocínio ou estágios para ingresso nas várias categorias dos QP é fixado anualmente por despacho do membros do Governo responsáveis pelas áreas da defesa nacional e finanças, sob proposta do CEM do respetivo ramo, tendo em conta:

1. As necessidades estruturais e organizacionais e as decorrentes necessidades de alimentação dos quadros especiais.
2. A programação e o desenvolvimento das carreiras, nas diferentes categorias (EMFAR, art. 44.º n.º 3)).

Assim, os quantitativos fixados no diploma publicado trienalmente, fixando os efetivos das Forças Armadas, servem de base para o desenvolvimento dos Quadros Especiais que se encontram definidos no artigo n.º 166 do EMFAR, que será abordado de seguida.

2.1.3 Estatuto dos Militares das Forças Armadas (EMFAR)

Os principais conceitos relacionados com o tema em análise encontram-se consagrados no Estatuto dos Militares das Forças Armadas (EMFAR), que constitui um dos principais instrumentos legais nesta matéria. Este, que daqui em diante se designará por Estatuto ou EMFAR, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 90/2015, de 29 de maio, atualiza e ratifica o anterior Estatuto dos Militares, estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 236/99, de 25 de junho, o qual revoga e substitui, sendo aplicável aos militares dos três ramos das Forças Armadas. O presente trabalho apenas considera o atual Estatuto. Contudo, uma vez que parte do período temporal em que se procura estudar o fluxo de pessoal estava abrangido pelo antigo diploma (Decreto-Lei n.º 236/99, de 25 de junho), pode ser frutífero estudar as principais alterações introduzidas pelo Estatuto em vigor. Este trabalho encontra-se definido com grande detalhe em Dias (2016), do qual se falará mais adiante nesta secção.

A carreira de um militar da Marinha Portuguesa pode seguir diferentes percursos, permitindo-lhe prestar serviço em diversas modalidades ao longo do seu percurso profissional. Dado que um dos principais objetivos da presente dissertação é analisar o fluxo de pessoal dos militares da Marinha, torna-se essencial, antes de mais, clarificar de que forma esse desenvolvimento de carreira pode ocorrer.

A carreira militar, tal como definida no artigo vigésimo sétimo do EMFAR, consiste no conjunto hierarquizado de postos, desenvolvido por categorias (Oficiais, Sargentos e Praças), que se concretiza em quadros especiais (QE) e a que corresponde o desempenho de cargos e o exercício de funções diferenciadas entre si. O desenvolvimento desta, tal como no artigo 124.º, traduz-se na:

” (...) promoção dos militares aos diferentes postos, em cada categoria, de acordo com as respetivas condições gerais e especiais, tendo em conta as qualificações, a antiguidade e o mérito revelados no desempenho profissional e as necessidades estruturais das Forças Armadas, assim como na possibilidade de ingresso em categorias superiores, desde que satisfeitas as condições legalmente previstas.” (EMFAR, art 124.º n.º1)

Existem, no entanto, diversos condicionamentos que influenciam o desenvolvimento das carreiras dos militares em cada categoria, nomeadamente: a necessidade de garantir uma alimentação adequada às exigências de cada quadro especial; a existência de mecanismos reguladores que assegurem flexibilidade na gestão de pessoal, conciliando as necessidades das Forças Armadas com as aptidões e interesses individuais dos militares, promovendo, assim, a sua motivação; e o número de vagas disponíveis por posto, tal como definido nos quadros especiais aprovados. Estes condicionamentos podem vir a ter um grande peso nas carreiras militares, como se verificará mais adiante na Secção 2.2.1.

De uma forma genérica, quando se utiliza o termo “efetivos militares” na estrutura orgânica das Forças Armadas, está-se a fazer referência ao número de militares afetos às diferentes formas de prestação de serviço (EMFAR, artigo 43º). Mais concretamente, diz-se que um militar se encontra dentro da Estrutura Orgânica de Marinha quando integra os QP na situação de ativo (QP-ACT), na reserva na efetividade de serviço ou esteja em RC/RV e a prover os lugares correspondentes aos quadros de pessoal. Já os militares dos QP na situação de ativo e de reserva na efetividade de serviço que se encontrem a desempenhar cargos ou funções na estrutura orgânica de outros organismos do Estado dizem-se fora da estrutura orgânica de Marinha.

Podemos ainda identificar os efetivos provisionais da Marinha, que incluem os militares e militares alunos que se encontram em formação inicial e que não podem ser designados para cargos ou exercer funções na estrutura orgânica de Marinha. Estes, por não se encontrarem disponíveis para prestar serviço, não devem ser contabilizados para cálculo de atrição.

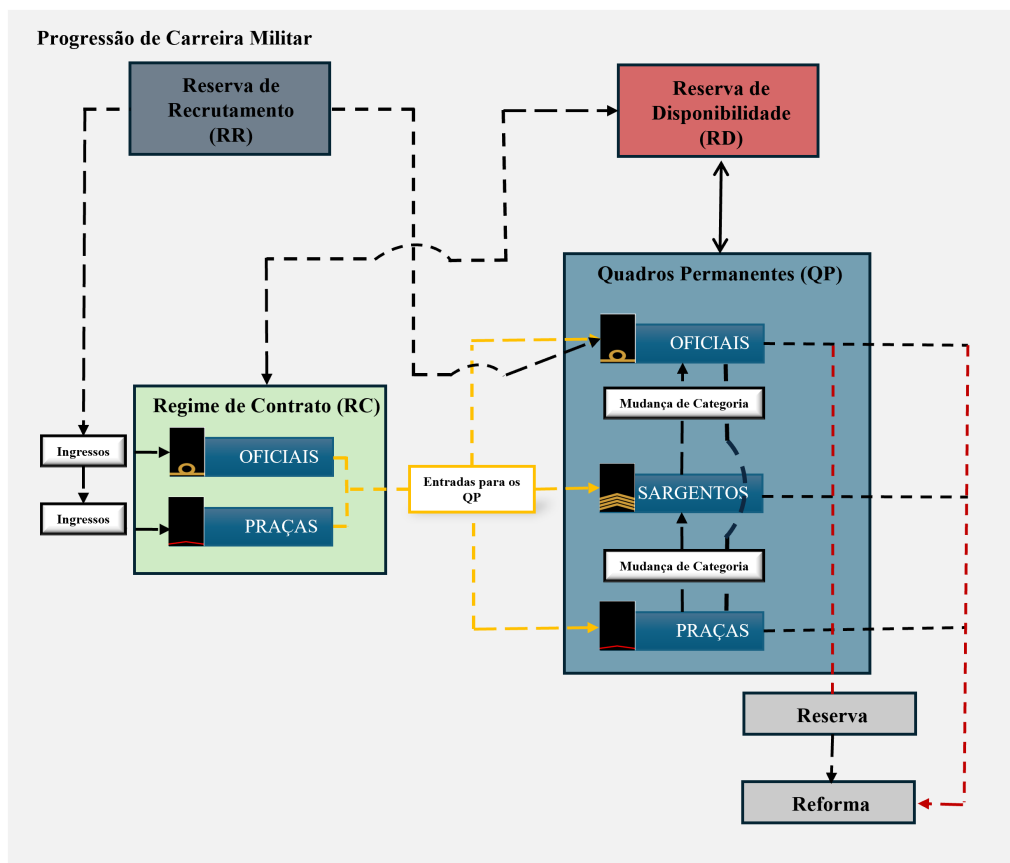


FIGURA 2.2: Esquema simplificado de como as categorias de militares são alimentadas e como se relacionam entre si.

A forma como as três categorias de militares são alimentadas e como se relacionam (em termos de alimentação) encontra-se evidenciada na Figura 2.2. É necessário constatar que todas as categorias são alimentadas a partir da Reserva de Recrutamento (RR), podendo também ser alimentadas pela Reserva de Disponibilidade (RD) em situações específicas previstas por diploma próprio.

2.1.3.1 Ingresso nas Categorias

Como supramencionado, o ingresso nas Forças Armadas pode ser efetuado numa das três categorias previstas na carreira militar. Para cada uma destas são exigidas determinadas habilitações, consoante o caso.

- **Categoria de Oficial:** O ingresso nesta categoria pode fazer-se com o grau de estudo:
 1. Grau de Mestre;
 2. Grau de Licenciado;

Em ambos os casos o grau de estudo terá que ser conferido por estabelecimento de ensino superior público universitário militar ou por outros estabelecimentos de ensino superior, em áreas científicas com interesse para as Forças Armadas, complementadas com curso, tirocínio ou estágio;

O ingresso nas classes dos oficiais da Armada encontra-se previsto no artigo 202.º do Estatuto, destacando-se o ingresso nas classes tidas como tradicionais da Escola Naval (Marinha, Administração Naval, Engenheiros Navais, Fuzileiros Navais e Médicos Navais), bem como as restantes classes da mesma categoria: classe de Técnicos Superiores Navais (TSN), a classe de Serviço Técnico (ST), a classe de Técnicos de Saúde (TS) e classe de Técnicos Navais (TN), excluindo as classes dos Músicos Navais e Capelães.

O ingresso nas classes de Marinha, Engenheiros Navais, Administração Naval e Fuzileiros ocorre no posto de guarda-marinha, sendo reservado aos alunos da Escola Naval que tenham obtido o grau de mestre em Ciências Militares Navais, nas respetivas especialidades. Os quadros especiais destas classes pode conferir acesso aos postos de guarda-marinha (GMAR) até almirante (ALM) de acordo com a listagem presente no anexo III.

Já os quadros especiais dos oficiais que ingressam na categoria com o grau de licenciado poderão incluir os postos de Subtenente (STEN) a Capitão-de-mar-e-guerra (CMG), consoante as necessidades orgânicas do ramo (EMFAR, art 128.º). Os oficiais a prestar serviço em regime de contrato (RC) têm a sua organização, do ponto de vista funcional e técnico, definida em Despacho do Almirante Chefe do Estado-Maior da Armada n.º 32/19, de 7 de agosto, encontrando-se agrupados nas classes de Técnicos Superiores Navais (TSN), Técnicos Navais (TN), Técnicos de Saúde (TS) e Fuzileiros (FZ). O ingresso na classe de Técnicos Superiores Navais (TSN) realiza-se no posto de subtenente, sendo aberto a civis ou militares habilitados com o grau de mestre, admitidos por concurso regulado por diploma próprio e após a conclusão, com aproveitamento, do respetivo curso de formação de oficiais. No caso da classe de Técnicos Navais (TN), o ingresso também ocorre no posto de subtenente e pode ser efetuado por:

1. Militares que obtenham o grau de licenciado na Escola Naval;
2. Militares e civis que possuam o grau de licenciatura (ou equivalente), em áreas correspondentes a cada um dos ramos da classe, e que conclua com aproveitamento o respetivo curso de formação de oficiais.

- **Categoria de Sargentos:**

O ingresso na categoria de sargentos faz-se no posto de segundo sargento entre os militares que obtenham aproveitamento no curso de formação inicial (EMFAR, art 228.º). É exigido o nível 5 de qualificação, conferido no âmbito do ensino superior, podendo os seus quadros especiais incluir os postos de Segundo-sargento a Sargento-mor, de acordo com a listagem presente no anexo III.

Segundo o artigo 228.º do Estatuto, a categoria de sargentos é alimentada por:

1. Sargentos e praças em RC e RV;
2. Praças dos QP;
3. Candidatos civis.

De de realçar que esta alimentação é executada de acordo com normas previstas para cada ramo. Dessa forma, para o caso específico da Marinha, a referida categoria é alimentada através da categoria de praças (em RC ou QP).

- **Categoria de Praças:**

O ingresso nesta categoria nos QP faz-se no posto de primeiro-marinheiro, de entre os militares habilitados com o curso de formação de marinheiros (CFM) ou em RC, desde que habilitados com o mesmo curso. À semelhança das categorias supra mencionadas, as condições de ingresso nestes cursos são reguladas por diploma próprio. É exigido diploma de ensino secundário, complementado por formação militar adequada e o seu QE podem assumir os seguintes postos de Cabo-mor (CMOR), Cabo (CAB) ou Primeiro-marinheiro (1MAR).

Já no caso das Praças em prestação de serviço em RC, a sua organização funcional encontra-se vertida em despacho do ALM CEMA, em conformidade com o ponto dois do 258.º artigo do EMFAR, estando distribuídos pelas seguintes classes:

- Administrativos (L);
- Comunicações (C);
- Condutores mecânicos de automóveis (V);
- Eletromecânicos (EM);
- Fuzileiros (FZ);

- Manobras (M);
- Mergulhadores (U);
- Operações (OP);
- Serviço Naval (SN);
- Taifa (TF), que por sua vez compreende as seguintes subclasses:
 1. Cozinheiros (TFH);
 2. Despenseiros (TFD);
 3. Padeiros (TFP).
- Técnico de Armamento (TA);

De acordo com o Despacho n.º11/23 (Almirante Chefe do Estado-Maior da Armada, 2023) desde 2023 que a maioria destas classes deixou de ser alimentadas, passando a haver admissões somente para as classes de Fuzileiros, Mergulhadores e Serviço Naval . Esta última, por sua vez, compreende as seguintes subclasses:

1. Administrativos (SNL);
2. Comunicações (SNC);
3. Condutores mecânicos de automóveis (SNV);
4. Eletromecânicos (SNEM);
5. Informáticos (SNINF);
6. Manobras (SNM);
7. Operações (SNOP);
8. Polícia Naval (SNPN);
9. Taifa Cozinheiros (SNTFH);
10. Taifa Despenseiros (SNTFD);
11. Taifa Padeiros (SNTFP);
12. Técnicos de Armamento (SNTA);
13. Técnico de Infraestruturas (SNTI).

A entrada nos QP na categoria de Praça faz-se por concurso, ao qual podem concorrer os militares em RC, cidadãos na situação de reserva de disponibilidade (RD), militares de outros Ramos das Forças Armadas e civis (Governo da República Portuguesa, 2015).

2.1.3.2 Passagem à Reserva

Ao longo da sua carreira, um militar encontrar-se-á na situação de ativo ou reserva, transitando posteriormente para a situação de reforma (EMFAR, artigos 45.º n.º1 e 139.º). Enquanto se encontrar nas duas primeiras situações, independentemente da forma em que se encontra a prestar serviço, encontrar-se-á sempre ou em efetividade de serviço ou fora da efetividade de serviço. Um militar em efetividade de serviço é um militar que se encontra a desempenhar cargos e funções próprios do seu posto, classe, ou especialidade. Já um militar que se encontre fora da efetividade de serviço satisfaz uma das seguintes condições:

1. Situação de cumprimento de penas de prisão criminal e medidas de segurança privativas de liberdade;
2. Situações de ausência ilegítima ou deserção;
3. Situação de Licença registada;
4. Situação de Licença ilimitada ou em comissão especial. (Artigo 45º, EMFAR).

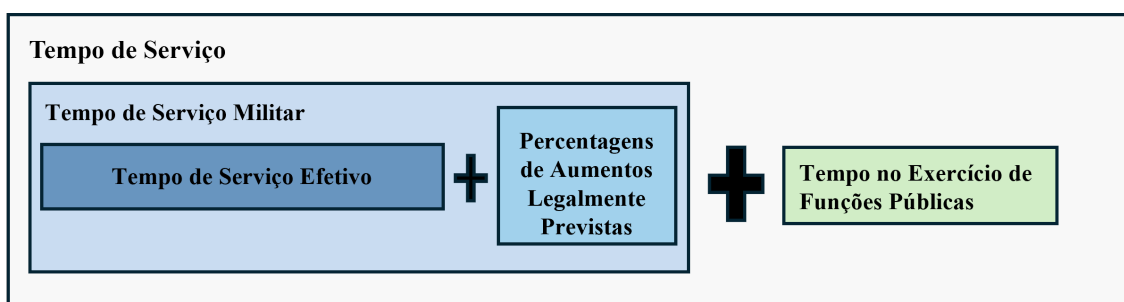


FIGURA 2.3: Composição do tempo de serviço.

Uma das alterações mais significativas introduzidas por este Diploma em relação ao que revoga consiste no fim da possibilidade de os militares poderem requerer a passagem à reserva a partir dos 20 anos de tempo de serviço militar. Assim, o presente Diploma define que um militar poderá efetuar a passagem à condição de Reserva assim que cumpra uma das seguintes condições:

1. Atinja o limite de idade previsto para o respetivo posto;
2. Complete o tempo máximo de permanência na subcategoria ou no posto, tal como previsto no artigo 154.º do Estatuto ((Governo da República Portuguesa, 2015)).
3. Declare, por escrito, desejar passar à reserva depois de completar 40 anos de serviço militar e 55 anos de idade;
4. Seja abrangido por outras condições legalmente previstas.

Tendo em conta que o Serviço efetivo em RV e decorrente de convocação ou mobilização é um caso concreto que não tem representação, não foi considerado para o presente trabalho.

2.2 Doutrina da Marinha Portuguesa

A gestão de pessoas na Marinha Portuguesa encontra-se suportada por um conjunto de princípios doutrinários e instrumentos normativos que asseguram o planeamento, recrutamento e administração dos efetivos. No presente capítulo apresentam-se dois pilares fundamentais dessa gestão: por um lado, o Plano de Aquisição de Pessoal (PAP), documento estruturante que define anualmente as necessidades de ingresso em diferentes categorias e quadros; por outro, os sistemas de informação que sustentam a recolha, tratamento e monitorização dos dados de pessoal. A análise conjunta destes elementos permite compreender a lógica subjacente à gestão de pessoas na Marinha e os desafios que se colocam no contexto da modernização tecnológica e da adequação das estruturas às necessidades operacionais.

2.2.1 Plano de Aquisição de Pessoal (PAP)

Conforme estabelecido no Decreto-Lei n.º 185/2014, de 29 de dezembro (Governo de Portugal, 2014), a Superintendência do Pessoal tem por missão assegurar as atividades da Marinha no domínio da administração do pessoal pertencente aos seus quadros. Neste contexto, considera-se o Plano de Aquisição de Pessoal (PAP), cuja elaboração anual constitui incumbência da Direção de Pessoal (que por sua vez se encontra sob a alçada da Superintendência do Pessoal) e que consiste num documento que expõe as necessidades de recrutamento da Marinha Portuguesa para um ano em concreto. Visa contribuir

para um rejuvenescimento dos quadros, procurando fazer convergir as existências com as necessidades, inserindo-se no âmbito da administração de pessoas («Proposta de Plano para Aquisição de Pessoal (PAP)», 2024).

O PAP abrange:

1. Militares dos quadros permanentes (QP), nas situações de:
 - (a) ativo (QP-ACT);
 - (b) reserva na efetividade de serviço (QP-RES);
2. Militares em regime de contrato (RC);
3. Militarizados do Quadro de Pessoal Militarizado da Marinha (QPMM);
4. Civis do Mapa de Pessoal Civil da Marinha (QPCM).

O PAP de um determinado ano é obtido considerando-se os antecedentes da MP nos anos imediatamente antecedentes ao ano em questão e os objetivos a alcançar (igualar os efetivos previstos nos QP aprovados em diploma legal e os QE aprovados para o ano seguinte e considerando os graus de execução dos PAP dos anos anteriores).

Assim, no PAP são definidos dois indicadores: a Alimentação de Referência e a Alimentação de Equilíbrio. A primeira corresponde ao número mínimo de ingressos anuais necessários em cada classe para garantir o preenchimento dos quadros, sendo calculada pela seguinte equação:

$$\text{Alimentação de Referência} = \frac{\text{Número de Militares no Quadro}}{\text{Número Médio de Anos de Serviço}} \quad (2.1)$$

Neste cálculo, considera-se como referência uma carreira média de 36 anos de serviço efetivo, equivalente a aproximadamente 40 anos de tempo de serviço militar, conforme estabelecido no artigo 153.º do EMFAR.

Já a Alimentação de Equilíbrio consiste no número mínimo de ingressos que devem ocorrer anualmente de forma a garantir a alimentação e subsequente equilíbrio dos quadros, nos postos iniciais da carreira. Este número é obtido através da razão entre as necessidades em cada posto base e o tempo mínimo de permanência nesse posto.

O documento constitui, assim, um instrumento essencial de planeamento e gestão de recursos humanos, permitindo alinhar as necessidades da Marinha Portuguesa com a sua capacidade efetiva de recrutamento e formação, garantindo a sustentabilidade dos quadros ao longo do tempo.

2.2.2 Sistemas de Informação

Segundo a doutrina da Marinha Portuguesa, as entidades e organismos com responsabilidades na gestão de pessoal devem dispor de um Sistema de Informação e Comunicações Automatizado de forma a prestar apoio à execução das tarefas que lhe são atribuídas (Estado-Maior da Armada (2006)). A gestão de pessoas na Marinha tem sido apoiada, desde o início da década de 1990, pelo Sistema Integrado de Informação do Pessoal (SIIP), desenvolvido internamente e ainda em utilização. No entanto, como se irá explicar nesta secção, em 2022 iniciou-se um esforço por iniciativa do Ministério da Defesa Nacional (MDN) no sentido de conjugar todos os sistemas presentes em cada ramo das FFAA (Marinha, Exército e Força Aérea) num só sistema comum.

2.2.2.1 Sistema Integrado de Informação do Pessoal (SIIP)

Assim, segundo o PPA 10 (A) - Gestão de Recursos Humanos: Doutrina Básica e Procedimentos Gerais (Estado-Maior da Armada, 2006), o SIIP entende-se como o conjunto de atividades métodos e procedimentos, dedicados ao processamento de informação relativa a pessoal da Marinha, por forma a suportar a Gestão de Pessoal e Recursos Humanos, e dar apoio aos diversos níveis de decisão da Superintendência dos Serviços do Pessoal e da Marinha, nas seguintes atividades:

1. Pesquisa de mercado;
2. Recrutamento e seleção;
3. Integração;
4. Formação;
5. Análise ocupacional;
6. Atribuição;
7. Movimentação;
8. Avaliação;

9. Desenvolvimento de carreira;
10. Retribuição;
11. Apoio social e sanitário;
12. Planeamento e controlo qualitativo e quantitativo;
13. Controlo disciplinar;
14. Manutenção de registos.

Segundo o PPA 10 (A), a administração e manutenção do SIIP são da responsabilidade do Superintendente dos Serviços de Pessoal, agora designado como Superintendente do Pessoal, que dispõe para o efeito do seu gabinete e do Gabinete de Estudos e Planeamento e Sistemas de Informação do Pessoal (GEPSIP).

O SIIP constitui a principal plataforma de gestão de recursos humanos da Marinha Portuguesa desde a sua implementação em 1986. Desenvolvido internamente, o SIIP foi concebido para informatizar e centralizar os processos administrativos relacionados com o pessoal militar e civil da Marinha, funcionando como principal suporte informático à gestão de pessoal da Marinha.

Desta forma, o SIIP auxilia a gestão de pessoal na Marinha, permitindo gerir:

1. Dados pessoais e profissionais dos militares e civis;
2. Histórico de formação e qualificações (classes, postos, cargos, entre outros parâmetros);
3. Avaliação de desempenho;
4. Gestão de Carreiras e Promoções;
5. Planeamento de efetivos e mobilidade interna.

O SIIP foi progressivamente alargado com a integração de subsistemas adicionais, nomeadamente o SIIP/Formação, desenvolvido com o objetivo principal de disponibilizar ferramentas que viabilizem uma gestão integrada da Formação na Marinha. Contudo, apesar da sua utilidade e longevidade, o SIIP começou a apresentar crescentes limitações, sobretudo em termos de atualização tecnológica, manutenção funcional e integração com outros sistemas da Defesa Nacional. Segundo Fortaleza (2018):

O “SIIP atualmente em produção na Marinha é um sistema que está completamente ultrapassado e que em termos de desenvolvimento utiliza uma linguagem Cobol, que é uma linguagem nascida em 1956 e que tem uma sintaxe complexa e o universo de elementos que a dominam é muito reduzido”.

Exemplo que confere esta realidade é evidenciada no mesmo documento. Segundo CMG M Silva Rocha:

“O facto de o órgão que assegura correções funcionais do SIIP ser a DITIC e possuir apenas um único elemento civil com know how do sistema. A grande vantagem seria aproveitar esta oportunidade para atualizar para um sistema mais eficiente e garantir uma maior uniformização dos processos entre os Ramos das Forças Armadas, eliminando assim, a atual dependência funcional.” (entrevista pessoal citada por Fortaleza, 2018)

Estes constrangimentos levaram à decisão estratégica de descontinuar o SIIP e iniciar a sua substituição pelo Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional (SIGDN), um sistema integrado baseado em SAP ERP (introduzir nota de rodapé a explicar o que é o SAP ERP), comum aos três ramos das Forças Armadas.

2.2.2.2 Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional (SIGDN)

Tal como referido por (Santos, 2023), as Forças Armadas iniciaram, em 2002, um processo de convergência dos sistemas de informação com incidência financeira, com o objetivo de garantir “a redução drástica dos gastos provenientes da adoção de múltiplas aplicações com finalidade idêntica”. No início da década de 1990, a Força Aérea já dispunha de um sistema de gestão de informação desenvolvido internamente, que, à data, operava de forma eficaz. No entanto, este sistema apresentava sinais de obsolescência, exigindo uma revisão e uma eventual migração para uma solução tecnologicamente mais atualizada Santos, 2023. Por sua vez, em 2002, o Exército promoveu a abertura de um concurso público com vista à aquisição de uma aplicação informática adaptada às exigências técnicas do projeto e às necessidades específicas do ramo. Já a Marinha investiu mais de dois milhões de euros na modernização do SIIP que, como já foi referido, apesar das atualizações mantinha limitações estruturais

que evidenciavam a necessidade de substituição por uma solução mais moderna (Ministério da Defesa Nacional, 2002).

Neste contexto, a convergência dos sistemas surgiu como resposta à necessidade de criação de um modelo integrado, articulado e coerente, capaz de assegurar o pleno exercício das competências atribuídas ao Ministério da Defesa Nacional (MDN), nomeadamente:

1. Orientar a elaboração do orçamento do MDN;
2. Fiscalizar a respetiva execução;
3. Controlar a correta administração dos meios.

Com este propósito, foi desenvolvido o SIGDN (Sistema de Informação de Gestão do Ministério da Defesa Nacional), concebido para assegurar a existência de um sistema de informação com incidência financeira comum a todo o Ministério. Este sistema visa garantir a circulação fluida da informação no seio da estrutura e constituir uma plataforma comum, impondo procedimentos normalizados e assegurando, assim, a concretização eficaz das competências do MDN.

“Esta ferramenta, para ser utilizada de forma eficiente e eficaz pelo EMGFA, os três Ramos e os órgãos e serviços centrais da Defesa Nacional, deve ser partilhada pelos vários atores e implementar procedimentos normalizados.” (Santos, 2023).

Importa referir que, apesar da progressiva implementação do Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional (SIGDN), a sua consulta continua, em algumas situações, condicionada a determinados organismos do Ministério da Defesa Nacional, não estando integralmente acessível a todos os utilizadores ou entidades com interesse direto na análise de dados de pessoas.

Deste modo, e tendo em consideração os constrangimentos de tempo associados ao desenvolvimento do presente estudo, optou-se por recorrer à base de dados do Sistema Integrado de Informação do Pessoal (SIIP), cuja estrutura e conteúdo permanecem alinhados com os dados atualmente geridos no SIGDN. Esta escolha foi ainda sustentada pelo facto de ambos os sistemas partilharem, em grande medida, os mesmos registos de pessoal, garantindo a coerência e fiabilidade dos dados utilizados para efeitos de análise e modelação.

2.3 Instalações de Ensino e Formação da Marinha Portuguesa

Tendo como objetivo central deste estudo compreender de que forma deverão ocorrer os ingressos na Marinha Portuguesa (MP), com vista à concretização de um efetivo-alvo dentro de um horizonte temporal previamente definido, considera-se igualmente pertinente analisar o impacto que esses ingressos poderão exercer sobre as infraestruturas de formação e ensino da instituição. Assim, nesta secção, pretende-se caracterizar as capacidades atuais da MP neste domínio, bem como avaliar a sua margem de reforço em caso de necessidade.

É importante reconhecer que qualquer esforço de expansão das capacidades de formação estará sujeito a estrangimentos significativos, nomeadamente de ordem financeira, logística e temporal, frequentemente difíceis de antecipar. Por este motivo, torna-se essencial aferir previamente o impacto que os resultados obtidos com o protótipo desenvolvido poderão ter sobre as estruturas formativas da Marinha, assegurando que estas dispõem da capacidade necessária para acomodar um eventual aumento nos ingressos.

Neste âmbito, identificam-se como principais instituições formadoras a Escola Naval (EN), responsável pela formação dos Oficiais, e a Escola de Tecnologias Navais (ETNA) que assegura a formação inicial das categorias de Sargentos e Praças. Esta assume ainda um papel relevante na formação contínua, sendo responsável por diversos cursos de especialização para Oficiais da classe de Marinha, bem como por ações formativas transversais às três categorias de militares.

Importa referir que a Escola de Fuzileiros, enquanto entidade igualmente relevante no panorama da formação militar da MP, não foi incluída no âmbito do presente estudo, quer por motivos de delimitação temática, quer pela especificidade das suas funções e requisitos. No entanto, reconhece-se o potencial e a pertinência de futuras abordagens que integrem esta instituição, de forma a permitir uma análise mais abrangente das capacidades formativas da Marinha Portuguesa.

2.3.1 Escola Naval

Em 1782, por mão de D.Maria II, instalou-se na Sala do Risco do então Arsenal de Marinha a Companhia dos Guardas-Marinhas, onde os futuros oficiais de Marinha passariam a receber instrução militar a par de instrução teórica na Academia Real de Marinha (Salgado, 2013).

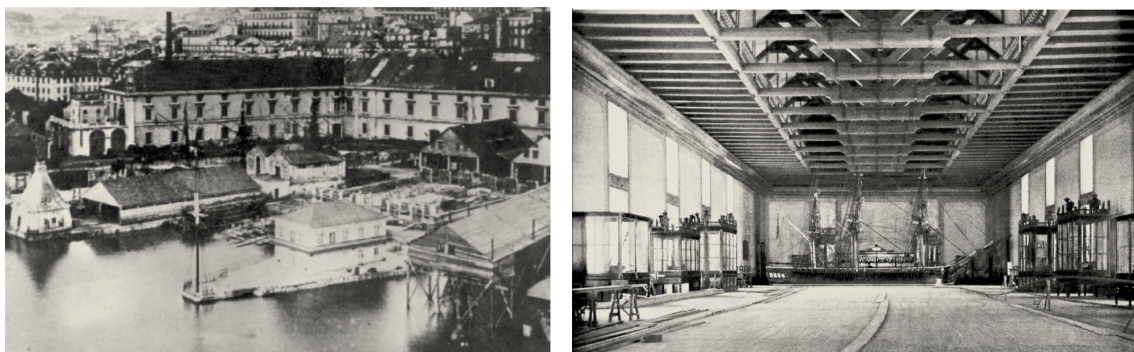


FIGURA 2.4: Edifício da Escola Naval no Arsenal da Marinha, em data anterior a 1916. Imagem retirada de Salgado, 2013.

A formação manteve-se neste local durante mais de 150 anos até ao início das atividades letivas nas novas instalações situadas na margem oposta do rio Tejo, no Alfeite, em 1936. Durante este período, destacam-se dois acontecimentos relevantes: a transferência temporária para o Rio de Janeiro, entre 1807 e 1822, motivada pela primeira invasão napoleónica, e o incêndio na Sala do Risco, em 1916, que destruiu parte significativa das instalações. Este último evento marcou bastante a história da instituição, tendo-se iniciando pouco depois, em 1918, o início do processo de transferência de algumas instalações da Marinha para o Alfeite, com a construção das novas instalações da Escola Naval a arrancar em meados da década de 1930 (Salgado, 2013).



FIGURA 2.5: Instalações da Escola Naval em construção, Alfeite. (Salgado, 2013)



FIGURA 2.6: Instalações da Escola Naval no Alfeite pouco depois da inauguração. (Salgado, 2013).

De facto, a transferência das instalações da Armada para o Alfeite teve início pouco depois da cedência à Marinha dos terrenos reais, popularmente conhecidos como as "sete quintas", em 1918. Poder-se-á, assim, concluir que decorreram 18 anos entre o início deste processo e a inauguração das novas instalações da Escola Naval (EN), em 1936. Este facto reforça a noção de que decisões que envolvem a transformação de infraestruturas frequentemente implicam processos complexos e exigem, por natureza, um horizonte temporal alargado para a sua concretização.

Mapa do movimento dos alunos no ano lectivo de 1915–1916

Curso	Matri- culados	Passaram de ano	Perderam o ano	Abatidos ao fectivo do corpo de alunos da armada	Conclui- ram o curso
Marinha militar:					
1.º ano	18	15	(a) 2	(b) 1	–
2.º ano	10	10	–	–	–
3.º ano	3	–	–	–	3
Total	31	25	2	1	3

FIGURA 2.7: Mapa de movimento dos alunos correspondente ao ano letivo de 1915-1916 (retirado do anuário da Escola Naval de 1916).

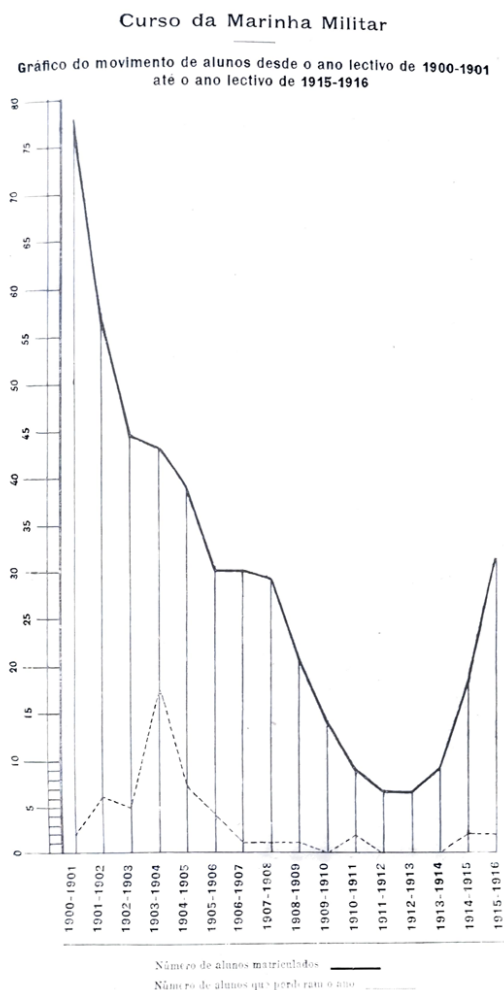


FIGURA 2.8: Gráfico do movimento de alunos desde o ano de 1900-1901 até ao ano letivo de 1915-1916 (Escola Naval (1916)).

Na Figura 2.8 é possível constatar que o Corpo de Alunos da Escola Naval ascendeu a valores perto dos 80 alunos no ano letivo de 1900-1901, valor muito mais elevado que em 1916. Na altura da última data, o Corpo de Alunos da Escola Naval era constituído por 18 alunos do 1º ano, 10 do 2º ano e 3 do 3º, totalizando 31 alunos.

Desta forma, a transferência das instalações do Arsenal de Marinha para o Alfeite, ficou muito provavelmente pautada por um aumento das suas capacidades de ensino de cerca de 80 alunos para cerca de 200 se considerarmos que cada uma das 20 camaratas do internato construído na década de 1930 poderia acolher 10 alunos cada uma.

Desde a sua implantação na Base Naval de Lisboa (BNL), a Escola Naval foi alvo de diversas intervenções com o objetivo de reforçar as suas capacidades de ensino. Entre essas melhorias destacam-se a construção de um novo auditório em 1967 e de um internato, concluído em 1981, a par de outros edifícios que, em conjunto, contribuem para o cumprimento da missão da instituição: a formação dos futuros oficiais da Marinha. Atualmente, de acordo com a informação disponível no site da Escola Naval (Escola Naval, 2025), esta possui capacidade de alojar 320 alunos nos seus internatos, correspondendo a cerca de 53 alunos por ano se considerarmos que são necessários 6 anos para formar um oficial e não sendo contemplada a atribuição durante os cursos (considerando então que todos os alunos que ingressam no primeiro ano terminam o curso).

De forma a identificar as atuais capacidades de ensino da Escola Naval, foi realizada uma entrevista junto do Diretor de Ensino da Escola Naval, o CMG M Calisto de Almeida, tendo-se apurado os principais constrangimentos para a formação na Escola Naval por ordem de urgência:

1. Corpo docente doutorado, exigido pelo modelo de ensino superior militar pós-Bolonha;
2. Falta de docentes próprios, apesar da contratação de novos docentes civis, estando previsto o número dos mesmos passar de 12 para 18 até ao final de 2025;
3. Dificuldade em formar e reter doutorados na carreira militar dentro da Marinha;
4. Capacidade das infraestruturas, que atualmente se encontram subaproveitadas mas que possuem potencial de expansão;
5. Necessidades temporais, uma vez que a formação de um oficial envolve um período de tempo extenso, prolongando-se ao longo de pelo menos 5 anos.

O corpo docente é atualmente composto por 12 docentes civis, encontrando-se em curso um processo de contratação de novos elementos, com vista a reforçar e assegurar devidamente a componente académica. Qualquer decisão política que decida aumentar o corpo de alunos da EN teria que ser acompanhada por um aumento orçamental que possibilitasse essa alteração.

Desta reunião concluiu-se que de todos os fatores identificados, o único que não depende diretamente de constrangimentos orçamentais é o do tempo, uma vez que a formação de um oficial nos moldes atuais (correspondendo a um total de 6 anos de curso para certas classes) exige necessariamente tempo. Poder-se-á, caso exista necessidade e uma diretiva política nesse sentido, reformular os cursos de forma a atingir o seu encurtamento no tempo, sujeitando-se a EN a perder a certificação segundo as normas do Processo de Bolonha.

Em termos de infraestruturas, a Escola Naval dispõe de dois internatos, ambos com níveis de ocupação distintos, refletindo diferentes graus de utilização da respetiva capacidade instalada. O primeiro internato, construído aquando da transição da Escola Naval da margem norte do rio Tejo para a Base Naval do Alfeite — atualmente conhecido como "internato velho", designação que será utilizada ao longo do presente trabalho — é constituído por 20 camaratas. Destas, 10 são habitualmente destinadas ao alojamento dos cadetes do 1.º ano dos cursos tradicionais, enquanto as restantes permanecem desocupadas de forma permanente, sendo mobilizadas, sempre que necessário, para acolher formandos de outros cursos promovidos pela Escola Naval, como o Curso de Formação Básica de Oficiais (CFBO), o Curso de Formação Complementar de Oficiais (CFCO), curso de candidatura à EN, entre outros. As 10 camaratas afetas ao 1.º ano oferecem um total de 100 lugares para cadetes do primeiro ano (80 para cadetes do sexo masculino e 20 para o sexo feminino), e 10 cadetes de 4º ano, seguindo a tradição de manter um cadete de quarto ano por camarata. Adicionalmente, o internato velho dispõe de camaratas reservadas aos cadetes do 5.º ano do curso de Ciências Militares Navais – Especialidade de Marinha, com uma lotação total de 27 lugares.

O segundo internato a ser edificado na Escola Naval — conhecido como "internato novo", designação que será utilizada ao longo do presente trabalho — é composto por 38 camaratas, cada uma com capacidade para quatro cadetes, totalizando 152 lugares. Atualmente, este internato acolhe os cadetes dos 2.º, 3.º e 4.º anos de todos os cursos tradicionais da Escola Naval, bem como os cadetes dos 5.º e 6.º anos dos cursos de Ciências Militares Navais, nas especialidades de Engenharia Naval – Ramos de Armas e Eletrónica e Mecânica, e de Administração Naval. Esta distribuição decorre da recente reestruturação curricular implementada nestes cursos, que passou a prever uma duração de seis anos, em vez dos anteriores cinco (Marinha Portuguesa, 2021). Adicionalmente, segundo informações recolhidas na entrevista conduzida com o Diretor

de Ensino da Escola Naval referida na presente secção, prevê-se que o curso de Ciências Militares Navais – Especialidade de Marinha venha igualmente a ser alvo da mesma reestruturação, passando a ter uma duração de seis anos, em substituição do atual modelo de cinco anos.

Posto isto, a organização interna da Escola Naval, bem como a calendarização dos cursos com duração inferior a um ano — como é o caso dos cursos CFBO e CFCO — não constituem objeto de análise da presente dissertação. Para efeitos do presente estudo, admite-se que a organização dos internatos poderá sofrer alterações, podendo, por exemplo, num determinado ano, ocupar um maior número de camaratas do que noutros, entre outras variações possíveis. Tendo em conta que o número de salas de aula representa uma capacidade de formação superior à de alojamento, optou-se por privilegiar esta última como referência. Assim, estabelece-se como capacidade de formação da Escola Naval o valor de 352 alunos, excluindo os estudantes do 5.º ano alojados no IV (até 27 elementos). Para efeitos do presente estudo, considera-se adequado adotar, como estimativa inicial, que em cada ano poderão ser formados até um máximo de 70 novos oficiais, abrangendo os cursos tradicionais, o CFBO e o CFCO. Importa salientar que, como já referido, dado que o CFBO e o CFCO têm duração inferior a um ano, é possível realizar mais do que uma edição destes cursos. Todavia, para efeitos deste estudo, estabelece-se que, no seu conjunto, não ultrapassem o limite máximo de 70 formandos por ano.

2.3.2 Escola de Tecnologias Navais (ETNA)

A Escola de Tecnologias Navais constitui um dos pilares fundamentais da formação técnico-profissional da MP. Herdeira direta do extinto Grupo n.º2 de Escolas da Armada (G2EA), a ETNA representa a continuidade e a modernização do ensino técnico-militar ao serviço da defesa nacional. O seu número de formandos evoluiu com o tempo, tendo passado de um máximo de quase 7000 alunos no ano letivo de 1964-65 (com o esforço de guerra português no seu auge) para cerca de metade em 1969 (Silva, 2005). De realçar que este número inclui muito provavelmente cursos e ações de formação tidas por militares já formados. Esta redução gradual refletiu o decréscimo das exigências impostas pelo contexto da Guerra Colonial. A reorganização do ensino naval, que culminaria mais tarde na constituição da ETNA, foi acompanhada por um investimento significativo em infraestruturas, equipamentos e conteúdos programáticos, em

consonância com a crescente complexidade dos sistemas de armas e tecnologias embarcadas (Silva, 2005).

Foi estabelecido contacto com um elemento da ETNA com o objetivo de obter informações complementares sobre a capacidade formativa da instituição. Contudo, apesar da disponibilidade demonstrada, não foi possível obter dados substanciais que contribuíssem de forma relevante para o presente trabalho, facto que poderá justificar futuras diligências neste âmbito, de modo a determinar com maior precisão a evolução das capacidades de formação ao longo do tempo e a capacidade atual. Assim, para efeitos do presente estudo, e com base no histórico de ingressos em anos anteriores compilado na secção 3.2, é possível inferir que a ETNA dispõe de capacidade para formar, pelo menos, 430 novas praças anualmente — valor observado em 1981, ano com o maior número de ingressos registado de que há dados disponíveis (433 militares) — e 210 novos sargentos — ambos os casos correspondendo ao registo homólogo de 2009, ano com o maior número de ingressos documentado nesta categoria.

2.4 Programação Linear

A Programação Linear (PL) consiste numa técnica matemática utilizada para otimizar o resultado de um problema, com recurso a um modelo matemático (Kunwar & Sapkota, 2022) e pode ser vista como um grande desenvolvimento que permite definir certos objetivos e de traçar um caminho de decisões pormenorizadas a tomar de forma a atingir esses mesmos objetivos da forma mais eficiente (Dantzig, 2002).

Esta técnica enquadra-se no âmbito da Análise Operacional, também conhecida como Investigação Operacional (IO) sendo definida pela Associação Portuguesa de Investigação Operacional (APDIO) como:

"uma ciência aplicada voltada para a resolução de problemas reais, em que se procura trazer para o campo da tomada de decisões (sobre a conceção, o planeamento ou a operação de sistemas) a atitude e os métodos próprios de outras áreas científicas. Através de desenvolvimentos de base quantitativa, a Investigação Operacional visa também introduzir elementos de objetividade e racionalidade nos processos de tomada de decisão, sem descuidar no entanto os elementos

subjetivos e de enquadramento organizacional que caracterizam os problemas."

Segundo a APDIO, a IO surgiu durante a Segunda Guerra Mundial, num cenário em que os Aliados se depararam com problemas de grande dimensão e complexidade nos domínios logísticos, táticos e estratégicos. Para responder a estes desafios, foram constituídos grupos multidisciplinares de cientistas (incluindo matemáticos, físicos e engenheiros) que aplicaram métodos científicos a problemas operacionais.

Concebeu-se assim o desenvolvimento de modelos matemáticos, baseados em dados e factos, que permitissem compreender os problemas em estudo e testar os resultados de decisões alternativas. O sucesso e a credibilidade alcançados durante o conflito levaram à posterior aplicação destes métodos no mundo civil, onde problemas de decisão de elevada complexidade são também abundantes.

A Programação Linear, sendo um dos principais métodos de otimização, amplamente utilizado em diversos domínios. Permite encontrar uma solução ótima para um problema definido por uma função objetivo linear e um conjunto de restrições lineares. É aplicável tanto à minimização como à maximização da função objetivo de um dado modelo matemático sujeito a restrições conhecidas. Exemplos típicos de uso incluem: maximizar lucros, minimizar custos ou otimizar a utilização da capacidade de produção.

O primeiro exemplo histórico da resolução de problemas de otimização com restrições de igualdade simples remonta a Lagrange, em 1762. No entanto, embora tenham existido avanços teóricos nos séculos seguintes, foi apenas durante a Segunda Guerra Mundial que estas técnicas ganharam o reconhecimento de que hoje beneficiam, com a implementação prática de um problema de otimização pelo Exército norte-americano. O matemático russo Leonid V. Kantorovich (1912-1986) concebeu em 1939 formulações de problemas de otimização que seriam mais tarde usadas durante o conflito de forma a melhor distribuir material (Kunwar & Sapkota, 2022). Também o matemático norte-americano George Dantzig desenvolveu formulações de problemas lineares durante a Segunda Guerra Mundial que contribuíram para a resolução de problemas militares logísticos. Este viria mais tarde a inventar o método Simplex em 1951 e reconhecido como o inventor da programação linear em 1976 (Kunwar & Sapkota, 2022).

$$\text{Min } Z = c^T * x \quad (2.2)$$

$$\text{s.a: } Ax \leq b \quad (2.3)$$

$$x \geq 0 \quad (2.4)$$

Um problema de PL de minimização é escrito matematicamente como indicado nas expressões 2.2-2.4 onde é possível constatar que consiste em determinar os valores das variáveis de decisão (valores do vetor x) que satisfaçam um conjunto de restrições lineares e que otimizem a função-objetivo $\text{Min } Z = c * x$

2.4.1 Resolução de Problemas de Programação Linear em Ambiente MATLAB

Problemas de PL podem ser resolvidos com recurso a linguagens de programação, nomeadamente o MATLAB. Para esse efeito, utiliza-se a função `linprog` que permite resolver um problema que esteja escrito com a seguinte formulação matemática:

$$Z = c^T x \quad \text{de forma que} \quad \begin{cases} A \cdot x \leq b, \\ A_{eq} \cdot x = b_{eq}, \\ x \leq ub, \\ x \geq lb. \end{cases} \quad (2.5)$$

O vetor c corresponde aos coeficientes da função objetivo a minimizar; A matriz A constitui a matriz de restrições de desigualdade, em que cada linha define uma restrição linear do tipo desigualdade sobre x caracteriza-se por ser uma matriz $m \times n$ com m desigualdades e n o número de variáveis ; b é um vetor de restrições de desigualdade, no qual cada elemento representa o limite superior correspondente ao valor de $A * x$; A_{eq} é uma matriz de restrições de igualdade sobre x ; b_{eq} é um vetor em que cada linha de A_{eq} deve ser igual ao elemento correspondente de b_{eq} . Por fim, os vetores lb e ub representam, respetivamente, limites inferiores e superiores dos valores admissíveis para os valores da solução. (SciPy, 2025, MathWorks, n.d.).

Considere-se o problema de minimização simples. Uma empresa tem como modelo de negócio o fabrico de uma liga metálica a partir de duas

matérias-primas diferentes (metal A e metal B), devendo a liga metálica final pesar exatamente 100 kg. Cada material tem um custo associado, devendo a liga respeitar as seguintes condições:

1. Pelo menos 40% da liga deve ser feita do Metal A;
2. No máximo 60% da liga ser feita do Metal B.

O objetivo da empresa é determinar a composição da liga final de forma a minimizar o custo total, respeitando as ditas restrições.

	Custo Associado	Composição
Metal 1	8 unidades monetárias/kg	$\geq 40\%$
Metal 2	6 unidades monetárias/kg	$\leq 60\%$

TABELA 2.1: Exemplo de Programação linear- custo de cada variável.

Assim, o referido problema define-se da seguinte forma:

$$\min f^T x \tag{2.6}$$

Variáveis de decisão:

- x_1 = quantidade em kg de Metal 1;
- x_2 = quantidade em kg de Metal 2;

Função objetivo:

$$f = \begin{bmatrix} 8 \\ 6 \end{bmatrix} \tag{2.7}$$

$$\min = 8x_1 + 6x_2 \tag{2.8}$$

Restrições de desigualdade:

$$\frac{x_1}{x_1 + x_2} \geq 0,4 \Rightarrow -0,6x_1 - 0,4x_2 \leq 0 \tag{2.9}$$

$$\frac{x_2}{x_1 + x_2} \leq 0,6 \Rightarrow -0,4x_1 + 0,4x_2 \leq 0 \tag{2.10}$$

De onde se obtém:

$$A = \begin{bmatrix} -0,6 & 0,4 \\ -0,4 & 0,4 \end{bmatrix}, b = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \tag{2.11}$$

Restrição de igualdade: o peso total da liga deverá ser igual a 100kg.

$$x_1 + x_2 = 100 \quad (2.12)$$

De onde se retira:

$$A_{eq} = [1 \ 1], b_{eq} = [100] \quad (2.13)$$

Utilizando a aplicação MATLAB este problema torna-se facilmente resolvível através da função `linprog`, que tem como requisito a formulação do problema na forma apresentada pelas expressões 2.5.

```

1  clc, clear
2
3  % Funcao objetivo:
4  f = [8;6];
5
6  % Restricoes de desigualdade:
7  A = [-0.6 0.4; -0.4 0.4];
8  b = [0;0];
9
10 % Restricoes de igualdade:
11 Aeq = [1 1];
12 beq = [100];
13
14 % Limites superiores e inferiores:
15 lb = [0;0];
16 ub = [inf; inf];
17
18 % Aplicacao da funcao linprog:
19 [x, fval] = linprog(f, A, b, Aeq, beq, lb, ub);
20
21 fprintf('Usar %.2f kg de Metal A\n', x(1));
22 fprintf('Usar %.2f kg de Metal B\n', x(2));
23 fprintf('Custo total = %.2f\n unidades monetarias', fval);

```

CÓDIGO FONTE 2.1: Código em MATLAB para resolução de problema simples de programação linear.

O resultado deste código é o seguinte:

```

1  Optimal solution found.
2  x =
3  50
4  50
5

```

```
6  fval =  
7  700  
8  
9  Usar 50.00 kg de Metal A  
10 Usar 50.00 kg de Metal B  
11 Custo total = 700.00 unidades monetarias
```

CÓDIGO FONTE 2.2: Resultados do modelo de otimização de programação linear

Dos códigos fonte 2.1 e 2.2 conclui-se que a solução ótima do exemplo existe e que consiste em utilizar 50.00Kg de cada metal, totalizando 700.00 unidades monetárias.

Assim, do mesmo modo que o exemplo apresentado constitui um problema de otimização — neste caso, de minimização — também o desafio abordado na presente dissertação se configura como um problema de otimização, procurando determinar a solução ótima de uma função-objetivo. Neste contexto, a adoção de uma abordagem de Programação Linear revela-se particularmente adequada, uma vez que permite formular de forma explícita tanto o objetivo como as restrições que caracterizam o sistema, assegurando que o número de efetivos projetado seja alcançado de forma eficiente e em conformidade com os limites operacionais e estruturais estabelecidos.

2.5 Modelos de Predição Para Análise de Séries Temporais

Uma vez que na presente dissertação se está a observar dados ao longo de um período temporal, mostra-se necessário abordar a temática das séries temporais. Uma série temporal (em inglês *time series*) pode ser definida como um conjunto de observações x_t observadas num período de tempo específico t (Brockwell & Davis, 2002). Exemplos de séries temporais podem constituir leituras de temperatura diárias, preços de uma ação, vendas mensais de uma empresa, entre outras, e dividem-se em duas grandes famílias: as séries temporais discretas e as contínuas. Uma série temporal diz-se discreta (como o nome indica) quando o conjunto de observações é por sua vez discreto, como quando se fazem observações em intervalo de tempo fixos (anualmente, mensalmente, diariamente, etc). Por outro lado, uma série temporal contínua é obtida quando

as observações são analisadas continuamente durante um intervalo de tempo, por exemplo $T = [0, 1]$ (Brockwell & Davis, 2002).

A análise de séries temporais é uma área bastante importante na Estatística, possuindo aplicabilidade em diversos campos como a da economia, finanças, medicina, tendo como objetivo realizar previsões no futuro de acordo com as características dos dados.

Uma série temporal diz-se estacionária se as suas propriedades estatísticas não mudam com o tempo. Existem dois grandes desafios associados ao processo de previsão. Em primeiro lugar, é fundamental preparar adequadamente os dados que serão utilizados, o que poderá implicar tarefas como a limpeza dos dados, a redução da quantidade de informação a utilizar, entre outros procedimentos. Para que este objetivo seja alcançado, é crucial possuir um conhecimento aprofundado sobre os dados em análise, de forma a garantir que as observações consideradas sejam válidas e façam sentido no contexto do estudo (Brockwell & Davis, 2002).

O segundo desafio consiste na comparação entre os diferentes modelos preditivos passíveis de aplicação. Conforme referido anteriormente, a abordagem seguida neste trabalho baseou-se na aplicação de três metodologias distintas para previsão de séries temporais: o modelo Prophet, os modelos da família ARIMA e a arquitetura NNAR. Esta abordagem foi concebida com o intuito de testar diferentes formas de gerar previsões para anos futuros com base em dados históricos, sendo a seleção destes modelos orientada pelas características específicas das séries em análise — nomeadamente, a sua estrutura temporal anual e a possível presença de variações não lineares que requerem uma abordagem metodológica flexível (Brockwell & Davis, 2002).

No processo de ajuste dos modelos testados, foram considerados dados compreendidos entre os anos de 1985 e 2024, sendo o intervalo temporal efetivamente utilizado ajustado consoante a natureza e a especificidade de cada série analisada. Em algumas séries, como por exemplo as saídas na categoria de Praças, a inclusão de dados desde 1985 revelou-se inadequada, em virtude do término do Serviço Militar Obrigatório (SMO) em 2004, o que marca uma rutura significativa no contexto histórico e organizacional. Por esse motivo, tornou-se preferível restringir a análise a um período mais recente e representativo da realidade atual do sistema de recrutamento.

No caso da categoria de Oficiais, destaca-se ainda a especificidade de

algumas classes, como a de Engenheiros Navais – Ramo de Armas e Eletrónica, criada em 1987, e o Ramo de Mecânica, criado em 1989, tornando infrutífera qualquer tentativa de análise de ingressos antes dessas datas, uma vez que as classes em causa ainda não existiam. De igual forma, seria irrealista tentar analisar as saídas de militares destas classes, uma vez que as mesmas ainda se encontram em fase de desenvolvimento, não sendo expectável que ocorram passagens à reserva com frequência antes de 2027 e 2029, respetivamente (correspondendo aos 40 anos de serviço, compaginável com o estabelecido no Estatuto). Quaisquer casos registados antes dessas datas deverão ser considerados excecionais.

Os modelos selecionados foram implementados e testados no ambiente de desenvolvimento RStudio, recorrendo às bibliotecas e ferramentas estatísticas disponibilizadas por esta plataforma. Ainda mais, criaram-se séries temporais anuais (`frequency = 1`) a começar num ano específico (a título de exemplo, para as saídas na categoria de praças escolheu-se 2005 para início de série devido ao término do SMO em Portugal em 2004).

2.5.1 Modelos ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)

Os modelos da família ARIMA (em português, Média Móvel Integrada Autoregressiva) constituem uma abordagem clássica e amplamente consolidada na modelação de séries temporais. Os modelos ARIMA são derivados dos modelos ARMA, diferenciando-se deste último pela conversão de dados não estacionários em dados estacionários antes de os tratar. As modelações autoregressiva (AR) e de médias móveis (MA) são, por si só, duas metodologias distintas de previsão: a primeira baseia-se na utilização de valores passados da própria série, enquanto a segunda utiliza erros de previsões anteriores para ajustar os valores futuros.

Posto isto, enquanto o modelo ARMA apenas funciona com séries estacionárias, o ARIMA combina ainda uma componente de integração (I), que consiste na diferenciação dos dados com o objetivo de tornar a série estacionária. É dessa integração entre as componentes autoregressiva, integrada e de médias móveis que resulta a designação ARIMA — **AR** (*Autoregressive*), **I** (*Integrated*) e **MA** (*Moving Average*) (Mondal, 2014). Geralmente os modelos

ARIMA são apresentados sob a seguinte formulação:

$$ARIMA(p, d, q), \quad (2.14)$$

em que p representa a ordem do termo autoregressivo (AR), ou seja, o número de observações passadas a serem consideradas, d indica o grau de integração, isto é, o número de vezes que os dados devem ser diferenciados para se tornarem estacionários, e q corresponde à ordem do termo de média móvel (MA), ou seja, o número de erros passados a ser incorporado no modelo.

Ao aplicar este tipo de modelo, é necessário, numa primeira fase, identificar a configuração ARIMA mais adequada, assegurando que os parâmetros assumem valores tão reduzidos quanto possível, de modo a garantir que o modelo possa descrever e ajustar corretamente o comportamento da série temporal (Mondal, 2014).

Para o presente trabalho foi utilizado um modelo ARIMA automático, utilizando para tal a função `auto.arima()` do pacote `forecast` que automatiza a escolha do melhor modelo ARIMA. Em vez do utilizador inserir manualmente os parâmetros do modelo, a função encontra automaticamente os melhores valores com base nos dados fornecidos. A função tem elementos opcionais, que permitem personalizar o comportamento da função, como se explica:

1. `seasonal = TRUE/FALSE` - permite incluir ou não uma componente sazonal;
2. `stepwise = TRUE/FALSE` - permitir usar uma busca mais rápida, mas menos exaustiva;
3. `approximation = TRUE/FALSE`;
4. Entre outros.

Dado o número reduzido de observações disponíveis, a eficiência computacional não constituiu uma preocupação. Assim, optou-se por definir o argumento `approximation = FALSE` na função `auto.arima()`, permitindo que a seleção do modelo fosse feita com base em cálculos exatos, em vez de aproximações e o argumento `stepwise = FALSE` de forma a que o conjunto de parâmetros utilizados na busca do modelo mais adequado fosse maior. Uma série é estacionária caso as suas propriedades (média, variância e autocorrelação) se mantenham constantes ao longo do tempo. Como já foi referido, este

modelo difere-se do modelo ARMA no sentido em que estacionariedade nos modelos ARIMA. Assim, o `auto.arima` testa automaticamente a estacionariedade e aplica diferenças sucessivas (utilizando a função `diff()`) caso necessário até que a série cumpra com esse requisito. Só depois disso procura os melhores parâmetros.

2.5.2 Redes Neurais Auto Regressivas (NNAR)

As redes neurais constituem um subconjunto da aprendizagem automática, inspirado no funcionamento do cérebro humano. Estas redes procuram imitar a forma como os neurónios biológicos comunicam entre si com o objetivo de tomar decisões ou realizar previsões.

Uma rede neuronal pode ser entendida como uma estrutura composta por "neurónios" artificiais organizados em camadas. Na sua forma mais simples, inclui uma camada de entrada (formada pelos fatores de previsão, os `predictors`) e uma camada de saída (formada pelos `outputs`). Entre estas, podem existir uma ou mais camadas intermédias, designadas por camadas ocultas, compostas por "neurónios ocultos", responsáveis pelo processamento não linear da informação. A complexidade da rede depende do número de camadas e da quantidade de neurónios presentes em cada uma delas.

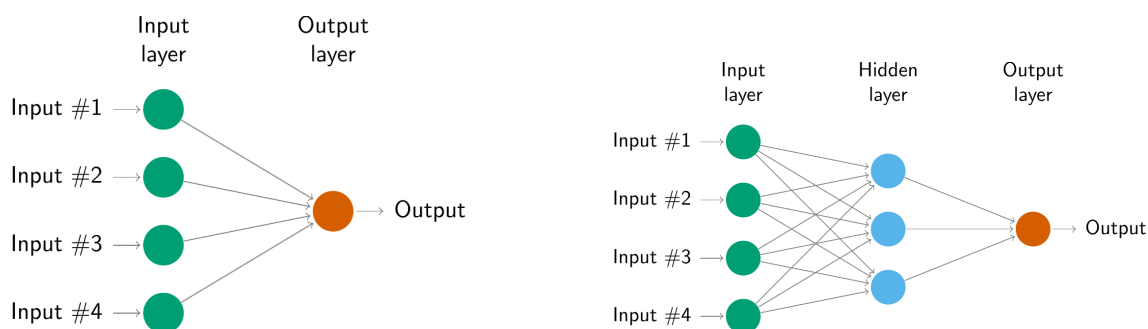


FIGURA 2.9: Redes Neurais com e sem camada de neurónios ocultas.

2.5.3 Modelo Prophet

O modelo Prophet, desenvolvido pela Meta (antiga Facebook), é especialmente adequado à modelação de séries temporais com forte componente sazonal e tendência, mesmo na presença de dados com falhas ou irregularidades. Apesar de nem todos os dados analisados apresentarem uma tendência

clara, o modelo revela potencial devido à sua robustez na gestão de séries com tendências complexas e possíveis interrupções ou descontinuidades nos dados, um cenário compatível com as quebras observadas nos ingressos em anos de crise ou reestruturação, como são exemplo os anos de 2011, 2012 e 2014, em que não ocorreram incorporações de praças nas fileiras da Marinha.

A estrutura base do modelo é caracterizada pela expressão,

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \epsilon_t, \quad (2.15)$$

Sendo:

- $y(t)$: valor observado ou previsto da série no instante de tempo t ;
- $g(t)$: tendência, que representa o crescimento ou decréscimo global da série ao longo do tempo, e que pode assumir diferentes formas:
 1. Linear;
 2. Logística — uma tendência que atinge um limite máximo ou mínimo, útil quando existe um limite realista para os valores a serem previstos. A diferença visual entre estes dois modos de crescimento encontra-se definida na Figuras 2.10 e 2.11.
- $s(t)$: sazonalidade, que modela padrões cíclicos que se repetem ao longo do tempo (como variações mensais, trimestrais ou anuais);
- $h(t)$: efeito de feriados ou eventos externos que afetam a série em momentos específicos;
- ϵ_t : erro aleatório, que representa a variabilidade não explicada pelo modelo — ruído ou perturbações imprevisíveis.

É de realçar que existe a possibilidade de omitir tanto o componente sazonal $s(t)$ como o componente de feriados ou efeitos externos $h(t)$, caso estes não se apliquem aos dados em análise. Esta flexibilidade permite adaptar o modelo à realidade específica da série temporal considerada, evitando a inclusão de variáveis que não contribuem para a explicação do comportamento dos dados.

De forma a aplicar este modelo, foi necessário transformar os dados num formato compatível com o Prophet:

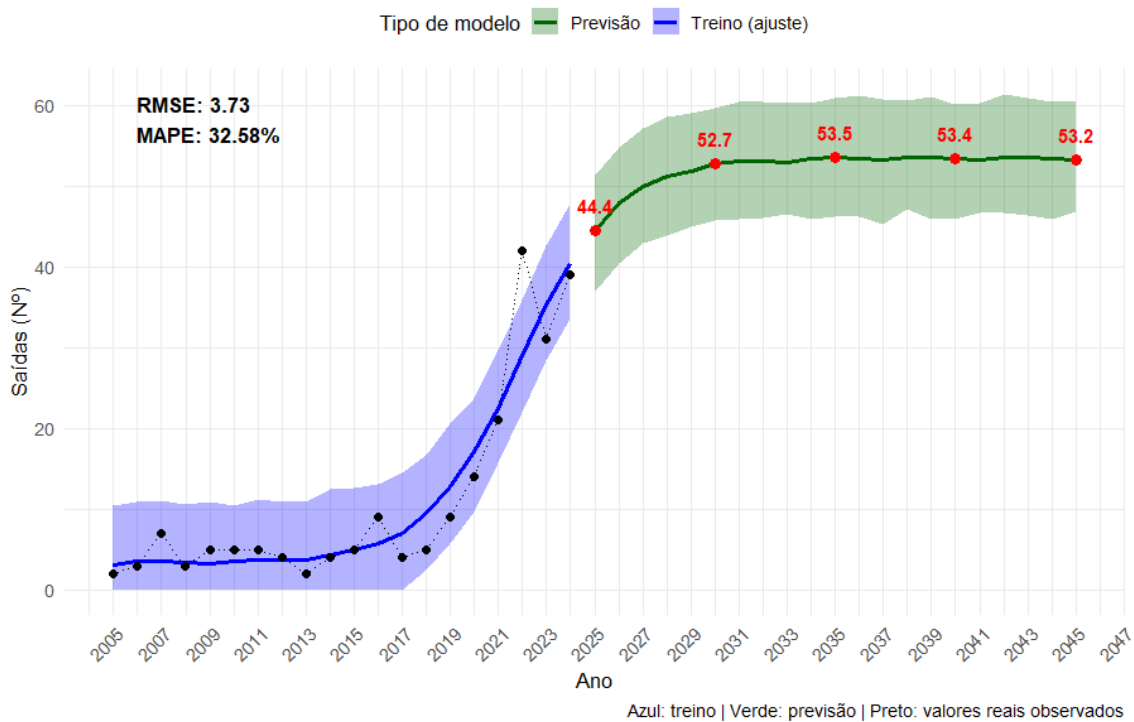


FIGURA 2.10: Exemplo da previsão de uma série segundo um crescimento = `logistic` em ambiente RStudio.

1. A variável `Ano` foi convertida para um campo de data denominado `ds`, assumindo-se, para o efeito, o primeiro dia de cada ano. Esta simplificação não representa um problema, dado que existe apenas uma observação por ano nas séries analisadas.
2. A variável `y` representa o valor a prever, variando consoante a série temporal em análise.
3. Para todas as variáveis foi definido um valor mínimo admissível, tendo em conta que, pela própria natureza dos dados, não é plausível a previsão de valores negativos. Esta restrição apenas é possível quando se utiliza `growth = logistic`, em conjunto com a definição de `floor = 0`, dado que no modo de crescimento `linear` não existe um mecanismo nativo para impedir previsões negativas. Assim, a escolha entre os modos de crescimento foi ponderada cuidadosamente, de acordo com as características da série, por forma a garantir a coerência dos resultados.

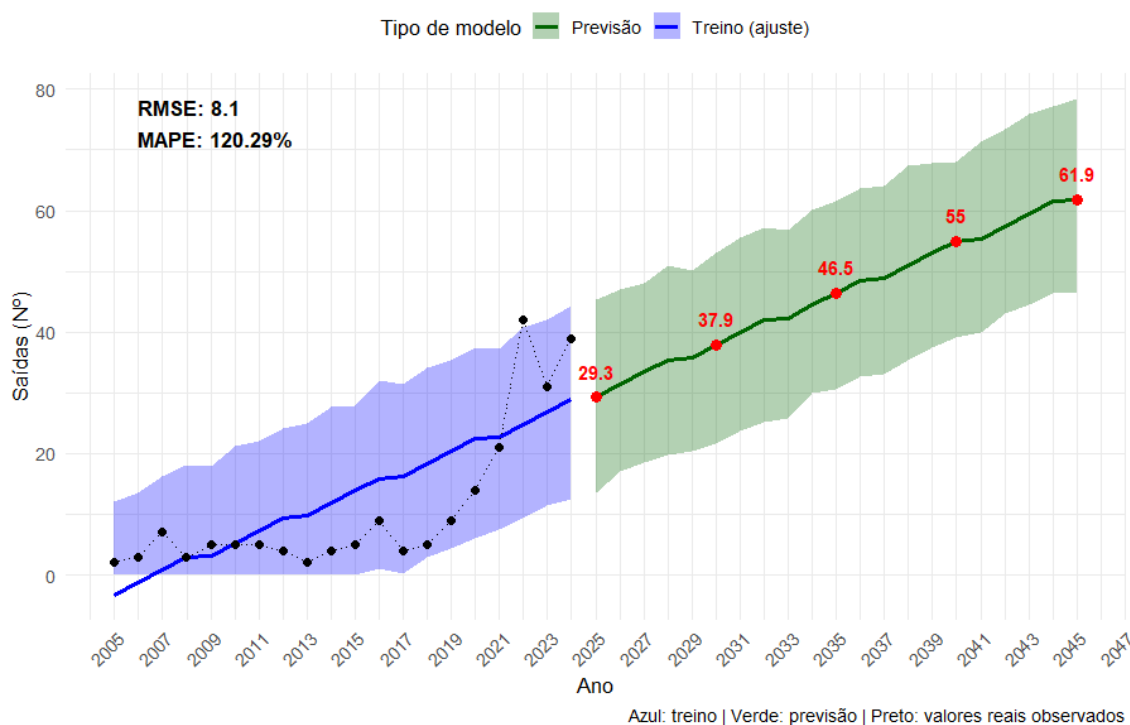


FIGURA 2.11: Exemplo da previsão de uma série segundo um crescimento = linear em ambiente RStudio.

2.5.4 Indicadores de Avaliação do Desempenho dos Modelos de Previsão

A fim de avaliar o desempenho dos modelos preditivos aplicados no presente estudo, foram utilizadas quatro métricas de medição de erro, permitindo uma análise completa e robusta da qualidade das previsões. Este facto verifica-se uma vez que cada métrica capta diferentes aspetos do desvio entre os valores observados e os estimados. Esta abordagem minimiza o risco de serem tiradas conclusões enviesadas com base numa única perspetiva e permite uma comparação mais equilibrada entre os modelos, especialmente no contexto presente, em que se analisam séries com variações de escala ao longo do tempo.

A avaliação da qualidade de um modelo preditivo de séries temporais exige a utilização de várias métricas complementares, cada uma captando diferentes aspetos do erro de previsão. Desta forma, foram analisadas as métricas MAPE (*Mean Absolute Percentage Error* - Erro Percentual Absoluto Médio), RMSE (*Root Mean Squared Error* - Erro Quadrático Médio da Raiz), MAE (*Mean Absolute Error* - Erro Absoluto Médio) e ME (*Mean Error* - Erro

Médio) cuja análise conjunta permitiu uma avaliação mais robusta do desempenho de cada modelo, tendo em conta tanto a magnitude dos erros como o seu impacto relativo e o eventual viés das previsões. Todas estas métricas se baseiam na medição dos resíduos, que constituem a diferença entre os erros observados e os previstos. Graficamente, os resíduos representam a distância entre os dados reais e a linha de regressão.

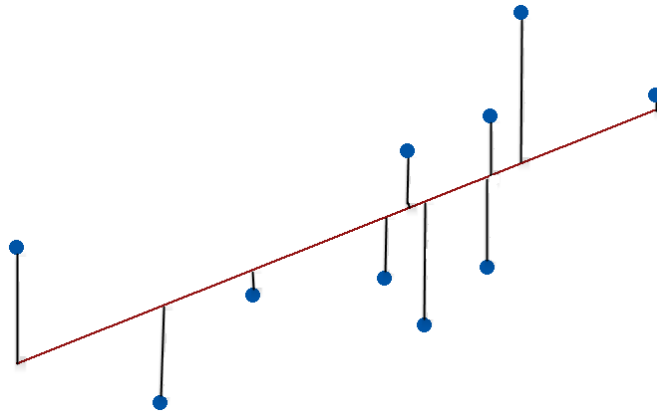


FIGURA 2.12: Representação gráfica dos resíduos de um modelo de regressão linear simples, evidenciando as diferenças entre os valores observados (pontos azuis) e os valores ajustados (linha vermelha).

2.5.4.1 MAPE (Erro Percentual Absoluto Médio)

O Erro Percentual Absoluto Médio (Mean Absolute Percentual Error, MAPE) é uma métrica vital para quantificar a precisão de um modelo preditivo, indicando o desvio médio entre os valores previstos e os valores reais. É frequentemente utilizado como função de perda em modelos de previsão devido à sua interpretação intuitiva em termos de erro relativo para avaliação de previsões. É uma das formas mais comuns de medir a precisão da previsão de um modelo em relação a valores reais, sendo o equivalente percentual ao erro absoluto médio (MAE) (Roberts, 2023)). O MAPE é calculado segundo a seguinte fórmula:

$$\text{MAPE} = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| (\%) \quad (2.16)$$

onde F_t corresponde aos valores previstos, A_t aos valores reais, e n ao número total de elementos a serem previstos (neste caso, número de anos).

A interpretação desta métrica é relativamente simples. A título de exemplo, um MAPE de 10% indica que, em média, os valores previstos diferem dos valores reais em cerca de 10%, seja por excesso ou por defeito.

No entanto, uma das principais limitações do MAPE reside na sua sensibilidade à natureza dos dados analisados. Em particular, quando os valores reais A_t são de pequena dimensão ou próximos de zero, o valor do MAPE pode aumentar de forma significativa, distorcendo a percepção do erro e, por vezes, conduzindo a interpretações enganadoras quanto à qualidade do modelo preditivo. Por exemplo, se um modelo prever o valor dois para um determinado ano e o valor real observado for um, o MAPE resultante será de 50%. Apesar de numericamente elevado, este valor pode não refletir, de forma proporcional, a gravidade do desvio em contextos onde os valores absolutos são reduzidos. Ainda mais, caso existam zeros nos valores reais observados A_t , o cálculo do MAPE terá automaticamente como resultado "Inf" (MathWorks, 2024). Caso se pretenda evitar este erro, pode ter que se desconsiderar estes valores, representando uma limitação adicional desta métrica, já que não considera certos valores reais. Desta forma, o MAPE constitui um bom ponto de partida numa análise de um modelo preditivo, mas não deve ser considerado de forma isolada, sem ser complementado com outras métricas.

2.5.4.2 RMSE (Raiz do Erro Quadrático Médio)

A Raiz do Erro Quadrático Médio (Root Mean Square Error, RMSE) mede a diferença média entre os valores previstos por um modelo estatístico e os reais (resíduos). O RMSE quantifica quão afastados estão estes valores dos valores previstos.

Esta métrica pode ser calculada a partir da seguinte equação:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_t - F_t)^2} \quad (2.17)$$

O RMSE é uma métrica sensível a grandes erros, uma vez que as diferenças entre os valores previstos e os reais são elevadas ao quadrado, atribuindo maior peso aos desvios mais significativos. Assim, erros excessivamente grandes têm um peso acrescido no valor total. Esta característica pode revelar-se particularmente útil em contextos em que é mais importante penalizar fortemente os grandes erros de previsão do que os erros de menor magnitude. No entanto, o

RMSE pode ser fortemente influenciado por valores atípicos, podendo exagerar a percepção do erro em séries com valores muito próximos uns dos outros com *outliers* misturados (Olumide, 2023).

O RMSE é uma métrica de fácil interpretação, uma vez que é expresso nas mesmas unidades do conjunto de dados que avalia. Por exemplo, ao prever preços de imóveis em euros, o RMSE será igualmente apresentado em euros, o que permite uma análise direta e intuitiva dos resultados. Esta característica torna-o uma medida padronizada útil para comparar o desempenho entre diferentes modelos. Ao avaliar múltiplos algoritmos preditivos, o RMSE pode, assim, ser utilizado como critério de referência para identificar o modelo que apresenta menor erro de previsão e, conseqüentemente, maior precisão na estimação de valores em dados não observados (Olumide, 2023).

2.5.4.3 MAE (Erro Absoluto Médio)

O Erro Absoluto Médio (Mean Absolute Error, MAE) constitui uma métrica amplamente utilizada na análise de regressão para medir a exatidão de um modelo de previsão. Representa a média das diferenças absolutas entre os valores reais A_t e os valores previstos F_t em n observações e é obtido a partir da seguinte expressão:

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |A_t - F_t|. \quad (2.18)$$

Esta métrica fornece uma interpretação direta da magnitude média dos erros de previsão, expressa nas mesmas unidades dos dados, o que facilita a sua compreensão e aplicação prática. Ao ignorar o sinal do erro, o MAE evita compensações entre previsões por excesso e por defeito, refletindo com clareza o desvio absoluto médio do modelo em relação à realidade.

Uma das principais vantagens do MAE reside na sua menor sensibilidade a erros extremos (*outliers*), em comparação com outras métricas como o RMSE. Ao considerar apenas o valor absoluto dos desvios entre os valores previstos e os reais — sem os elevar ao quadrado —, o MAE atribui o mesmo peso a todos os erros, independentemente da sua magnitude. Esta característica confere-lhe uma maior robustez em contextos em que a distribuição dos erros possa ser assimétrica ou incluir valores atípicos, impedindo que um número reduzido de previsões fortemente desviadas influencie de forma desproporcionada a métrica global (Burch, 2023).

Desta forma, o MAE proporciona uma avaliação mais equilibrada da performance preditiva de um modelo, refletindo o erro médio real sem amplificar artificialmente os desvios mais acentuados. Contudo, essa mesma neutralidade pode constituir uma limitação em cenários onde se pretende penalizar de forma mais severa os grandes erros, motivo pelo qual a sua utilização deve ser complementada com outras métricas que introduzam essa sensibilidade, como o RMSE.

2.5.4.4 ME (Erro Médio)

O Erro Médio (Mean Error, ME) é uma métrica que calcula a média aritmética das diferenças entre os valores previstos F_t e os valores reais A_t em n observações:

$$\text{ME} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - F_t). \quad (2.19)$$

Ao contrário do MAE, que utiliza os valores absolutos dos erros, o ME mantém o sinal das diferenças, permitindo avaliar a direção dos desvios. Um ME positivo indica uma tendência do modelo para subestimar os valores reais, enquanto um ME negativo revela uma tendência para sobrestimar.

A sua principal utilidade reside, portanto, na identificação de tendências sistemáticas de erro (viés), funcionando como um indicador de tendência global do modelo. No entanto, por permitir que os erros positivos e negativos se anulem entre si, o ME pode apresentar um valor próximo de zero mesmo quando existem erros significativos, o que limita a sua utilidade como medida de precisão. Dado este comportamento, o ME não deve ser utilizado isoladamente para avaliar a qualidade preditiva de um modelo. Contudo, constitui um complemento valioso a outras métricas, como o MAE ou o RMSE, quando se pretende diagnosticar a existência de enviesamentos nas previsões.

2.6 Simulador de Carreiras da Marinha

O que hoje é conhecido como Simulador de Carreiras de Marinha (e que daqui a diante se designará por Simulador) nasceu de um pedido realizado pela Superintendência dos Serviços de pessoal (SSP) e a Direção do Serviço do Pessoal (DSP) junto da Direção de Análise e Gestão da Informação (DAGI), a

quem coube o desenvolvimento em colaboração com estas primeiras. Esta solicitação surgiu da necessidade de avaliar o impacto, nas carreiras dos militares, das variações nos quantitativos de pessoal previstos para 31 de dezembro de 2012 e 31 de dezembro de 2013, conforme o previsto no Decreto-lei n.º211/2012, de 21 de setembro.

Do trabalho desenvolvido pela DAGI surgiu uma versão final do simulador capaz de efetuar a simulação de qualquer classe das categorias de oficiais, sargento e praças. Este implementa um modelo de simulação determinístico cuja base de iteração é o ano e simula a carreira dos militares dos Quadros Permanentes (QP) de uma determinada classe e categoria. O termo "simulação" consiste na projeção de um conjunto de variáveis que caracterizam um militar (idade, posto, situação no quadro, etc.) ao longo de um horizonte de tempo futuro. Este, por sua vez, é também designado por horizonte de simulação e corresponde a um período de 40 anos. Uma simulação corresponde à projeção no tempo deste conjunto de variáveis caracterizadoras dos militares, tendo como produto final um cubo de dados como é possível constatar na Figura 2.13 em que cada camada corresponde ao perfil de carreira de um determinado militar.

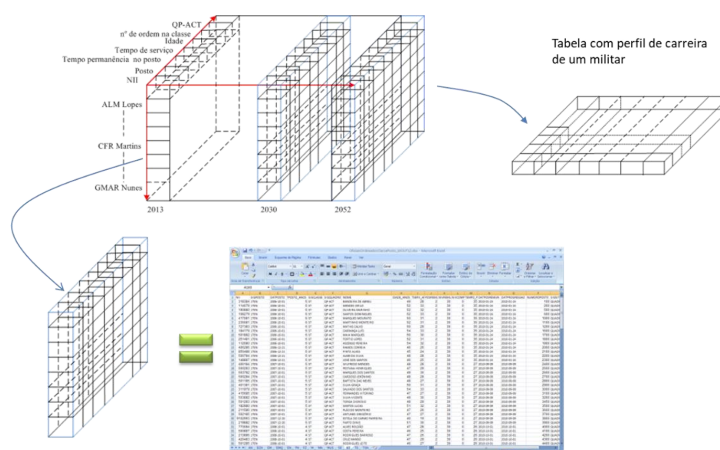


FIGURA 2.13: cubo de dados obtido por uma simulação. Reproduzido de *Manual de Utilizador do Simulador de Carreiras de Marinha*

O conceito de carreira tal como previsto no Simulador consiste na "tradução numérica em anos do conceito de "carreira militar" constante no artigo 27.º do EMFAR. (Deus, 2022) e que já foi abordada na secção 2.2. Esta pode ser influenciada por um conjunto de fatores bastante diversificado, que podem ser de natureza endógena ou estrutural — como a idade do militar num determinado ano, o posto ocupado e a antiguidade no posto — ou relacionados

com as regras que regem o desenvolvimento da carreira, tais como o limite de idade para a passagem à reserva, o tempo mínimo de permanência no posto ou o número de vagas disponíveis por posto e classe (quadro especial). O simulador considera, para efeitos da simulação, apenas os militares em efetividade de serviço, excluindo automaticamente os militares em situação de reserva ou de reforma.

Desta forma, em termos legais, o Simulador apoia-se consideravelmente no EMFAR sendo que o diploma refletido corresponde ao aprovado pelo Decreto-lei n.º90/2015 de 29 de maio. Um conceito bastante importante que o Simulador considera é o da erosão, que está associado à "saída de um militar antes de completar o termo do seu contrato com a organização militar".

"No caso dos militares do Quadro Permanente, assume-se que o termo da prestação de serviço ocorre com a passagem à reserva." (Deus, 2022)

Assim, a erosão é incorporada no simulador através de um mecanismo que permite ao utilizador seleccionar o tipo de erosão a aplicar — baseada no tempo de serviço ou na idade — e realizar simulações de Monte Carlo, com o objetivo de avaliar o seu impacto nos fluxos de carreira. Este processo assenta em modelos descritivos de erosão, construídos a partir de dados recolhidos no período de 2008 a 2015, utilizando uma função de probabilidade condicional em relação ao tempo de serviço efetivo e à idade do militar (Deus, 2022). Embora o simulador de carreiras constitua uma abordagem válida para o presente estudo, nomeadamente na estimativa da evolução da atrição (saídas antecipadas da organização) e das passagens à reserva para as diferentes categorias em análise, optou-se por uma metodologia baseada em modelos estatísticos, designadamente ARIMA, Prophet e NNAR. Esta decisão fundamenta-se na superior capacidade destes modelos para modelar séries temporais históricas com elevado grau de variabilidade, permitindo a incorporação de padrões não lineares. A escolha visa, assim, garantir maior robustez, flexibilidade e rigor na produção de previsões, conforme será detalhado na secção 3.2.

A alimentação de referência, conceito já abordado na Secção 2.2.1, é aqui definida como:

"o número de ingressos anuais que resulta do quociente entre a dimensão da classe (número total de militares da

classe definido superiormente) e o tempo médio que se espera que um militar permaneça no ativo até passar à reserva.”(Deus, 2022)

Para as classes em desenvolvimento terá que se considerar um valor teórico ou superiormente definido para o efeito. A alimentação de equilíbrio corresponde à alimentação de referência corrigida pela erosão e pela indisponibilidade.

O Simulador constitui uma ferramenta essencial no contexto da gestão de pessoas na Marinha, uma vez que permite estudar e analisar a evolução do fluxo de pessoal ao longo do tempo. No entanto, apresenta algumas limitações, entre as quais se destaca o facto de o fenómeno da erosão não estar incorporado na versão atual do simulador. Tal limitação deve-se ao facto de os dados relativos às saídas classificadas como erosão, utilizados para estimar as taxas de erosão por idade e tempo de serviço, corresponderem apenas ao período entre 2008 e 2015, o que poderá não ser o mais adequado ou representativo para modelar corretamente a erosão dos quadros. Para corrigir esta situação, seria proveitoso efetuar o estudo do fluxo de pessoal nos últimos anos de forma a Adicionalmente, a simulação com projeção de datas associadas à passagem à reserva ainda não está disponível para as categorias de sargentos e praças, estando, por enquanto, limitada à categoria de oficiais. Assim, o simulador apenas permite fornecer este tipo de previsões para os oficiais, não abrangendo, nesta vertente, as restantes categorias.

2.7 Otimização

2.7.1 Síntese Conclusiva

No presente Capítulo abordou-se de forma estruturada o enquadramento legal e doutrinário que rege a gestão de pessoas na Marinha Portuguesa, através da análise da Lei do Serviço Militar (LSM), da Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas (LOBOFA) e do Estatuto dos Militares das Forças Armadas (EMFAR). Foi igualmente descrita a forma de ingresso, progressão e passagem à reserva nas diferentes categorias de militares — Oficiais, Sargentos e Praças —, bem como o funcionamento do Plano de Aquisição de Pessoal (PAP), enquanto instrumento de planeamento das necessidades de recrutamento.

Adicionalmente, foi analisada a evolução dos sistemas de informação de suporte à gestão de pessoal, desde o Sistema Integrado de Informação do Pessoal (SIIP) até ao atual Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional (SIGDN), evidenciando os progressos e limitações associados a estas ferramentas. Foram ainda explorados os modelos de previsão de séries temporais aplicados à análise do fluxo de pessoal, com destaque para os modelos ARIMA, NNAR e Prophet, justificando-se a sua seleção em função das características das séries analisadas e dos resultados produzidos pelos mesmos.

Por fim, foi descrito o Simulador de Carreiras da Marinha e introduzida a aplicação de técnicas de Programação Linear, através da ferramenta `linprog` em MATLAB, para modelar e otimizar a determinação dos ingressos anuais necessários. Este conjunto de metodologias fornece uma base sólida para apoiar uma gestão provisional mais eficaz de pessoas na Marinha, alinhada com os objetivos operacionais e estruturais da instituição.

Capítulo 3

Modelos de Predição

Este Capítulo encontra-se organizado em 4 secções. Na Secção 3.1 são abordadas a origem e as características dos dados históricos obtidos bem como as suas limitações e através dos quais se obtém as séries temporais a serem analisadas. Na Secção 3.2 aborda-se o tratamento dos dados históricos a fim de originar as séries temporais a serem tratadas. Na quarta Secção (3.3) faz-se uma análise exploratória dessas mesmas séries temporais. Este Capítulo visa contribuir diretamente para o cumprimento do OEI-2, respondendo à questão de investigação QD-2.

3.1 Caracterização dos Dados

Tendo em conta o exposto na Revisão de Literatura (Capítulo 2), salienta-se a importância de dispor de uma fonte de dados com um histórico o mais completo possível e com um nível de detalhe suficientemente elevado, que permita extrair a informação necessária para a análise do fluxo de pessoal da Marinha Portuguesa — nomeadamente, os números de saídas, transições entre categorias e passagens à Reserva. Dados estes que constituem a base para a construção de um modelo preditivo que permitirá estimar a evolução futura dos efetivos da Instituição.

Os dados utilizados foram extraídos do Sistema Integrado de Informação do Pessoal (SIIP), cuja longa utilização e contínua atualização (incluindo informação até ao presente ano de 2025) asseguram um grau de fiabilidade e profundidade adequados aos objetivos definidos. A estrutura relacional deste sistema permite acompanhar a trajetória completa de cada militar ao longo da sua carreira, possibilitando a identificação precisa dos principais eventos, como as datas de ingresso, de progressão e de saída da efetividade de serviço. Esta

granularidade temporal e funcional é particularmente relevante para o tipo de análise estatística e preditiva a desenvolver.

Embora o SIIP se encontre em fase de substituição pelo Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional (SIGDN), ambos os sistemas deverão, conter registos históricos coincidentes. No entanto, o acesso aos dados presentes em SIGDN fica reservado a certos órgãos dos Ramos das Forças Armadas, sendo um deles na MP a Direção de Pessoal. Sendo o presente estudo desenvolvido na DAGI, local com acesso direto ao SIIP, optou-se pelo SIIP cuja acessibilidade permitiu uma extração eficiente da informação essencial ao presente estudo.

Os dados foram extraídos para oito ficheiros em formato Microsoft Excel, cada um deles com informações pertinentes para o presente trabalho, como é possível constatar na tabela 3.1

TABELA 3.1: Ficheiros Excel utilizados para extrair os diferentes registos a partir do SIIP

Ficheiro	Descrição
<code>data_incorporação.xlsx</code> <code>data_incorporação_contratados.xlsx</code>	Ficheiro com NII referentes a todos os militares de que há registo em SIIP com respetiva data de incorporação.
<code>data_postos_classes.xlsx</code> <code>data_postos_classes_contratados.xlsx</code>	Ficheiro com NII dos militares, classes que cada militar ocupou ao longo da sua carreira e respetivas datas; postos que os militares ocuparam e respetivas datas de promoção.
<code>data_reserva.xlsx</code>	Histórico de passagens à reserva e respetivas datas.
<code>data_reforma.xlsx</code>	Histórico de passagens à reforma e respetivas datas.
<code>data_sit_quadros.xlsx</code> <code>data_sit_quadros_contratados.xlsx</code>	Ficheiros com várias entradas para cada valor único de NII com todos os quadros que determinado militar ocupou, bem como as situações em que se encontrou dentro de cada quadro e respetivas datas.

Na referida tabela é possível observar de forma resumida a informação presente em cada ficheiro, tendo se retirado dados referentes a todos os militares de que existe registo em SIIP. É de relevante importância referir que apenas se procurou explorar o universo de militares, encontrando-se como já referido no Capítulo 1, excluídos do presente estudo os membros do Mapa de Pessoal

Civil da Marinha (MPCM) e do Quadro de Pessoal Militarizado da Marinha (QPMM).

Apesar da relevância do SIIP como fonte de dados, importa reconhecer as limitações associadas à sua utilização. É provável que existam registos incompletos, incorretamente preenchidos ou em falta. Por exemplo, embora o ficheiro das incorporações apresente dados desde 1912, é pouco plausível que reflita a totalidade dos ingressos na Marinha, dado que apenas constam cerca de 20.000 registos — um número claramente inferior ao expectável para um período tão extenso. Adicionalmente, existe a possibilidade de fenómenos como o abate aos quadros serem registados em datas que não correspondem à sua ocorrência real, o que poderá introduzir imprecisões na análise temporal dos dados. Estas limitações são, de resto, inerentes a qualquer base de dados com esta dimensão e longevidade.

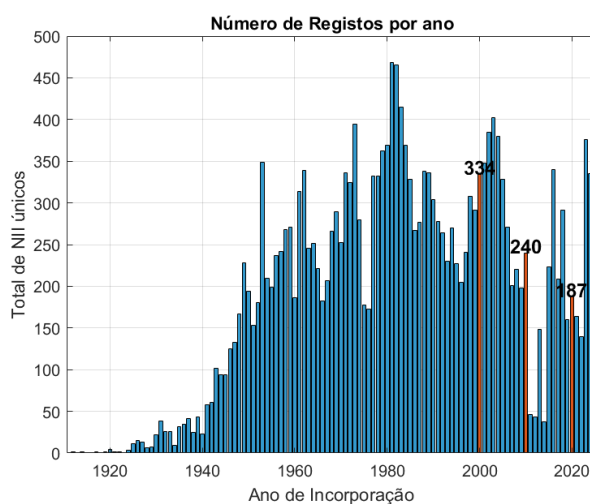


FIGURA 3.1: Número de Registos de Incorporações de militares por ano em SIIP

Outras limitações na extração de informação a partir dos dados podem decorrer de alterações nos quadros especiais ao longo do tempo, como a extinção de determinadas classes, sobretudo nas categorias de praças e sargentos. Exemplos disso incluem as classes de Artilheiro (A), Abastecimento (L), Torpedeiro-Detetor (T), Radarista (R), Eletricista (E) e Manobras e Serviços (MS) para as categorias de Sargento e Praça. Ainda para a categoria de Oficial existem os casos das classes dos Engenheiros Construtores Navais (ECN), dos Farmacêuticos Navais (FN), dos Engenheiros Maquinistas Navais (EMQ) e da classe de Serviço Especial (SE), cuja reestruturação pode dificultar a análise

longitudinal dos dados. Ainda mais, a introdução da classe de Serviço Naval na categoria de Praças reforça a pertinência de considerar esta categoria de forma agregada, uma vez que nos primeiros dois anos de serviço os militares ainda não possuem especialidade atribuída, sendo esta definida apenas numa fase posterior da sua carreira.

Adicionalmente às limitações estruturais já identificadas, importa destacar alguns aspetos que influenciam inevitavelmente a interpretação dos dados. Em primeiro lugar, a existência de classes relativamente recentes dentro da categoria de oficiais, como são as classes de Engenheiros Navais, ramos de Armas e Eletrónica e Mecânica, criadas em 1987 e 1990 respetivamente, e a classe de Médicos Navais, criada em 1999. Facto este que implica, assumindo uma média de 36 anos de tempo de serviço (de acordo com o estipulado no PAP 2024 e que corresponde a cerca de 40 anos de tempo de serviço militar, compaginável com o estatuído no preâmbulo do EMFAR) apenas a partir de 2023, 2026 e 2035, respetivamente, se verificará a passagem regular destes oficiais à condição de reserva. Esta característica afeta a homogeneidade das séries temporais construídas para estas classes, uma vez que não existe histórico consistente de passagens à reserva para estas classes. Os modelos teriam que ter em conta a idade dos militares que se encontram perto de atingir as condições mínimas necessárias, o que se revela um desafio adicional.

Em segundo lugar, importa referir os impactos decorrentes da crise financeira internacional de 2008, que teve profundas repercussões em Portugal, nomeadamente com a implementação de um programa de assistência económica e financeira assinado com o Fundo Monetário Internacional, Banco Central Europeu e Comissão Europeia — vulgarmente designado por “Troika” — no período de 2011 a 2014. Esta conjuntura traduziu-se num regime de contenção orçamental severo, com forte impacto no setor da Defesa. Um reflexo direto desta política foi a inexistência de recrutas de Praças da Marinha Portuguesa nos anos de 2011, 2012 e 2014, o que cria descontinuidades relevantes nas séries históricas de ingressos.

De seguida, é igualmente relevante assinalar que, durante os anos de 2017 e 2018, se registou um aumento significativo no número de transições da categoria de sargento para a categoria de oficial, fenómeno este diretamente relacionado com o processo de reestruturação da classe de Enfermeiros Navais. Esta possibilidade de transição encontra respaldo legal no artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 90/2015, segundo o qual se estabelece que:

"os enfermeiros (...) que, à data da entrada em vigor do presente diploma, se encontrem na categoria de sargentos e estejam habilitados com o grau de ensino exigido para o ingresso na categoria de oficiais nos quadros de técnicos de saúde, podem transitar para esta categoria (...)".

Este enquadramento legal permitiu a reconversão de sargentos com formação e funções de enfermagem para a nova classe de oficiais, originando um pico anómalo e concentrado de mudanças de categoria, pico este cuja existência em SIIP deve ser verificada e devidamente considerada na interpretação e análise dos dados.

Por fim, a reestruturação dos cursos tradicionais da Escola Naval, nomeadamente das classes de Administração Naval e ambas as classes de Engenheiros Navais (Ramos de Mecânica e de Armas e Eletrónica) deve ser considerada. Anteriormente a esta reestruturação, os cursos consistiam em mestrados integrados com uma duração de 5 anos (10 semestres), conferindo diretamente o grau de mestre em Ciências Militares Navais. Com a reestruturação, os cursos passaram a ser organizados em dois ciclos: uma licenciatura de 4 anos (conferindo 240 ECTS) seguida de um mestrado de 2 anos (120ECTS), totalizando 6 anos de formação académica. Esta reestruturação surgiu com o objetivo de alcançar um maior alinhamento com o Processo de Bolonha e proporcionar uma formação mais aprofundada aos futuros Oficiais da Marinha Portuguesa (Marinha Portuguesa, 2021).

Desta forma, considerando que o curso de 2019-2024/25 foi o primeiro a adotar esta reestruturação, é expectável que não existam registos de novos guarda-marinhas pertencentes às classes mencionadas referentes ao ano de 2024, dado que os efeitos da nova estrutura apenas se concretizam com a conclusão desse curso, que deverá acontecer durante o decorrer do presente ano de 2025.

3.2 Preparação e Tratamento dos Dados Históricos

Os dados históricos extraídos contêm informações detalhadas caracterizantes da carreira dos militares da Marinha Portuguesa, permitindo traçar percursos profissionais, identificar padrões de evolução e apoiar a análise da gestão dos efetivos ao longo do tempo. Os dados, distribuídos por 8 ficheiros no formato Microsoft Excel, incluem registos relativos às:

1. Datas de incorporação;
2. Datas de promoção;
3. Classes ocupadas pelos militares, bem como respetivas alterações de classe.
4. Datas de passagem à reserva ;
5. Datas de passagem à reforma;
6. Quadros Ocupados pelos militares ao longo da sua carreira, bem como situações dentro desses mesmos quadros.

Os dados históricos encontravam-se distribuídos pelos vários ficheiros extraídos do SIIP, sendo possível consultar, na Tabela 3.2, a identificação da origem de cada informação.

TABELA 3.2: Ficheiros Excel utilizados para extrair os diferentes registos a partir do SIIP

Registos	Ficheiro de Origem
Datas de incorporação	data_incorporação.xlsx e data_incorporação_contratados.xlsx
Datas de Promoção	data_postos_classes.xlsx e data_postos_classes_contratados.xlsx
Datas de Passagem à Reserva	data_reserva.xlsx
Datas de Passagem à Reforma	data_reforma.xlsx
Quadros ocupados pelos militares e respetivas situações	data_sit_quadros.xlsx e data_sit_quadros_contratados.xlsx
Mudanças de Categoria	data_sit_quadros.xlsx e data_sit_quadros_contratados.xlsx
Abates aos Quadros e Cessa- ção de Contrato	data_sit_quadros.xlsx e data_sit_quadros_contratados.xlsx

Como já foi referido, na elaboração do PAP, os oficiais em regime de contrato são funcional e tecnicamente englobados nas classes de Técnicos Superiores Navais (TSN), Técnicos Navais (TN), Técnicos de Saúde (TS) e Fuzileiros (FZ). Estes militares, enquanto se encontram em regime de contrato, são designados por TN caso possuam um diploma de licenciatura em Ensino Superior e TSN caso possuam graus de Mestrado. Dado que o foco do presente trabalho é estudar a evolução dos quantitativos de pessoal por classe e categoria, optou-se por agregar todas as classes de oficiais mencionadas, não distinguindo entre militares em regime de contrato e nos quadros permanentes uma vez que os ingressos dos primeiros ocorrerem de uma forma mais esporádica e irregular quando comparadas com as classes tidas como tradicionais. Esta decisão pode vir a constatar uma limitação do modelo a ser construído, na medida em que a agregação de militares em diferentes regimes de prestação de serviço poderá ocultar a dinâmica associada à progressão, atribuição ou comportamento diferenciado entre a forma de prestação de serviço em regime de contrato e nos quadros permanentes. Contudo, tendo em conta a irregularidade e reduzida expressão numérica destes ingressos, considerou-se que esta simplificação poderá ser alvo de um estudo futuro na forma de melhoramento do modelo construído.

Para efeitos deste estudo, os dados históricos foram trabalhados de modo a identificar, em cada ano, o número de ingressos, saídas e mudanças de categoria, com especial foco na evolução do efetivo de Oficiais, Sargentos e Praças. Como referido anteriormente, para o presente estudo entende-se como "Mudança de Categoria" a transição de um militar entre as categorias de:

1. Praça e Sargento;
2. Praça e Oficial;
3. Sargento e Oficial;

Já relativamente à data de incorporação, esta é considerada como a data a partir da qual o militar se encontra disponível para prestar serviço, já não se encontrando em formação. Para a categoria de Praças, devido às recorrentes estruturações das recrutas ao longo das décadas, a data de incorporação corresponde à presente na coluna [DATA INCORPORACAO] da tabela apresentada na Figura 3.2, de forma a facilitar o tratamento dos dados. Finalmente, em relação à categoria de oficiais, para as classes de oficiais dos cursos tradicionais da Escola Naval, a respetiva data de incorporação corresponde à data em que efetua o seu Juramento de Bandeira, no final do respetivo curso.

Assim, podem apresentar um primeiro registo no SIIP como cadetes (CAD) e, posteriormente, como aspirantes a oficial (ASPOF), sendo apenas considerados disponíveis para o serviço efetivo a partir do momento em que atingem o posto de guarda-marinha (GMAR), o que ocorre pouco tempo após o juramento de bandeira. Este tratamento foi essencial para garantir a consistência das séries temporais e a fiabilidade dos resultados obtidos.

	A	B
1	NII	DATA_INCORPORACAO
2	165	1962-09-19
3	172	1972-01-14
4	264	1964-01-13
5	268	1968-01-15
6	344	1944-09-15
7	368	1968-01-15
8	374	1974-01-11
9	473	1973-01-12
10	549	1949-10-26
11	571	1971-01-11
12	572	1972-01-14
13	635	1935-10-01
14	670	1970-01-12
15	673	1973-01-12
16	675	1975-01-10
17	677	1977-02-03
18	770	1970-01-12
19	774	1974-01-11
20	775	1975-01-10
21	968	1968-01-15

FIGURA 3.2: Dados históricos referentes às datas de incorporação dos militares.

Na Figura 3.2 é possível observar a forma como os dados foram extraídos do SIIP, sendo os militares de todas as classes e categorias agregados no mesmo ficheiro com as respetivas datas de incorporação. Foram extraídos dois ficheiros diferentes relativamente a incorporações, possuindo entre ambos todos ingressos de militares de que há registo em SIIP. Ao todo, os ficheiros possuem 21470 registos de números de identificação únicos com dados compreendidos entre setembro 1912 e agosto de 2024.

Como anteriormente exposto, os dados foram trabalhados de forma a obter como produto final uma tabela com os ingressos (incorporações) e a atribuição (passagens à reserva e abates aos quadros/cessação de contrato) discriminados por categoria. Dentro de cada categoria, procurou-se discriminar os dados de formas diferentes:

- **Quanto à categoria de Oficiais:**

- Entradas discriminadas por classes (dos cursos tradicionais da Escola Naval e de Oficiais das classes de entrada em regime de contrato);
 - Saídas discriminadas por classes da mesma forma que no ponto anterior.
- **Quanto às categorias de Sargentos e Praças:**
 - Na categoria de Sargento, os ingressos estão sob a forma de mudanças de categoria de Praça para Sargento, já que até à data de redação do presente trabalho esta permanece a única forma de ingressar nessa categoria na MP;
 - Na categoria das Praças, os ingressos encontram-se atualmente englobados numa única classe, em resultado do processo de reestruturação dos respetivos quadros. Esta unificação reflete-se na criação da classe de Serviço Naval, que passou a centralizar o acesso inicial à categoria, independentemente da especialidade futura. A atribuição da especialidade apenas ocorre após os primeiros dois anos de serviço, conforme descrito na Secção 2.1.3.1.

Com o objetivo de contribuir para o OI-2, foram desenvolvidos diversos scripts em MATLAB (versão R2024b) com vista à análise dos dados e extração da informação necessária, que servirá, numa fase posterior, de base para a construção de um modelo preditivo capaz de estimar os ingressos e a atrição num horizonte temporal previamente definido.

Como etapa preliminar à construção do modelo preditivo, foi realizada uma análise exploratória de dados com o objetivo de compreender a estrutura e o comportamento dos dados ao longo do tempo, identificar padrões relevantes e detetar eventuais anomalias. Como já anteriormente referido, a Figura 3.1 apresenta o número de registos por ano, sendo que o total de registos presentes no SIIP ascende a 21 470, representando o universo de dados a partir do qual é possível efetuar uma análise. Estes valores mantêm-se constantes ao longo de todos os ficheiros em posse, indicando a consistência dos dados armazenados em SIIP.

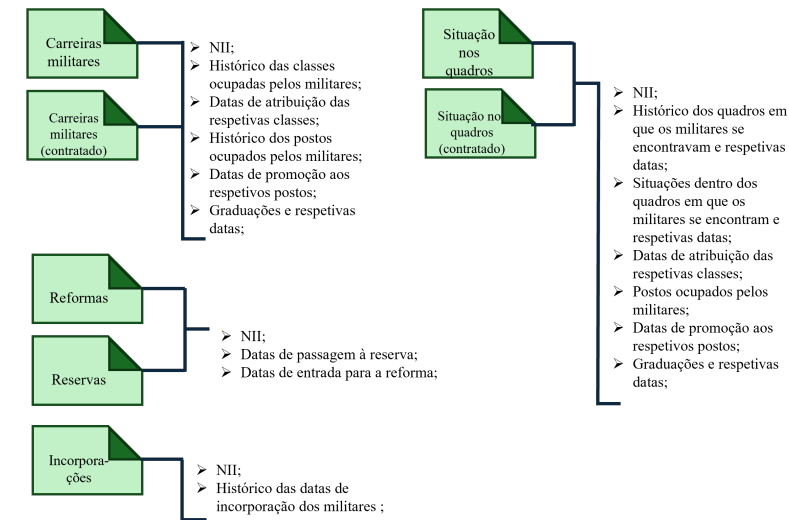


FIGURA 3.3: Conteúdo de cada ficheiro obtido através do SIIP.

TABELA 3.3: Número de valores únicos por ficheiro extraído do SIIP

Ficheiro	N.º de Valores Únicos
data_incorporação.xlsx	19863
data_incorporacao_contratados.xlsx	1607
data_postos_classes.xlsx	19863
data_postos_classes_contratados.xlsx	1607
data_quadros_sit_quadros.xlsx	19863
data_quadros_sitquadros_contratados.xlsx	1607
data_reserva.xlsx	8888
data_reforma.xlsx	11178

De seguida, os dados históricos foram trabalhados de forma a manter a integridade dos mesmos, destacando-se os seguintes passos:

1. Unir os dados contidos nos ficheiros `data_postos_classes.xlsx` e `data_postos_classes_contratados.xlsx` de forma a efetuar uma análise dos mesmos em conjunto e atuando de forma análoga para os ficheiros relativos às incorporações e situações no quadro;
2. Unir as datas de incorporação de cada militar com os respetivos dados de carreiras;

3. Criar uma nova coluna nos dados, em que seria atribuída um caractere de acordo com os postos que determinado militar ocupa:

- (a) Oficial- O
- (b) Sargento- S
- (c) Praça - P

Esta coluna irá depois auxiliar na determinação das mudanças de categoria, bem como nos ingressos, passagens à reserva e abates aos quadros/cessação de contratos.

4. Foi criado um grupo para cada valor único da coluna [NII], correspondendo a cada militar individualmente, e as respetivas linhas foram ordenadas com base na coluna [POSTO], de forma a refletir a ordem cronológica em que os postos foram ocupados ao longo da carreira. Este passo contribui igualmente para que seja possível identificar uma mudança de categoria, identificando as ocasiões em que a coluna [CATEGORIA] passa de:

- (a) Praça (P) para Sargento (S);
- (b) Praça (P) para Oficial (O);
- (c) Sargento (S) para Oficial (O).

5. Procedeu-se à determinação do número de saídas em cada categoria, identificando, para esse efeito, os casos em que um militar deixou de estar disponível para prestar serviço. Foram excluídas da análise as situações de natureza temporária, como licenças ou a condição de adido ao quadro, por não constituírem uma separação permanente do serviço ativo.

Sendo estes passos dados por terminados, procedeu-se à identificação dos fenómenos relevantes para o trabalho e a sua compilação numa tabela final. Esta tem a seguinte estrutura:

- Sete colunas para ingressos na categoria de oficiais, discriminado por classes, em que se dedicou uma coluna a todas as classes dos oficiais TN e STN, uma vez que a entrada destes oficiais ocorre de uma forma mais esporádica e não regular que a de oficiais das classes tradicionais.

- Foram consideradas seis colunas correspondentes aos abates aos Quadros Permanentes de oficiais nas classes tradicionais, bem como uma coluna adicional que contabiliza as saídas de oficiais pertencentes às classes não tradicionais, não discriminando, neste caso, se a saída ocorreu a partir do Regime de Contrato (RC) ou dos Quadros Permanentes (QP).
- Foram ainda consideradas duas colunas adicionais relativas às saídas das categorias de Sargentos e de Praças, não existindo, neste caso, discriminação por classe. Tal como já anteriormente referido, de acordo com o regime atual, o ingresso na categoria de Praça é feito através da classe de Serviço Naval, sendo que o acesso à categoria de Sargento decorre diretamente dessa via inicial.
- De forma idêntica aos ingressos, seis colunas referentes a passagens à reserva de oficiais das classes tradicionais e uma para oficiais das classes não tradicionais.
- Duas colunas para passagens à reserva de militares pertencentes às categorias de Sargento e Praça.

Dos ficheiros `data_postos_classes.xlsx` e `data_postos_classes_contratados.xlsx` obteve-se um único, designado por `data_postos_classes_final.xlsx` de onde, em conjunto com os ficheiros `data_incorporacao.xlsx` e `data_incorporacao_contratados.xlsx`, se retirou o número de militares incorporados por ano. O processo lógico está representado na Figura 3.4, que ilustra as etapas percorridas para a geração do ficheiro resultante do processamento realizado pelo código. O produto obtido será analisado na secção seguinte, na qual serão exploradas as séries temporais a serem utilizadas.

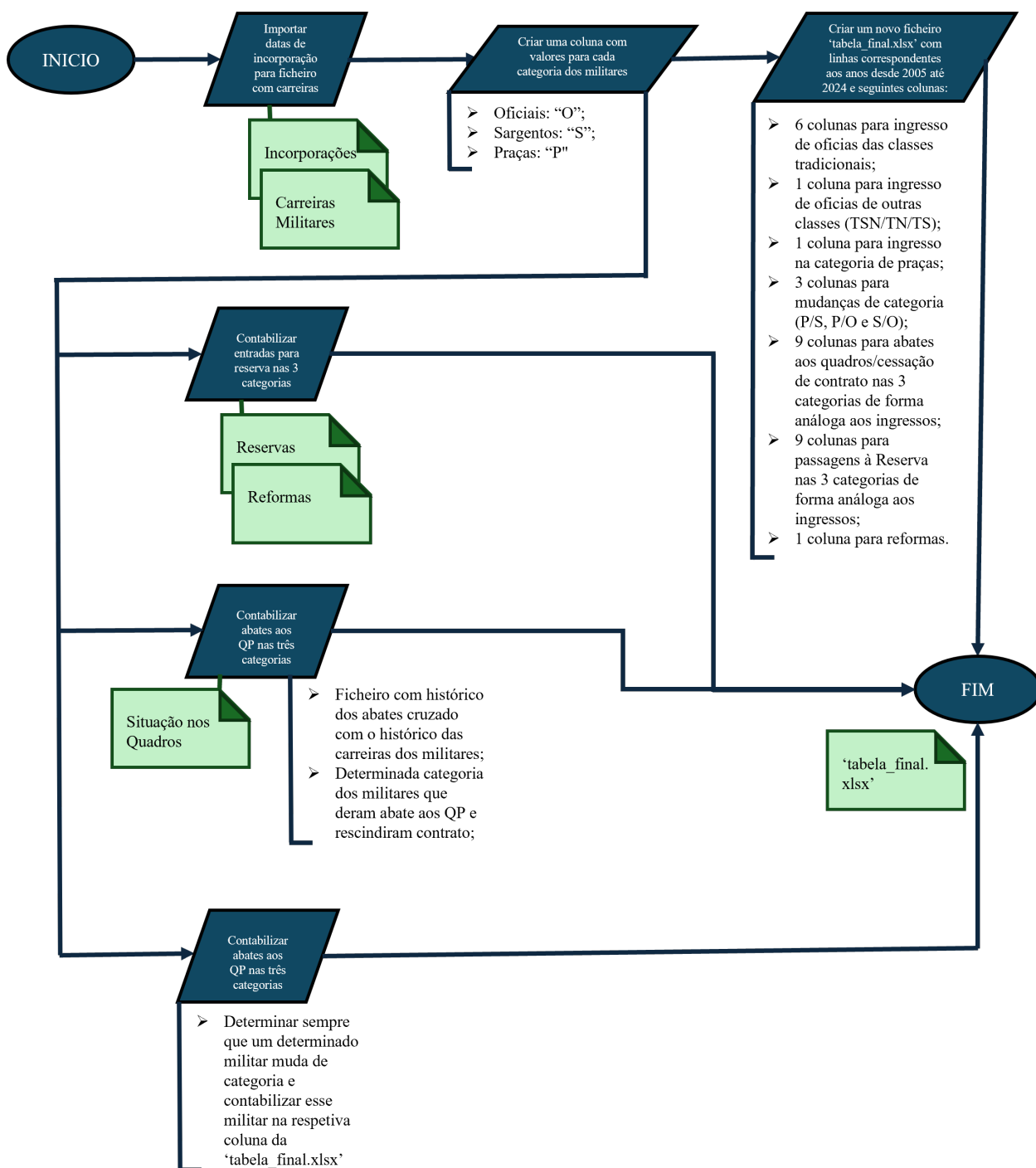


FIGURA 3.4: Processo lógico na transformação dos dados.

3.3 Análise Exploratória das Séries Temporais

Como já foi referido na Secção 2.5, uma série temporal pode ser entendida como um conjunto de observações x_t observadas num período de tempo específico t .

Para a realização da análise estatística da informação recolhida, recorreu-se ao software RStudio, amplamente reconhecido pela sua fiabilidade e versatilidade no tratamento e análise de dados estatísticos. No âmbito dessa análise foram testados três modelos distintos com o objetivo de identificar aquele que melhor se adequa aos dados disponíveis, os quais serão abordados em maior detalhe numa secção posterior. Foi tida em conta a natureza específica dos dados em análise, nomeadamente a limitação temporal das séries (com apenas 19 anos, abrangendo o período compreendido entre 2005 e 2024) e a ausência de padrões de sazonalidade, um fator frequentemente explorado por modelos preditivos mas que, neste caso, não se verifica.

Na Figura 3.5 é apresentada uma porção do resultado obtido a partir da análise dos dados. Numa fase inicial, procurou-se construir uma série temporal mais extensa, compilando dados desde o ano de 1985. No entanto, concluiu-se que esta abordagem não seria a mais adequada, principalmente devido à extinção do Serviço Militar Obrigatório (SMO) em 2004, que marcou uma mudança significativa no modelo de recrutamento, passando-se a adotar exclusivamente a modalidade de serviço voluntário sob a forma do regime de contrato com a possibilidade de posterior ingresso nos quadros permanentes.

Ano	Mudanca_Categoria_P_S	Mudanca_Categoria_P_O	Mudanca_Categoria_S_O	Abates_Quadro_O_M	Abates_Quadro_O_AN
1985	75	2	3	0	0
1986	99	0	2	0	0
1987	95	0	2	0	0
1988	92	2	2	0	0
1989	123	1	7	0	0
1990	67	0	7	0	0
1991	185	3	7	0	0
1992	185	1	4	0	0
1993	131	2	3	0	0
1994	194	1	5	0	0
1995	33	1	4	0	0
1996	13	0	1	0	0
1997	36	0	2	0	0
1998	13	2	12	0	0
1999	41	0	5	0	0
2000	37	0	4	0	0
2001	39	5	24	2	1
2002	36	3	17	0	0
2003	34	5	13	0	0
2004	43	7	13	0	0
2005	91	5	15	1	0
2006	132	2	10	1	0
2007	156	2	10	3	2
2008	168	0	13	2	0
2009	209	1	6	1	1
2010	165	0	9	0	3
2011	158	2	8	1	1
2012	117	0	7	0	0
2013	96	4	1	2	1
2014	92	2	4	1	0
2015	17	0	5	0	0
2016	42	2	34	0	0
2017	4	1	80	0	0
2018	104	2	60	0	0
2019	14	1	1	0	0
2020	68	3	0	3	0
2021	0	2	1	4	0
2022	77	1	1	2	2
2023	50	3	5	10	3
2024	66	4	5	15	3

FIGURA 3.5: Porção do ficheiro "tabela_final.xlsx".

É possível observar que, de uma forma geral, as saídas aumentaram de forma significativa nas três categorias, sobretudo devido ao aumento dos abates

3.3. Análise Exploratória das Séries Temporais

aos QP. No caso dos oficiais da classe de Marinha, os abates aos QP agravaram-se nos últimos anos sofreu um aumento 3.6, tendo havido uma média de 6,8 oficiais a das abates aos QP por ano desde 2020.

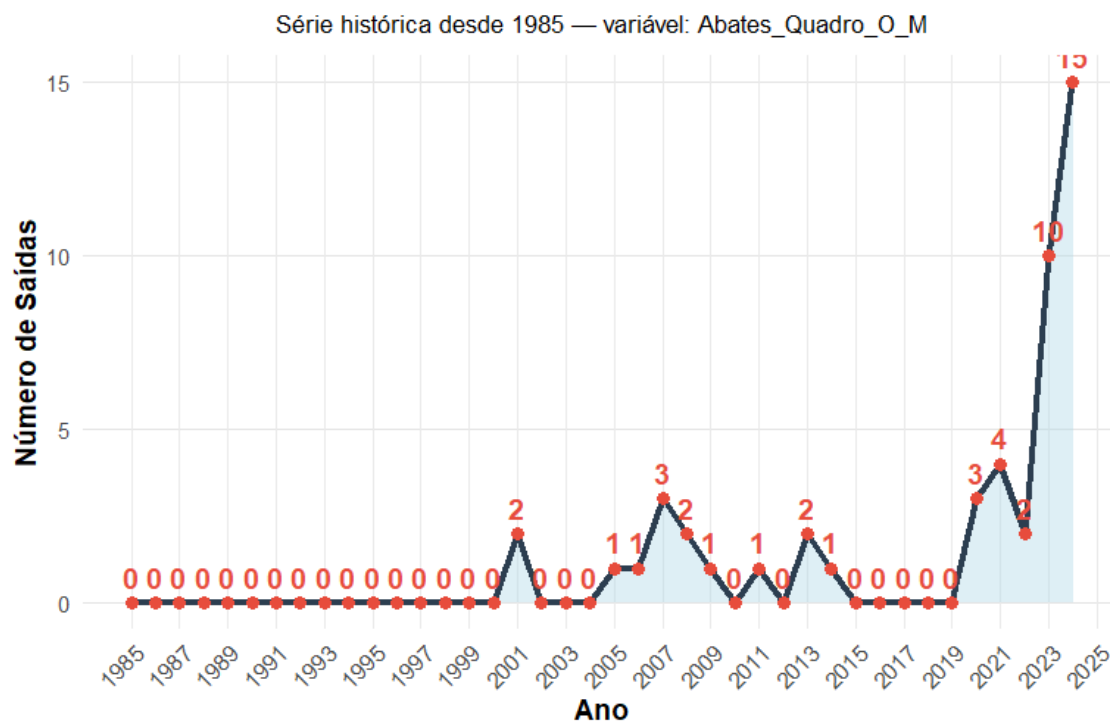


FIGURA 3.6: Evolução dos Abates aos QP dos Oficiais da Classe de Marinha.

De facto, no ano de 2024 registou-se a saída de 15 oficiais desta classe, representando um aumento de 750 pontos percentuais em relação ao ano 2022.

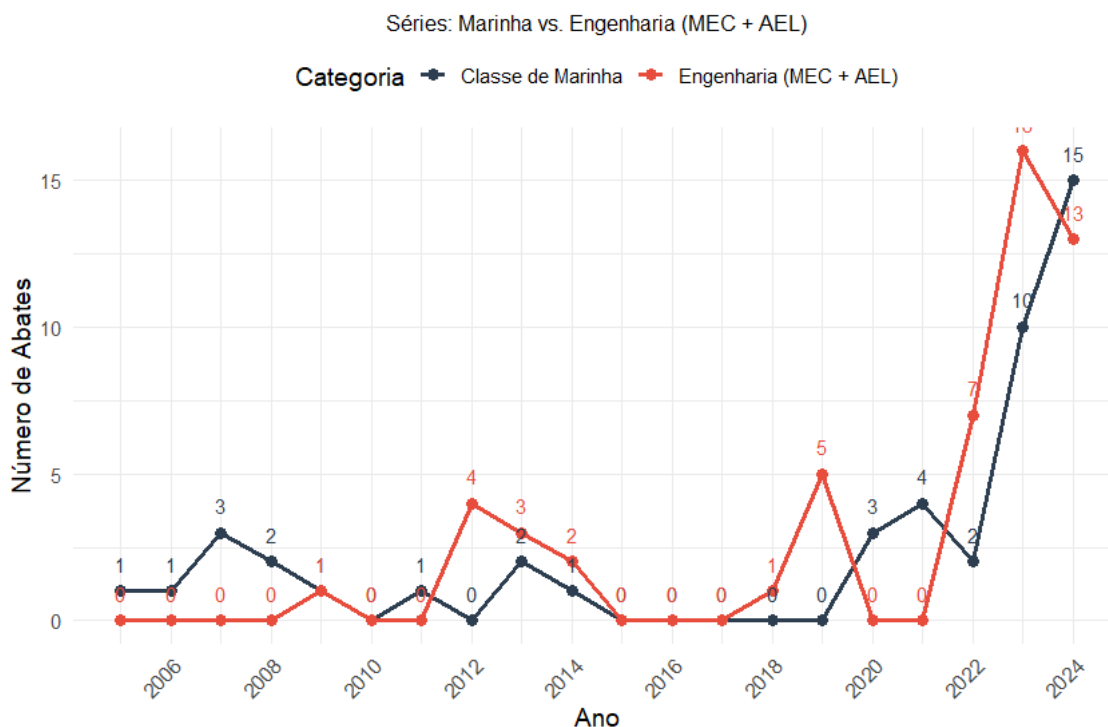


FIGURA 3.7: Gráfico comparativo entre os abates aos QP da classe de Marinha e da classe dos Engenheiros Navais (incluindo ambos os ramos).

Já na Figura 3.7 é possível observar que a classe dos Engenheiros Navais (incluindo ambos os ramos), apesar de possuir um quadro significativamente inferior que o da classe de Marinha (223 e 522, respetivamente para os Quadros Especiais de Marinha de 2025) registou um número bastante próximo de abates aos QP no último ano (13 e 15 respetivamente). Caso esta tendência se prolongue no tempo, poderá gerar sérias dificuldades no desenvolvimento das carreiras dos militares que permanecem na instituição, como já se verifica nas categorias de Praças e Sargentos, em que o número de vagas para o acesso à categoria de Sargento se encontra severamente condicionada sob risco de agravamento significativo das existências na categoria de praça («Proposta de Plano para Aquisição de Pessoal (PAP)», 2024). Desta forma, estes constrangimentos poderão aparecer também nestas classes, comprometendo igualmente a capacidade da Marinha para assegurar, de forma eficaz e sustentada, o cumprimento das suas tarefas e missões.

De facto, é de igual forma possível observar a evolução dos efetivos nas categorias de Sargentos e Praças, verificando o aumento da atrição nos últimos anos em ambas as categorias.

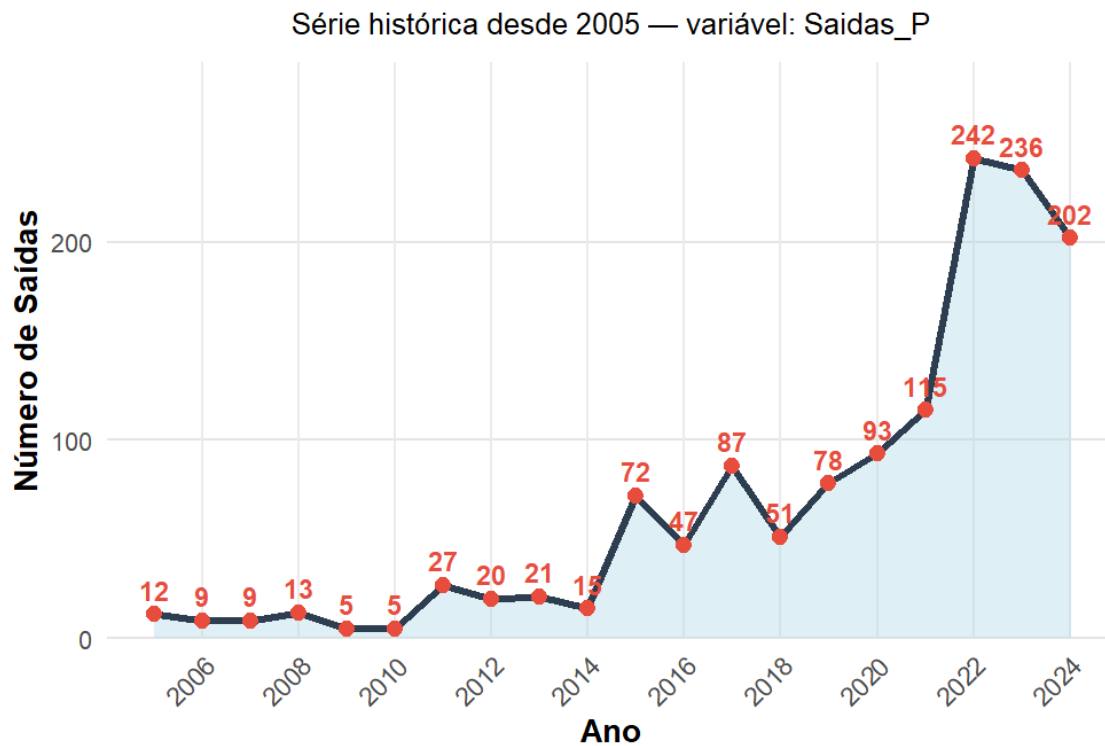


FIGURA 3.8: Evolução anual das saídas na categoria de Praça.

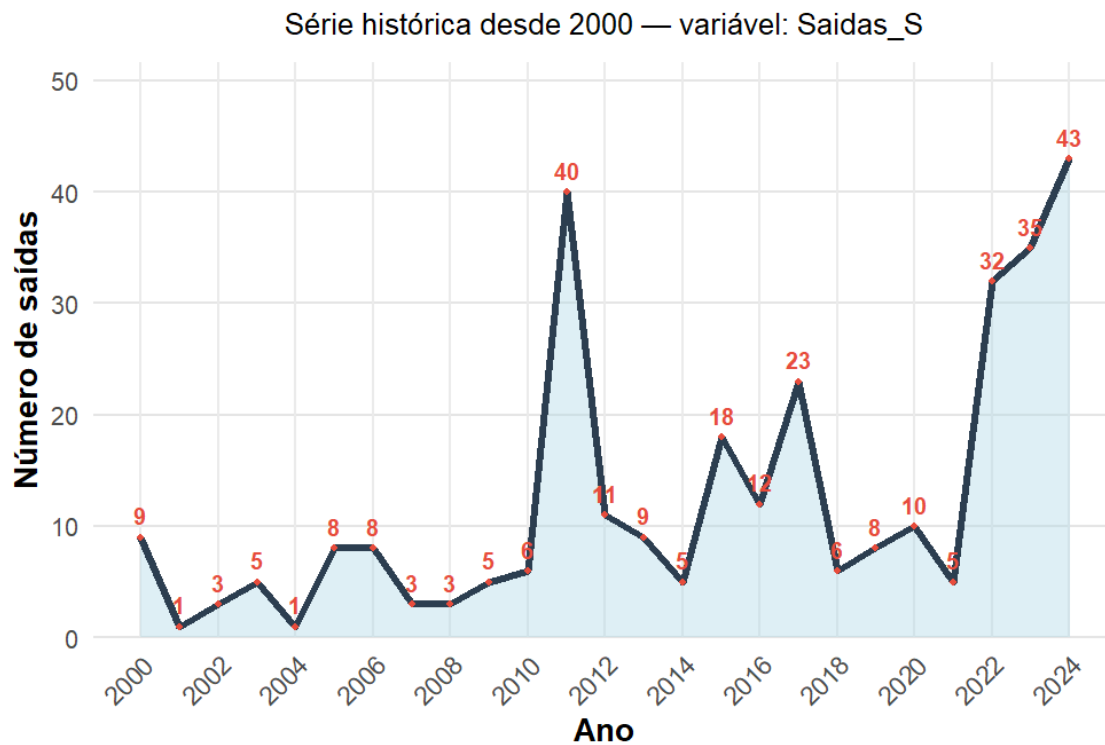


FIGURA 3.9: Evolução anual das saídas na categoria de Sargentos.

Relativamente à mudanças de categoria, conforme anteriormente referido, identificam-se três tipos distintos de transição:

1. Mudança entre categoria de Praça e Sargento (3.10);
2. Mudança entre categoria de Praça e Oficial (3.11);
3. Mudança entre categoria de Sargento e Oficial (3.12).

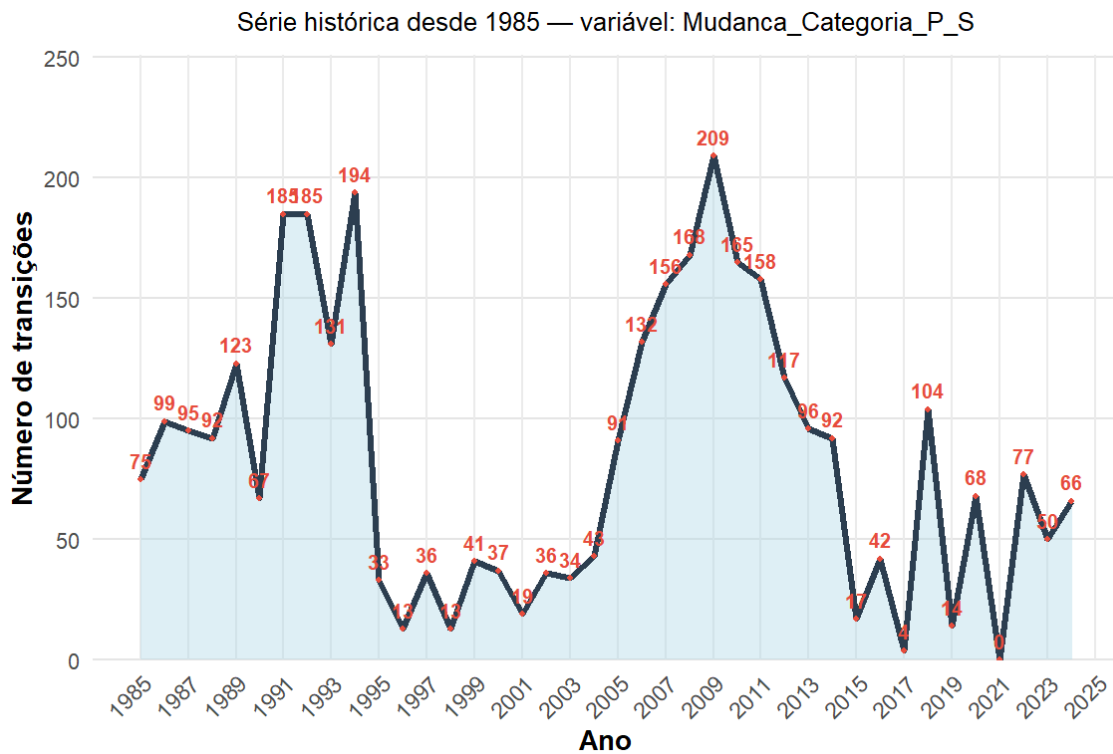


FIGURA 3.10: Histórico de mudanças de categoria entre a Praça e Sargento.

Analisando a Figura 3.10, é possível constatar uma tendência acentuada de crescimento no número de transições de categoria, com os valores a aumentarem de 75 em 1985 para picos próximos dos 200 em 1994.

Entre 1994 e 2004, observa-se uma quebra abrupta e sustentada, com o número de transições a decrescer progressivamente até atingir cerca de 30 por ano, mantendo-se nesse patamar durante quase uma década.

No período compreendido entre 2005 e 2011, regista-se uma nova tendência de crescimento, que aparenta traduzir uma recuperação face à fase de estagnação anterior. Contudo, entre 2012 e 2016 verifica-se um novo decréscimo acentuado, com os valores a passarem de 158 transições em 2011 para apenas 9 em 2016.

3.3. Análise Exploratória das Séries Temporais

A partir de 2017, verifica-se uma grande variabilidade anual, com flutuações significativas nos valores observados — desde um mínimo de 0 transições em 2018 até um máximo de 104 em 2019.

Todos estes factos contribuem para a conclusão de que esta série temporal, à semelhança de outras analisadas, é uma série altamente volátil, influenciada por fatores internos — como a harmonização das carreiras dos militares — e externos — como o contexto socioeconómico ou políticas de ingresso —, o que poderá dificultar significativamente a previsão de valores futuros com precisão.

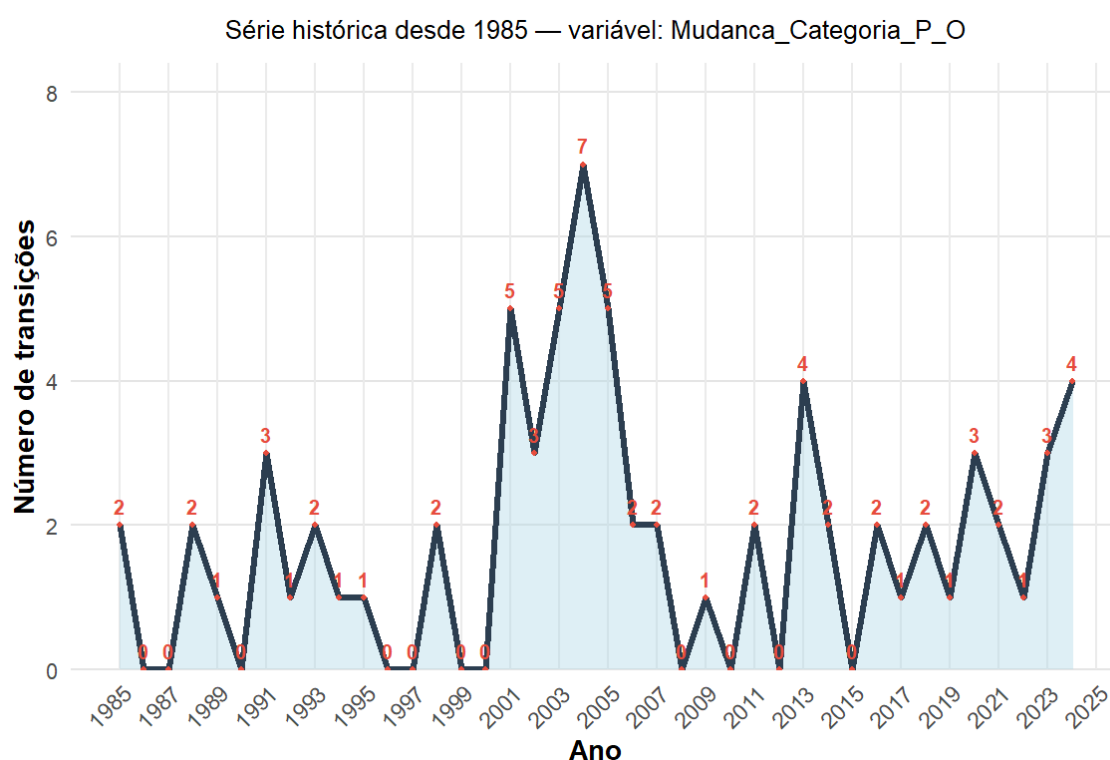


FIGURA 3.11: Histórico de mudanças de categoria entre a de Praça e Oficial.

Já a Figura 3.11 mostra que as mudanças de categoria entre as categorias de Praça e Oficial não são constantes, variando maioritariamente entre zero e quatro com um pico de mudanças no período 2001-2005.

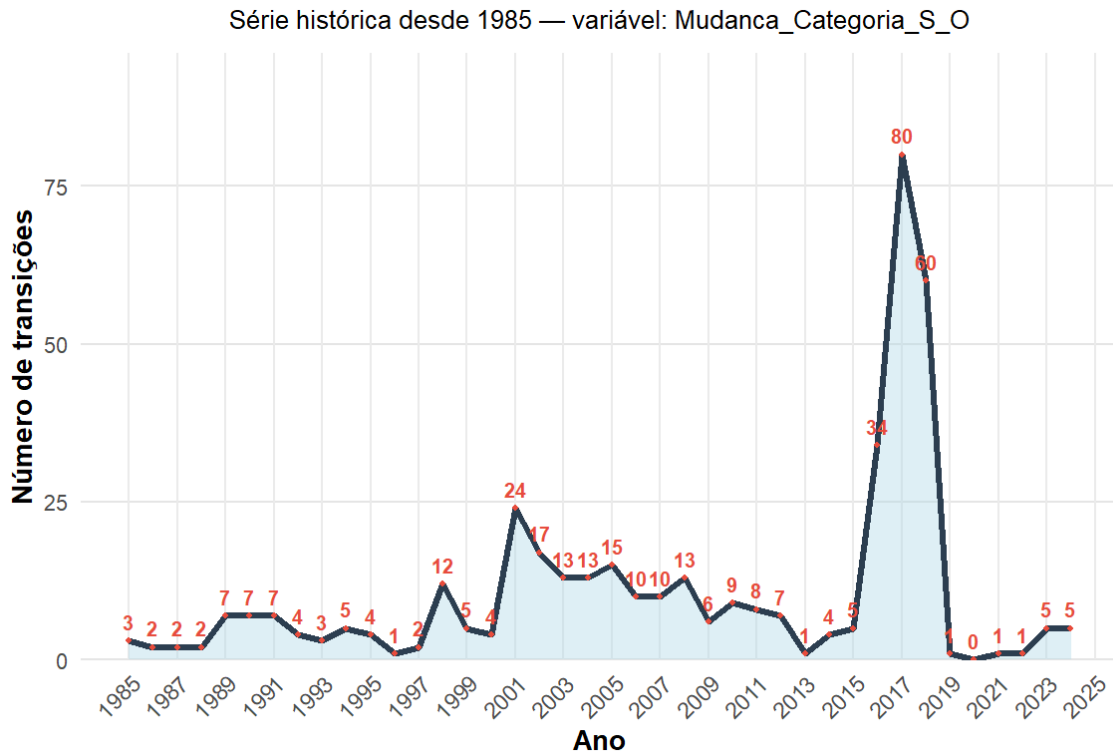


FIGURA 3.12: Histórico de mudanças de categoria entre a Sargento e Oficial.

No caso das mudanças de categoria entre Sargento e Oficial, observa-se um pico significativo de transições nos anos de 2017 e 2018, com 80 e 60 mudanças registadas, respetivamente. Este fenómeno está diretamente relacionado com a transição dos sargentos da classe de enfermeiros, ao abrigo do artigo 5.º do EMFAR (Governo da República Portuguesa, 2015), o qual prevê que os militares que, à data da entrada em vigor do diploma, se encontrassem na categoria de sargentos e estivessem habilitados com o grau de ensino exigido para o ingresso na categoria de oficiais nos quadros especiais de técnicos de saúde, pudessem transitar mediante requerimento dirigido ao Chefe do Estado-Maior do respetivo ramo.

Neste contexto, os valores registados em 2017 e 2018 constituem-se *outliers* (observações que se afastam significativamente do comportamento típico da série), resultantes de uma medida excecional e localizada no tempo, não sendo expectável que se repitam nos anos subsequentes. A inclusão destes pontos pode, a título de exemplo, induzir uma tendência ascendente artificial no modelo, levando à sobrestimação de futuras transições. Assim, numa análise preliminar, considera-se que a inclusão destes valores poderá enviesar as

previsões geradas por modelos preditivos, pelo que se antevê como mais adequado que os mesmos não sejam considerados no processo de modelação. Esta abordagem visa garantir a coerência e robustez dos modelos aplicados.

3.4 Avaliação do Desempenho dos Modelos face aos Dados Observados

A decisão sobre o modelo mais adequado para cada série foi baseada numa análise conjunta dos seguintes indicadores. Foi dado maior peso ao RMSE e ao MAPE, especialmente em séries com valores absolutos elevados e tendências não lineares, enquanto o MAE e o ME foram usados como complemento para aferir a robustez dos erros e a existência de viés nas previsões.

Na Tabela 3.4 é possível efetuar uma comparação entre os vários valores obtidos para cada série quando se procura apenas obter os melhores indicadores. Como é possível constatar pela Secções 2.5.4, quanto menor forem os valores obtidos a partir do cálculo destes indicadores, melhores serão os resultados. Analisando os valores apresentados, é possível aferir que os valores mais baixos (apresentados a negrito) pertencem ao modelo *Prophet*. Assim, numa primeira análise, considerou-se aceitável considerar o mesmo como o modelo mais adequado.

TABELA 3.4: Comparação de Modelos para Séries Temporais (2005–2024) com os menores erros obtidos por série

Série	ARIMA					Prophet					NNAR					Modelo	
	RMSE	MAPE	MAE	ME	MSE	MAPE	MAE	ME	MSE	MAPE	MAE	ME	RMSE	MAPE	MAE		ME
Mudanca_Categoria_P_S	39.75	84.16	30.83	1.38	21.89	72.07	16.20	2.23	–	–	–	–	1.97	52.72	1.56	–	Prophet
Mudanca_Categoria_P_O	1.50	50.29	1.18	0.60	1.03	44.07	0.86	0.27	10.74	85.47	7.09	4.94	–	–	–	–	Prophet
Mudanca_Categoria_S_O	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Prophet
Abates_Quadro_O_M	2.93	75.36	2.14	1.43	1.57	46.63	1.06	0.27	5.21	99.97	3.43	3.43	10.74	85.47	7.09	4.94	Prophet
Abates_Quadro_O_AN	1.46	74.68	1.31	1.04	0.77	28.46	0.57	0.45	2.08	96.96	1.89	1.89	5.21	99.97	3.43	3.43	Prophet
Abates_Quadro_O_EN_MEC	2.37	99.85	2.13	0.88	1.27	32.79	0.89	0.54	3.30	99.96	2.62	2.62	2.08	96.96	1.89	1.89	Prophet
Abates_Quadro_O_EN_AEL	3.56	75.93	3.00	3.00	1.47	33.79	1.25	0.89	5.96	99.99	5.17	5.17	3.30	99.96	2.62	2.62	Prophet
Abates_Quadro_O_MN	2.34	66.68	1.80	1.23	1.45	47.04	1.20	0.47	3.21	93.69	2.80	2.80	5.96	99.99	5.17	5.17	Prophet
Abates_Quadro_O_FZ	1.12	86.50	1.05	1.05	0.45	33.34	0.33	0.33	1.26	99.79	1.20	1.20	3.21	93.69	2.80	2.80	Prophet
Saidas_O_RC	5.60	49.40	3.42	1.55	3.29	22.52	1.97	0.00	13.46	67.41	7.38	6.87	1.26	99.79	1.20	1.20	Prophet
Saidas_S	10.33	98.90	6.89	2.32	3.64	29.50	2.70	0.00	13.05	103.61	8.22	4.46	13.46	67.41	7.38	6.87	Prophet
Saidas_P	31.80	48.60	17.81	7.81	20.33	43.99	14.59	0.00	83.08	89.55	48.23	43.61	13.05	103.61	8.22	4.46	Prophet

Nota: Esta tabela apresenta os modelos com os menores erros (RMSE e MAPE) obtidos para cada série analisada. Serve de referência para comparação com outras abordagens onde não foi possível atingir este desempenho ideal.

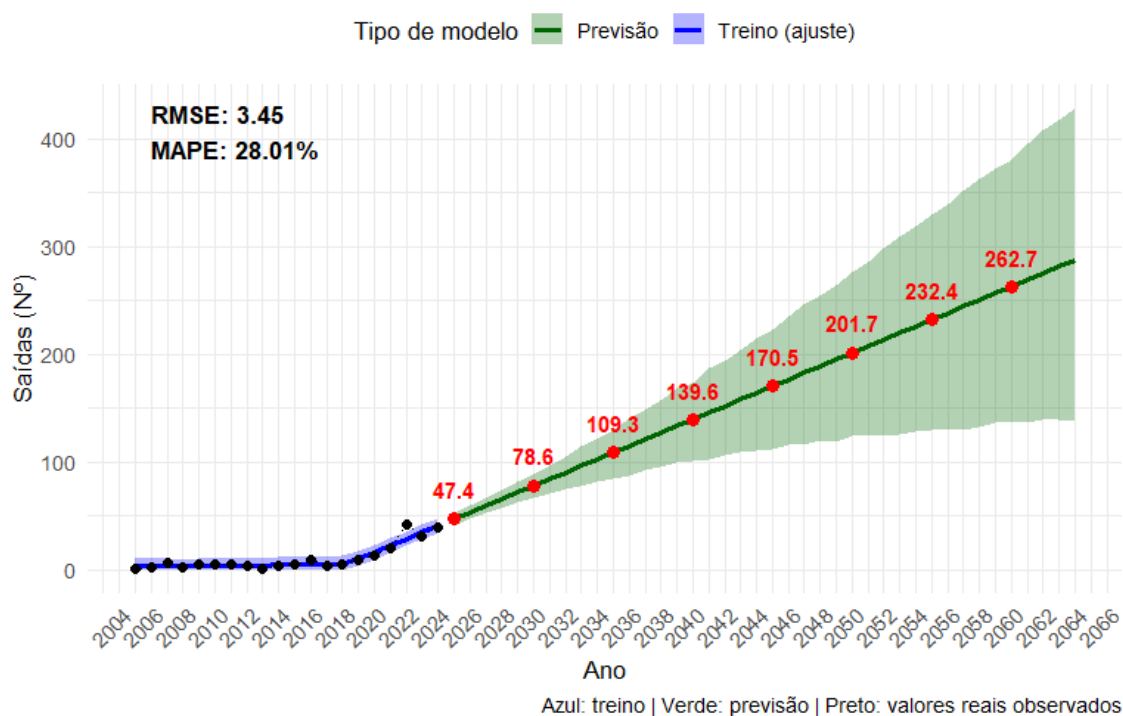


FIGURA 3.13: Previsão da saída de Oficiais das classes técnicas utilizando o modelo Prophet.

Combinando a análise estatística com a análise visual dos resultados obtidos por cada modelo, torna-se evidente que seriam necessários ajustes adicionais às previsões efetuadas pelo modelo Prophet. O desafio com que se depara a análise consiste no facto de o Prophet basear as suas previsões unicamente nos valores históricos disponíveis, ficando assim condicionados por uma série temporal relativamente curta. Este fator é particularmente relevante se considerarmos que estes modelos foram originalmente concebidos para operar com séries que contêm vários milhares de observações, contexto bastante distinto do presente caso. Assim, a partir da Figura 3.13, é possível constatar que os resultados obtidos seriam descabidos se não fossem efetuados nenhuns ajustes adicionais ao modelo. De facto, o que é possível observar a partir da Figura 3.13 é que o modelo deteta uma tendência positiva, especialmente nos últimos anos, e extrapola a mesma para os anos de previsão, ultrapassando em larga escala as existências de oficiais destas classes (em regime de contrato e nos quadros permanentes). Assim, consideraram-se as seguintes alternativas:

1. Alterar o modelo escolhido e passar a usar outro, como ARIMA;
2. Efetuar alterações ao modelo Prophet de forma a que devolva valores mais realistas. Isto pode ser atingido alterando o parâmetro

`changeoint.prior.scale` de forma a que o modelo se adapte muito mais lentamente à tendência ascendente, com sacrifício dos erros, que aumentam;

3. Uma combinação de ambos os pontos explicados anteriormente.

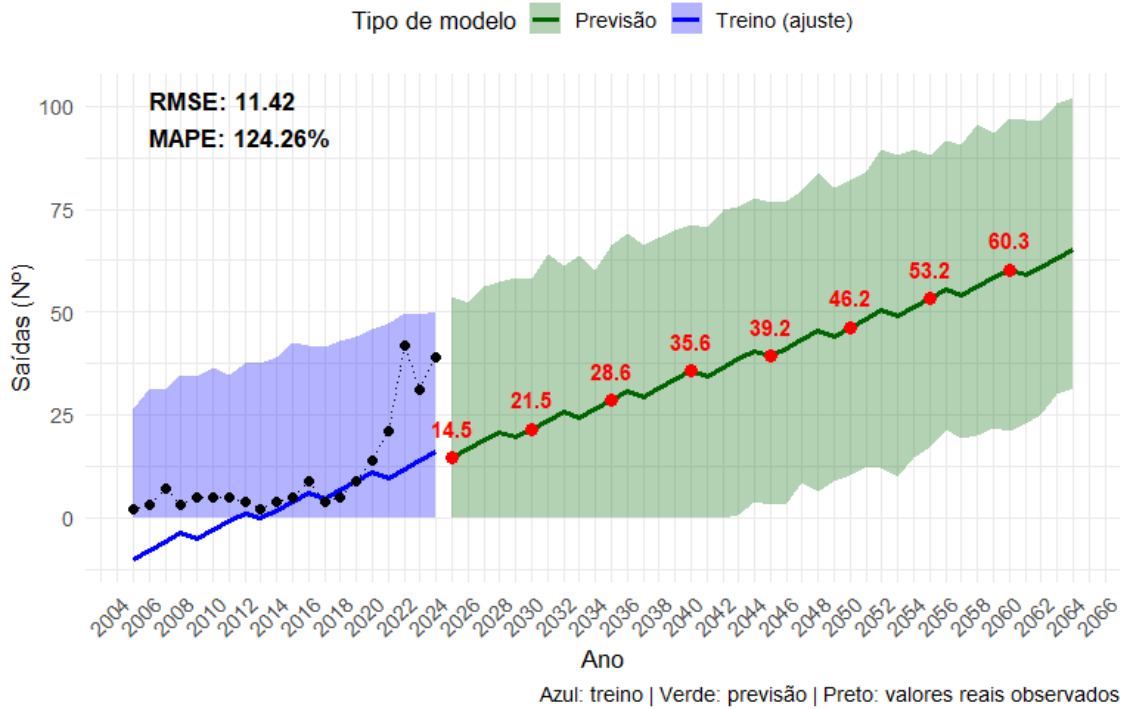


FIGURA 3.14

Observando a Figura 3.14 é possível observar uma tendência positiva. Contudo, esta tendência é agora muito mais suavizada e realista, refletindo de forma mais adequada as limitações e dinâmicas da série temporal em análise. De seguida seguem os gráficos obtidos para as restantes séries utilizando os dois modelos.

Como se pode observar nas Figuras C.1 a C.11 do Apêndice C, os modelos em análise não evidenciam um ajustamento plenamente satisfatório para algumas das séries temporais, mesmo após a realização dos devidos ajustes. Esta limitação poderá ser explicada pelos constrangimentos já discutidos anteriormente nesta secção.

Ainda assim, tendo em conta que o principal objetivo desta dissertação não é a obtenção de previsões com elevada precisão — e considerando, adicionalmente, que a aplicação informática desenvolvida permite ao utilizador

introduzir as suas próprias estimativas — entende-se que os resultados obtidos são adequados enquanto ponto de partida para os fins a que se propõe o presente trabalho. Nesse sentido, de forma a permitir a integração dos resultados no protótipo desenvolvido, procedeu-se à compilação das previsões geradas pelos modelos ARIMA e Prophet em ficheiros no formato Excel. Optou-se por excluir os resultados do modelo NNAR, por ter apresentado o desempenho mais insatisfatório, considerando-se suficiente a utilização dos restantes dois modelos.

3.5 Síntese Conclusiva

Neste Capítulo abordou-se, de forma sistemática e fundamentada, todo o processo associado à origem, estruturação e preparação dos dados utilizados no desenvolvimento da presente dissertação.

Na Secção 3.1, foi identificado o SIIP como a fonte de dados utilizada no presente trabalho, destacando-se pela sua profundidade histórica e acessibilidade, o que justificou a sua escolha face ao sistema SIGDN. Analisaram-se também as principais limitações dos dados, contextualizando-as de forma a assegurar uma correta interpretação da informação disponível. A Secção 3.2 centrou-se na preparação e no tratamento dos dados, descrevendo os passos realizados para consolidar uma base de dados final coerente e adequada à modelação. Concluindo o presente Capítulo, na Secção 3.3, realizou-se uma análise exploratória das séries temporais, permitindo identificar tendências, picos anómalos e padrões relevantes, o que suportou decisões metodológicas como a delimitação temporal e a exclusão de outliers.

Em conjunto, estas secções estabeleceram uma base sólida e bem fundamentada para o desenvolvimento do modelo de otimização a apresentar no Capítulo seguinte.

Capítulo 4

Modelos de Otimização

O presente capítulo encontra-se organizado em seis secções. Na Secção 4.1 descreve-se as características e funcionamento dos modelos de otimização desenvolvidos, enquanto que na Secção 4.2 são apresentadas e modeladas diferentes variantes do problema de otimização. A Secção 4.3 reúne e sintetiza as principais características do protótipo, anteriormente abordadas nos capítulos precedentes, de modo a facilitar a compreensão global da aplicação informática construída. Na Secção 4.4 procede-se à realização de um cenário e respetivos testes computacionais, seguidos da análise crítica dos resultados e da sua interpretação no contexto específico da Marinha Portuguesa. Finalmente, a Secção 4.5 apresenta uma síntese conclusiva dos tópicos explorados ao longo do capítulo.

Este capítulo procura dar resposta aos Objetivos Específicos de Investigação OEI-3 e OEI-4, correspondentes às Questões Derivadas QD-3 e QD-4, centrando-se, respetivamente, na definição de modelos de otimização aplicáveis à gestão de ingressos e no desenvolvimento de uma aplicação informática que operacionalize esses modelos.

4.1 Problemas de Otimização

Considerando o enquadramento teórico representado na secção 2.4, é possível identificar um paralelismo entre o seu conteúdo e o trabalho que de seguida se desenvolve. Como exposto na referida secção, é possível definir matematicamente um problema e as suas restrições de forma a obter uma solução adequada. Assim, revela-se proveitoso desenvolver modelos de otimização que caracterizem as capacidades formativas e de ensino da MP de forma a contribuir para um estudo mais aprofundado do fluxo do pessoal nesta instituição.

Desta forma, os problemas de otimização desenvolvidos no âmbito da presente dissertação são explicados nesta secção.

No presente trabalho os ingressos são tidos como fenómenos que ocorrem em determinados períodos, tendo a recruta e demais formação necessária ao ingresso na determinada classe que ocorrer numa fase anterior. Assim, os ingressos são contabilizados da forma a ter em conta as especificações dos dados mencionadas na secção 3.1. De forma geral, para o presente estudo a data de ingresso é tida como aquela a partir da qual um militar passa a estar disponível para prestar serviço à instituição na respetiva categoria e classe. Para efeitos de estudo considerou-se a data do respetivo juramento de bandeira como data satisfatória, tendo em consideração certas especificidades, que se enumeram de seguida:

1. Categoria de Praças: No caso dos militares da categoria de Praça, estes não se encontram disponíveis para a prestação de serviço imediatamente após o seu juramento de bandeira, contudo considera-se um bom ponto de referência a partir do qual se pode considerar a entrada do militar na instituição;
2. Categoria de Sargentos: ingresso na categoria de Sargento é dada como a data de mudança de categoria desde a categoria de Praça (Chefe do Estado-Maior da Armada, 2020). Assim, um militar que ingresse na categoria de Praça e posteriormente seja promovido a Sargento será contabilizado duas vezes: a primeira no ano que em ingressou na categoria de Praça e uma segunda quando ingressar na categoria de Sargento;
3. Categoria de Oficiais: uma vez que esta categoria admite ingressos diretamente nos QP (cursos tradicionais da Escola Naval) e na modalidade de Regime de Contrato (restantes classes de oficias), os ingressos deverão ter em conta essa especificidade. No caso dos últimos, no presente estudo serão englobados numa só, como mencionado na secção 3.2. Finalmente, nesta categoria, é preciso ter em conta a recente reestruturação ocorrida para os cursos de Ciências Militares Navais - Especialidades de Engenheiros Navais e Administração Naval, já que a duração dos seus cursos sofreu um aumento de um ano como mencionado na secção 3.1. Assim, ao considerar a sua data de ingresso como a data a que são promovidos ao posto de guarda-marinha (GMAR), não aparecerão registos de novos oficias destas classes no ano de 2024, já que o primeiro curso a sofrer esta alteração foi o curso de 2019-2024.

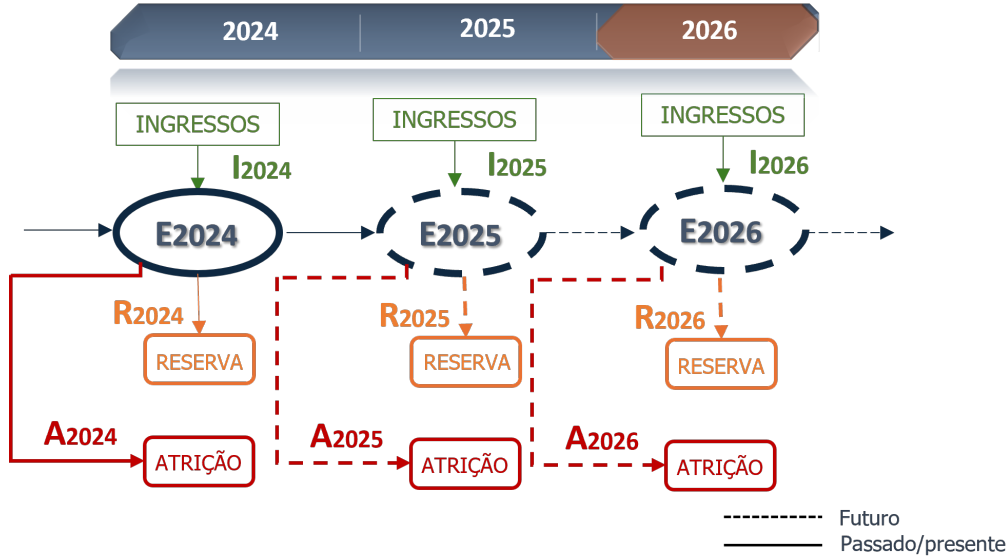


FIGURA 4.1: Esquema do fluxo de pessoal considerado no presente estudo.

Considera-se um horizonte temporal dividido em períodos de tempo de igual dimensão - anos - sendo o fluxo de pessoal militar processado da forma esquematizada na figura 4.1. Segundo esta imagem, as existências de pessoal numa determinada categoria e classe num determinado ano depende das existências no ano anterior e dos fenómenos de atrição e ingresso observados para esse ano. Desta forma, como exemplificado na figura 4.1, as existências no ano 2025 de uma determinada categoria/classe de militares depende diretamente das existências observadas no final do ano 2024 bem como do número de militares que passaram à situação de Reserva ou que se encontram numa das situações englobadas no fenómeno de "atrição" tal como se encontram definidas na secção 2.6. Adicionalmente, não são para o presente trabalho consideradas as convocações da situação de Reserva, sendo assim tidas como definitivas. Esta relação pode ser escrita matematicamente para uma determinada classe c de uma categoria k através da expressão 4.1.

$$E_{2025}^{k,c} = E_{2024}^{k,c} - A_{2025}^{k,c} - R_{2025}^{k,c} + I_{2025}^{k,c} \quad (4.1)$$

Esta expressão pode ser escrita de forma geral para um determinado ano t (posterior a 2024) da seguinte forma:

$$E_t^{k,c} = E_{2024}^{k,c} - \sum_{i=2024}^t (A_i^{k,c} - R_i^{k,c} + I_i^{k,c}) \quad (4.2)$$

Nas secções seguintes (4.1.1, 4.1.2 e 4.1.3) são descritos os modelos de otimização para as categorias de Oficiais, Sargentos e Praças, respetivamente.

4.1.1 Modelo de Otimização para a Categoria de Oficiais

O problema enunciado na Secção 4.1 direcionado à categoria de Oficiais é formulado como um problema de Programação Linear. Uma dos motivos que levou à decisão de desagregar a categoria de Oficiais nas suas diversas classes deve-se à diversidade de como ocorre a formação dos indivíduos para ingressar nesta categoria. As classes consideradas são as indicadas na Figura 4.2.

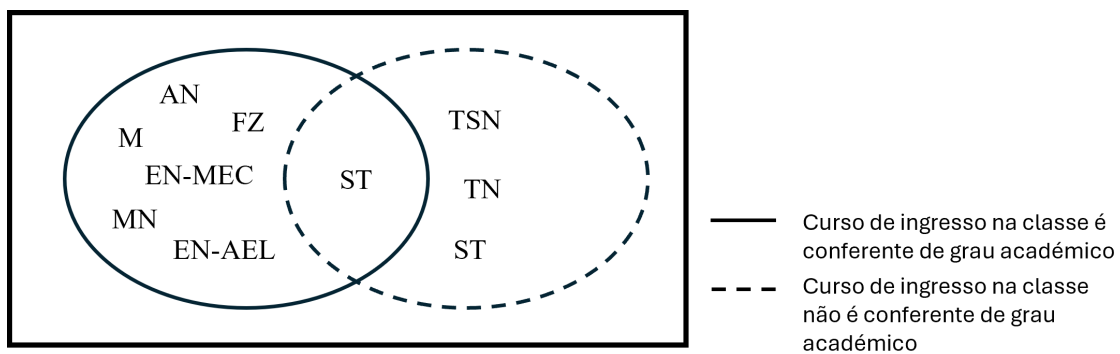


FIGURA 4.2: Classes de oficiais consideradas no protótipo desenvolvido.

Como descrito na Secção 3.1, esta é a única categoria com discriminação por classes. Contudo, as classes para além das tidas como tradicionais encontram-se agrupada devido às razões já enumeradas, nomeadamente o facto de o seu ingresso ser muito mais esporádico e, portanto, mais difícil de prever.

Afim de formular o problema de otimização em Programação Linear, é necessário em primeiro lugar definir os conjunto, parâmetros e variáveis de decisão a utilizar. Desta forma, é possível definir o problema com os seguintes

Conjuntos

T , conjunto dos anos do horizonte temporal;

$C = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, conjunto das classes da categoria de Oficiais, onde:

1 = Classe de Marinha;

2 = Classe de Administração Naval;

3 = Classe de Engenheiros Navais – Ramo de Mecânica;

4 = Classe de Engenheiros Navais – Ramo de Armas e Eletrônica;

5 = Classe de Fuzileiros Navais;

6 = Classe de Médicos Navais;

7 = Outras Classes de oficiais (TSN/TN/TS/ST).

Parâmetros

$E_0^{O,c}$: número de existências no início do horizonte temporal para a classe $c \in C$;

$R_t^{O,c}$: número de passagens à reserva previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$;

$A_t^{O,c}$: número de saídas previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$;

$M_t^{PO,c}$: número de mudanças de categoria previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$, entre as categorias de Praça e Oficial;

$M_t^{SO,c}$: número de mudanças de categoria previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$, entre as categorias de Sargento e Oficial;

$U_t^{O,c}$: limite superior de existências de militares da categoria de Oficiais num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$;

$L_t^{O,c}$: limite inferior de existências de militares da categoria de Oficiais num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$;

$G_t^{O,c}$: limite superior de ingressos a admitir num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$;

$H_t^{O,c}$: limite inferior de ingressos a admitir num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$.

Variáveis de Decisão

$E_t^{O,c}$: número de existências num determinado ano $t \in T$ para a classe $c \in C$;

$I_t^{O,c}$: número de ingressos a realizar num determinado ano $t \in T$ para a classe $c \in C$;

$F_t^{O,c}$: folga de ingressos não possíveis de realizar relativamente ao limite superior num determinado ano $t \in T$ para a classe $c \in C$.

Formulação

$$\text{Min: } Z = \sum_{t \in T \setminus \{1\}} \sum_{c \in C} F_t^{O,c} \quad (4.3)$$

$$\text{s.a: } E_1^{O,c} = E_0^{O,c} - R_1^{O,c} - A_1^{O,c} + I_1^{O,c} + M_1^{PO,c} + M_1^{SO,c}, \forall c \in C \quad (4.4)$$

$$E_t^{O,c} = E_{t-1}^{O,c} - R_t^{O,c} - A_t^{O,c} + I_t^{O,c} + M_t^{PO,c} + M_t^{SO,c}, \forall c \in C, \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (4.5)$$

$$E_t^{O,c} \leq U_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.6)$$

$$E_t^{O,c} \geq L_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.7)$$

$$I_t^{O,c} \leq G_t^{O,c} + F_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.8)$$

$$I_t^{O,c} \geq H_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.9)$$

$$F_t^{O,c} \geq 0, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.10)$$

Atendendo a que se trata de um problema matemático com aplicação prática na Marinha Portuguesa — uma instituição com infraestruturas e orçamento limitados —, torna-se necessário definir um conjunto de restrições no modelo, de modo a evitar que este devolva soluções irrealistas ou inexequível face aos recursos disponíveis. Pondo isto, as restrições definidas pelas Equações 4.6-4.10, definem valores que permitem controlar as soluções que o mesmo devolve dentro de certos limites. As existências são limitas superiormente e inferiormente por $U_t^{O,c}$ e $L_t^{O,c}$ (Equações 4.6 e 4.7), respetivamente. Assim, é possível prevenir que o modelo devolva uma solução superior ao número de militares definido superiormente em Decreto-Lei, como por exemplo o Decreto-Lei n.º 6/2022, de 7 de janeiro (Presidência do Conselho de Ministros, 2022).

A terceira restrição garante que os ingressos sejam limitados superiormente por um valor estipulado $G_t^{O,c}$. Contudo, de forma a evitar que o problema seja impossível devido à falta de capacidade de ingresso, define-se que os ingressos são limitados pelo limite $G_t^{O,c}$ mais os ingressos que seriam necessários mas que não foram possíveis de realizar. Os ingressos são depois limitados inferiormente por $H_t^{O,c}$ (Equação 4.9) e a última restrição garante que as variáveis de folga sejam sempre superiores a zero (Equação 4.10).

4.1.2 Modelo de Otimização para a Categoria de Sargentos

Como supramencionado na Secção 4.4.1 as classes das categorias de Sargentos e Praças encontram-se englobadas, não estando discriminadas por classes. Desta forma, o problema de otimização para a categoria de Sargentos

pode ser definida pelo conjunto, parâmetros e variáveis de decisão delimitados em seguida:

Conjunto

T , conjunto dos anos do horizonte temporal;

Parâmetros

E_0^S : número de existências no início do horizonte temporal;

R_t^S : número de passagens à reserva previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$;

A_t^S : número de saídas previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$;

M_t^{PS} : número de mudanças de categoria previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, entre as categorias de Praça e Sargento;

M_t^{SO} : número de mudanças de categoria previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, entre as categorias de Sargento e Oficial;

U_t^S : limite superior de existências de militares da categoria de Sargentos num determinado ano $t \in T$;

L_t^S : limite inferior de existências de militares da categoria de Sargentos num determinado ano $t \in T$;

G_t^S : limite superior de ingressos a admitir num determinado ano $t \in T$;

H_t^S : limite inferior de ingressos a admitir num determinado ano $t \in T$.

Variáveis de Decisão

E_t^S : número de existências num determinado ano $t \in T$;

I_t^S : número de ingressos a realizar num determinado ano $t \in T$;

F_t^S : número de ingressos não realizados num determinado ano $t \in T$.

Formulação

$$\text{Min: } Z = \sum_{t \in T} F_t^S \quad (4.11)$$

$$\text{s.a: } E_1^S = E_0^S - R_1^S - A_1^S + I_1^S + M_1^{PS} - M_1^{SO} \quad (4.12)$$

$$E_t^S = E_{t-1}^S - R_t^S - A_t^S + I_t^S + M_t^{PS} - M_t^{SO}, \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (4.13)$$

$$E_t^S \leq U_t^S, \forall t \in T \quad (4.14)$$

$$E_t^S \geq L_t^S, \forall t \in T \quad (4.15)$$

$$I_t^S \leq G_t^S + F_t^S, \forall t \in T \quad (4.16)$$

$$I_t^S \geq H_t^S, \forall t \in T \quad (4.17)$$

$$F_t^S \geq 0, \forall t \in T \quad (4.18)$$

4.1.3 Modelo de Otimização para a Categoria de Praças

De uma forma análoga, é possível descrever matematicamente o modelo de otimização para a categoria de Praças sabendo que todas as suas classes estão englobadas (como mencionado na Secção 4.4.1) e tendo em conta que neste caso ambos os tipos de mudança de categoria representam subtrações ao total de efetivos nesta categoria.

Conjunto

T , conjunto dos anos do horizonte temporal;

Parâmetros

E_0^P : número de existências no início do horizonte temporal;

R_t^P : número de passagens à reserva previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$;

A_t^P : número de saídas previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$;

M_t^{PS} : número de mudanças de categoria previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, entre as categorias de Praça e Sargento;

M_t^{PO} : número de mudanças de categoria previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, entre as categorias de Praça e Oficial;

U_t^P : limite superior de existências de militares da categoria de Sargentos num determinado ano $t \in T$;

L_t^P : limite inferior de existências de militares da categoria de Sargentos num determinado ano $t \in T$;

G_t^P : limite superior de ingressos a admitir num determinado ano $t \in T$;

H_t^P : limite inferior de ingressos a admitir num determinado ano $t \in T$.

Variáveis de Decisão

E_t^P : número de existências num determinado ano $t \in T$;

I_t^P : número de ingressos a realizar num determinado ano $t \in T$;

F_t^P : folga de ingressos não utilizados relativamente ao limite superior num determinado ano $t \in T$.

Formulação

$$\text{Min: } Z = \sum_{t \in T} F_t^P \quad (4.19)$$

$$\text{s.a: } E_1^P - I_1^P = E_0^P - R_1^P - A_1^P - M_1^{PS} - M_1^{SO}, \forall t \in T \quad (4.20)$$

$$-E_{t-1}^P + E_t^P - I_t^P = -R_t^P - A_t^P - M_t^{PS} - M_t^{SO}, \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (4.21)$$

$$I_t^P \leq G_t^P + F_t^P, \forall t \in T \quad (4.22)$$

$$I_t^P \geq H_t^P, \forall t \in T \quad (4.23)$$

$$F_t^P \geq 0, \forall t \in T \quad (4.24)$$

$$E_t^P \leq U_t^P, \forall t \in T \quad (4.25)$$

$$E_t^P \geq L_t^P, \forall t \in T \quad (4.26)$$

4.2 Variantes do Problema de Otimização

Como definido no Capítulo 1, o objetivo central deste trabalho consiste em propor modelos de otimização baseados em programação linear, com vista a apoiar a gestão de recursos humanos na MP, em particular a gestão de ingressos, num cenário em que se pretende atingir um número-alvo de efetivos dentro de um horizonte temporal previamente estabelecido. Neste contexto, considera-se pertinente apresentar mais do que uma função-objetivo para cada modelo, uma vez que determinados resultados podem ser alcançados por diferentes vias, em função das prioridades da instituição.

Nos exemplos apresentados na última secção, a função-objetivo definida para as três categorias corresponde às equações 4.3, 4.11 e 4.19, consistindo na minimização do somatório das variáveis de folga $F_t^{O,c}$, F_t^S e F_t^P , respetivamente. A introdução destas variáveis garante que o modelo possa devolver uma solução em todas as circunstâncias, incluindo situações em que o número de ingressos obtido seja superior aos limites estipulados. Esta formulação traduz-se, assim, na minimização do número de ingressos que a instituição não consegue realizar devido às restrições impostas ao modelo.

Assim, identificam-se três variantes distintas do problema, apresentadas nas secções seguintes (4.2.1–4.2.3) para a categoria de Oficiais. As restantes categorias apresentam uma formulação matemática equivalente, com a exceção das classes $c \in C$, que apenas existem na categoria de Oficiais. A escolha do modelo fica ao critério do utilizador de acordo com o objetivo que procure atingir. Pode priorizar estabilidade, procurando para esse fim minimizar a diferença entre existências (4.27) ou ingressos (4.46) em anos consecutivos, por exemplo. Estes problemas são então resolvidos seguindo o raciocínio descrito na secção 2.4, recorrendo à formulação de modelos de programação linear que permitem encontrar soluções ótimas de forma eficiente e rigorosa. Estes modelos estão vertidos em funções MATLAB, que serão abordados de seguida na Secção seguinte.

4.2.1 Minimização do Somatório da Diferença entre Existências Consecutivas

O presente modelo tem como propósito minimizar as diferenças entre os efetivos de anos consecutivos, promovendo uma maior harmonização dos ingressos e prevenindo a ocorrência de cenários em que sejam propostos anos com um número elevado de ingressos e outros com valores residuais.

Conjuntos:

T , conjunto dos anos do horizonte temporal;

$C = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, conjunto das classes da categoria de Oficiais, onde:

1 = Classe de Marinha;

2 = Classe de Administração Naval;

3 = Classe de Engenheiros Navais – Ramo de Mecânica;

4 = Classe de Engenheiros Navais – Ramo de Armas e Eletrónica;

5 = Classe de Fuzileiros Navais;

6 = Classe de Médicos Navais;

7 = Outras Classes de oficiais (TSN/TN/TS/ST).

Parâmetros:

$E_0^{O:c}$: número de existências no início do horizonte temporal;

$R_t^{O,c}$: número de passagens à reserva previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$;

$A_t^{O,c}$: número de saídas previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$;

$M_t^{PO,c}$: número de mudanças de categoria previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$, entre as categorias de Praça e Oficial;

$M_t^{SO,c}$: número de mudanças de categoria previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$, entre as categorias de Sargento e Oficial;

$U_t^{O,c}$: limite superior de existências de militares da categoria de Oficiais num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$;

$L_t^{O,c}$: limite inferior de existências de militares da categoria de Oficiais num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$;

$G_t^{O,c}$: limite superior de ingressos a admitir num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$;

$H_t^{O,c}$: limite inferior de ingressos a admitir num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$.

Variáveis de Decisão

$E_t^{O,c}$: número de existências num determinado ano $t \in T$ para a classe $c \in C$;

$I_t^{O,c}$: número de ingressos a realizar num determinado ano $t \in T$ para a classe $c \in C$;

$F_t^{O,c}$: folga de ingressos não utilizados relativamente ao limite superior num determinado ano $t \in T$ para a classe $c \in C$.

Formulação

$$\text{Min: } Z = \sum_{t \in T \setminus \{1\}} \sum_{c \in C} |E_t^{O,c} - E_{t-1}^{O,c}| \quad (4.27)$$

$$\text{s.a: } E_1^{O,c} = E_0^{O,c} - R_1^{O,c} - A_1^{O,c} + I_1^{O,c} + M_1^{PO,c} + M_1^{SO,c}, \forall c \in C \quad (4.28)$$

$$E_t^{O,c} = E_{t-1}^{O,c} - R_t^{O,c} - A_t^{O,c} + I_t^{O,c} + M_t^{PO,c} + M_t^{SO,c}, \forall c \in C, \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (4.29)$$

$$E_t^{O,c} \leq U_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.30)$$

$$E_t^{O,c} \geq L_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.31)$$

$$I_t^{O,c} \leq G_t^{O,c} + F_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.32)$$

$$I_t^{O,c} \geq H_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.33)$$

$$F_t^{O,c} \geq 0, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.34)$$

Esta formulação não é de um problema de programação linear, no entanto é possível escrever uma formulação equivalente em programação linear. Para tal, é necessário acrescentar as seguintes variáveis de decisão:

$\Delta_t^{O,c}$: diferencial em módulo de existências entre o ano $t - 1$ e o ano $t \in T \setminus \{1\}$ para a classe $c \in C$

$$\text{Min } Z = \sum_{t \in T} \sum_{c \in C} \Delta_t^{O,c} \quad (4.35)$$

$$\text{s.a: } E_1^{O,c} = E_0^{O,c} - R_1^{O,c} - A_1^{O,c} + I_1^{O,c} + M_1^{PO,c} + M_1^{SO,c}, \forall c \in C \quad (4.36)$$

$$E_t^{O,c} = E_{t-1}^{O,c} - R_t^{O,c} - A_t^{O,c} + I_t^{O,c} + M_t^{PO,c} + M_t^{SO,c}, \forall c \in C, \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (4.37)$$

$$E_t^{O,c} \leq U_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.38)$$

$$E_t^{O,c} \geq L_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.39)$$

$$I_t^{O,c} \leq G_t^{O,c} + F_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.40)$$

$$I_t^{O,c} \geq H_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.41)$$

$$F_t^{O,c} \geq 0, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.42)$$

$$\Delta_t^{O,c} \geq E_{t-1}^{O,c} - E_t^{O,c}, \forall t \in T \setminus \{1\}, \forall c \in C \quad (4.43)$$

$$\Delta_t^{O,c} \geq -E_{t-1}^{O,c} + E_t^{O,c}, \forall t \in T \setminus \{1\}, \forall c \in C \quad (4.44)$$

$$\Delta_t^{O,c} \geq 0, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.45)$$

4.2.2 Minimização do Somatório da Diferença entre Ingressos Consecutivas

Esta variante possui formulação e propósito análogo ao da variante ?? para os Ingressos.

Conjuntos:

T , conjunto dos anos do horizonte temporal;

$C = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, conjunto das classes da categoria de Oficias, onde:

- 1 = Classe de Marinha;
- 2 = Classe de Administração Naval;
- 3 = Classe de Engenheiros Navais – Ramo de Mecânica;
- 4 = Classe de Engenheiros Navais – Ramo de Armas e Eletrônica;
- 5 = Classe de Fuzileiros Navais;
- 6 = Classe de Médicos Navais;
- 7 = Outras Classes de oficiais (TSN/TN/TS/ST).

Parâmetros:

- $E_0^{O,c}$: número de existências no início do horizonte temporal;
- $R_t^{O,c}$: número de passagens à reserva previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$;
- $A_t^{O,c}$: número de saídas previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$;
- $M_t^{PO,c}$: número de mudanças de categoria previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$, entre as categorias de Praça e Oficial;
- $M_t^{SO,c}$: número de mudanças de categoria previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$, entre as categorias de Sargento e Oficial;
- $U_t^{O,c}$: limite superior de existências de militares da categoria de Oficiais num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$;
- $L_t^{O,c}$: limite inferior de existências de militares da categoria de Oficiais num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$;
- $G_t^{O,c}$: limite superior de ingressos a admitir num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$;
- $H_t^{O,c}$: limite inferior de ingressos a admitir num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$.

Variáveis de Decisão

- $E_t^{O,c}$: número de existências num determinado ano $t \in T$ para a classe $c \in C$;

- $I_t^{O,c}$: número de ingressos a realizar num determinado ano $t \in T$ para a classe $c \in C$;
- $F_t^{O,c}$: folga de ingressos não utilizados relativamente ao limite superior num determinado ano $t \in T$ para a classe $c \in C$.

Formulação

$$\text{Min } Z = \sum_{t \in T \setminus \{1\}} \sum_{c \in C} |I_t^{O,c} - I_{t-1}^{O,c}| \quad (4.46)$$

$$\text{s.a: } E_1^{O,c} = E_0^{O,c} - R_1^{O,c} - A_1^{O,c} + I_1^{O,c} + M_1^{PO,c} + M_1^{SO,c}, \forall c \in C \quad (4.47)$$

$$E_t^{O,c} = E_{t-1}^{O,c} - R_t^{O,c} - A_t^{O,c} + I_t^{O,c} + M_t^{PO,c} + M_t^{SO,c}, \forall c \in C, \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (4.48)$$

$$E_t^{O,c} \leq U_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.49)$$

$$E_t^{O,c} \geq L_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.50)$$

$$I_t^{O,c} - F_t^{O,c} \leq G_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.51)$$

$$I_t^{O,c} \geq H_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.52)$$

$$F_t^{O,c} \geq 0, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.53)$$

Esta formulação não é de um problema de programação linear, no entanto é possível escrever uma formulação equivalente em programação linear. Para tal, é necessário acrescentar as seguintes variáveis de decisão:

$\Delta_t^{O,c}$: diferencial em módulo de ingressos entre o ano $t - 1$ e o ano $t \in T \setminus \{1\}$ para a classe $c \in C$

$$\text{Min } Z = \sum_{t \in T} \sum_{c \in C} \delta_t^{O,c} \quad (4.54)$$

$$\text{s.a: } E_1^{O,c} = E_0^{O,c} - R_1^{O,c} - A_1^{O,c} + I_1^{O,c} + M_1^{PO,c} + M_1^{SO,c}, \forall c \in C \quad (4.55)$$

$$E_t^{O,c} = E_{t-1}^{O,c} - R_t^{O,c} - A_t^{O,c} + I_t^{O,c} + M_t^{PO,c} + M_t^{SO,c}, \forall c \in C, \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (4.56)$$

$$E_t^{O,c} \leq U_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.57)$$

$$E_t^{O,c} \geq L_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.58)$$

$$I_t^{O,c} \leq G_t^{O,c} + F_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.59)$$

$$I_t^{O,c} \geq H_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.60)$$

$$F_t^{O,c} \geq 0, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.61)$$

$$\delta_t^{O,c} \geq I_{t-1}^{O,c} - I_t^{O,c}, \forall t \in T \setminus \{1\}, \forall c \in C \quad (4.62)$$

$$\delta_t^{O,c} \geq -I_{t-1}^{O,c} + I_t^{O,c}, \forall t \in T \setminus \{1\}, \forall c \in C \quad (4.63)$$

$$\delta_t^{O,c} \geq 0, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.64)$$

4.2.3 Maximização do Somatório das Existências

Esta variante procura obter uma solução a que corresponda o máximo de militares possível em cada ano mantendo-se dentro dos limites estipulados de existências.

Conjuntos

T , conjunto dos anos do horizonte temporal;

$C = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, conjunto das classes da categoria de Oficiais, onde:

1 = Classe de Marinha;

2 = Classe de Administração Naval;

3 = Classe de Engenheiros Navais – Ramo de Mecânica;

4 = Classe de Engenheiros Navais – Ramo de Armas e Eletrónica;

5 = Classe de Fuzileiros Navais;

6 = Classe de Médicos Navais;

7 = Outras Classes de oficiais (TSN/TN/TS/ST).

Parâmetros

$E_0^{O,c}$: número de existências no início do horizonte temporal;

$R_t^{O,c}$: número de passagens à reserva previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$;

$A_t^{O,c}$: número de saídas previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$;

$M_t^{PO,c}$: número de mudanças de categoria previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$, entre as categorias de Praça e Oficial;

$M_t^{SO,c}$: número de mudanças de categoria previstas ocorrer num determinado ano $t \in T$, para a classe $c \in C$, entre as categorias de Sargento e Oficial;

$U_t^{O,c}$: limite superior de existências de militares da categoria de Oficiais num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$;

$L_t^{O,c}$: limite inferior de existências de militares da categoria de Oficiais num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$;

$G_t^{O,c}$: limite superior de ingressos a admitir num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$;

$H_t^{O,c}$: limite inferior de ingressos a admitir num determinado ano $t \in T$ e numa determinada classe $c \in C$.

Variáveis de Decisão

$E_t^{O,c}$: número de existências num determinado ano $t \in T$ para a classe $c \in C$;

$I_t^{O,c}$: número de ingressos a realizar num determinado ano $t \in T$ para a classe $c \in C$;

$F_t^{O,c}$: folga de ingressos não utilizados relativamente ao limite superior num determinado ano $t \in T$ para a classe $c \in C$.

Formulação

$$\text{Max } Z = \sum_{t \in T} \sum_{c \in C} E_t^{O,c} \quad (4.65)$$

$$\text{s.a: } E_1^{O,c} = E_0^{O,c} - R_1^{O,c} - A_1^{O,c} + I_1^{O,c} + M_1^{PO,c} + M_1^{SO,c}, \forall c \in C \quad (4.66)$$

$$E_t^{O,c} = E_{t-1}^{O,c} - R_t^{O,c} - A_t^{O,c} + I_t^{O,c} + M_t^{PO,c} + M_t^{SO,c}, \forall c \in C, \forall t \in T \setminus \{1\} \quad (4.67)$$

$$E_t^{O,c} \leq U_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.68)$$

$$E_t^{O,c} \geq L_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.69)$$

$$I_t^{O,c} \leq G_t^{O,c} + F_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.70)$$

$$I_t^{O,c} \geq H_t^{O,c}, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.71)$$

$$F_t^{O,c} \geq 0, \forall t \in T, \forall c \in C \quad (4.72)$$

4.3 Características do Protótipo, Interface e Parametrização

Como referido na Secção 1.2, o objeto de estudo da presente dissertação é o fluxo de pessoal militar nas categorias de Oficiais, Sargentos e Praças, considerando as modalidades de serviço efetivo nos Quadros Permanentes (QP) e em Regime de Contrato (RC) da MP. Consequentemente, não são abrangidas as formas de prestação de serviço em Regime de Voluntariado (RV) nem situações específicas de convocação ou mobilização, por se tratarem de modalidades atualmente sem aplicabilidade prática, dado que o último registo deste tipo presente no SIIP remonta a meados de 2001, estando, por isso, fora do âmbito deste trabalho.

Adicionalmente, não são consideradas as classes em extinção (Marinha Portuguesa, 2025) nas diversas categorias, uma vez que já não apresentam novas incorporações para essas classes.

No que respeita à distinção por classes, apenas na categoria de Oficiais é feita a desagregação, sendo abrangidas as classes dos cursos tradicionais da EN (Marinha, Administração Naval, Engenheiros Navais em ambos os ramos, Fuzileiros Navais e Médicos Navais) e restantes classes com exceção dos Músicos e Capelões. Todas as classes da categoria de Sargentos e Praças encontram-se agrupadas em colunas dedicadas sem discriminação interna.

Assim, os ficheiros carregados na aplicação possuem as seguintes características:

1. **Tabela contendo histórico** compilado desde 1980 dos fenómenos a serem estudados. A construção desta tabela encontra-se detalhada na secção 3.2;
2. **Tabela com previsões** dos fenómenos a serem estudados, obtidas a partir do ambiente RStudio com modelos ARIMA. Em alternativa, como descrito na Secção 4.3.2, é possível efetuar as previsões diretamente na aplicação, dado que a função `auto.arima` utilizada em RStudio foi adaptada para MATLAB, colmatando a inexistência de uma função nativa que teste automaticamente múltiplos parâmetros e selecione o modelo mais adequado.

A aplicação desenvolvida funciona tendo como núcleo um conjunto de funções dedicadas, que operacionalizam os cálculos necessários à determinação dos ingressos ótimos por categoria. Estas funções, nomeadamente `func_oficiais`, `func_sargentos` e `func_pracas`, recorrem a técnicas de programação linear para resolver problemas de otimização de ingressos, atendendo às especificidades de cada grupo. No caso dos oficiais, a função `func_oficiais` segue o processo de separação por classes já definido na secção 3.2.

1. `func_oficiais`: otimiza os ingressos para oficiais, discriminando por classe, de acordo com as necessidades de cada uma e os objetivos definidos pelo utilizador;
2. `func_sargentos` e `func_pracas`: otimizam os ingressos para as respectivas categorias consideradas como um todo, sem distinções internas, assumindo-se uma estrutura agregada, de acordo com as necessidades de cada uma e os objetivos definidos pelo utilizador;

O principal objetivo destas funções é calcular, para cada ano do horizonte temporal definido, os ingressos ideais I_t^c , ou seja, a quantidade de efetivos a admitir por categoria (e por classe, no caso dos oficiais), de forma a garantir a convergência para o objetivo de efetivos previamente fixado. Em simultâneo, são também determinadas as variáveis de folga F_t^c , que representam os desvios entre os ingressos desejados e os efetivamente viáveis, face aos limites de admissibilidade impostos, como restrições logísticas ou políticas de recrutamento.

Estas funções foram concebidas de modo a assegurar a compatibilidade com os dados processados a montante e a permitir uma atualização dinâmica dos resultados sempre que os parâmetros definidos pelo utilizador forem alterados. A sua estrutura modular facilita futuras adaptações, nomeadamente a introdução de novos critérios de restrição ou de objetivos múltiplos, o que reforça a utilidade do protótipo como ferramenta de apoio à decisão na gestão estratégica de efetivos.

Neste subcapítulo são apresentadas as componentes que integram o Protótipo, com especial enfoque na sua estrutura funcional e organização. Tal como previamente referido, a aplicação informática foi desenvolvida utilizando a ferramenta `App Designer` do MATLAB, com o objetivo de garantir uma interface intuitiva e acessível ao utilizador. Em termos funcionais, a aplicação organiza-se em 3 etapas principais, sendo estas:

1. **Etapa 1 – Carregamento do Histórico:** inclusão dos dados relativos a número de saídas, passagens à reserva e mudanças de categoria (Secção 4.3.1);
2. **Etapa 2 – Previsão:** com base no histórico carregado, realizar estimativas para os anos futuros (Separador 4.3.2);
3. **Etapa 3 – Otimização:** definição dos parâmetros dos modelos de otimização e visualização dos resultados obtidos (Separador 4.3.3.1).

A estrutura da aplicação assenta numa lógica de separadores organizados hierarquicamente. Os separadores de primeiro nível permitem, entre outras funcionalidades, o carregamento dos dados históricos relativos às categorias e classes em análise, a definição do horizonte temporal a considerar, a seleção e a parametrização do modelo preditivo a utilizar e, por fim, a visualização dos resultados sob mais que um formato de modo a proporcionar uma compreensão mais aprofundada dos mesmos. Complementarmente, foram integradas funcionalidades que asseguram a coerência entre os diferentes módulos, permitindo que alterações em parâmetros críticos se reflitam automaticamente nas previsões e nos resultados de otimização. Esta interdependência contribui para uma maior fluidez do processo de simulação e para uma redução dos erros de input por parte do utilizador. A organização em separadores visa também facilitar a análise modular dos resultados, possibilitando testes de sensibilidade e cenarização de forma mais célere. Esta arquitetura modular e adaptável pretende servir como base para futuras expansões, nomeadamente a incorporação de novos modelos estatísticos ou indicadores de desempenho que possam enriquecer a análise da evolução dos efetivos na Marinha Portuguesa.

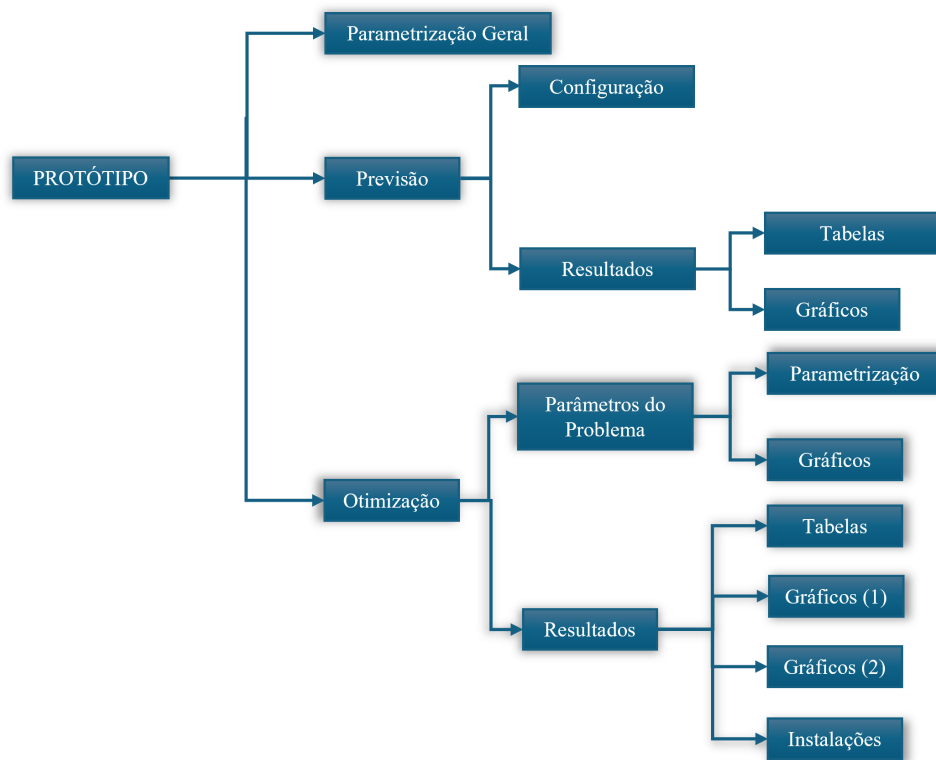


FIGURA 4.3: Relação hierárquica da aplicação desenvolvida.

4.3.1 Separador Parametrização Geral

Iniciando-se a aplicação é automaticamente mostrado o separador onde se permite que o utilizador escolha a base de dados que pretende utilizar. Esta decisão permite considerar e testar mais que um cenário, no caso de se determinarem erros durante o processo de tratamento dos dados históricos descrito na Secção 3.2. Depois do utilizador selecionar a base de dados que pretende utilizar torna-se possível constatar o seu conteúdo no mesmo separador, como se pode observar na Figura 4.4.

4.3. Características do Protótipo, Interface e Parametrização

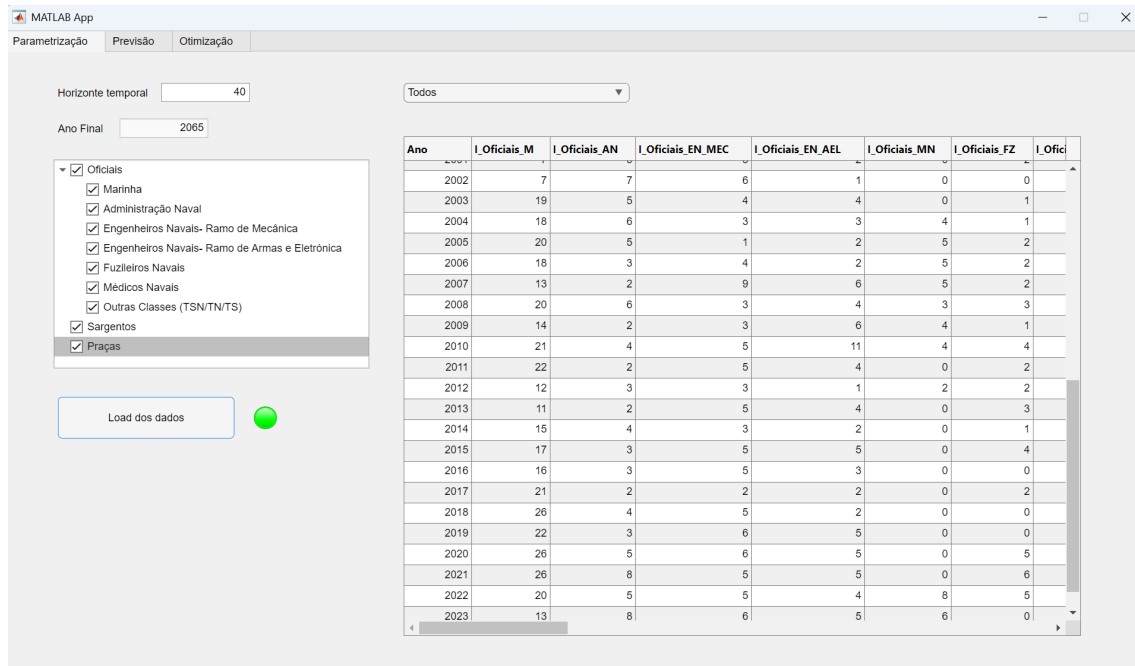


FIGURA 4.4: Visão geral do separador Parametrização Geral.

4.3.2 Separador Previsão

O separador Previsão tem como finalidade permitir ao utilizador efetuar previsões diretamente na aplicação, evitando a necessidade de carregamento externo. Neste módulo, é possível selecionar o modelo preditivo a utilizar, com o intuito de gerar previsões que servirão de base ao modelo de otimização. O objetivo consiste em proporcionar ao utilizador uma ferramenta que replique, de forma automatizada, o processo de previsão descrito anteriormente na Secção 3.3. Tal como aí referido, foram testados três modelos de previsão em ambiente RStudio. Contudo, devido a limitações temporais, à data da submissão deste trabalho, apenas o modelo ARIMA se encontra implementado no protótipo. Para esse efeito, foi desenvolvida a função `func_arima`, cuja lógica procura replicar o comportamento da função `auto.arima`, amplamente utilizada no ambiente RStudio, uma vez que não existe uma implementação nativa equivalente no MATLAB. A integração dos restantes modelos testados, ou mesmo a exploração e incorporação de novos modelos preditivos não abordados neste estudo, constitui uma oportunidade clara para desenvolvimento futuro da aplicação.

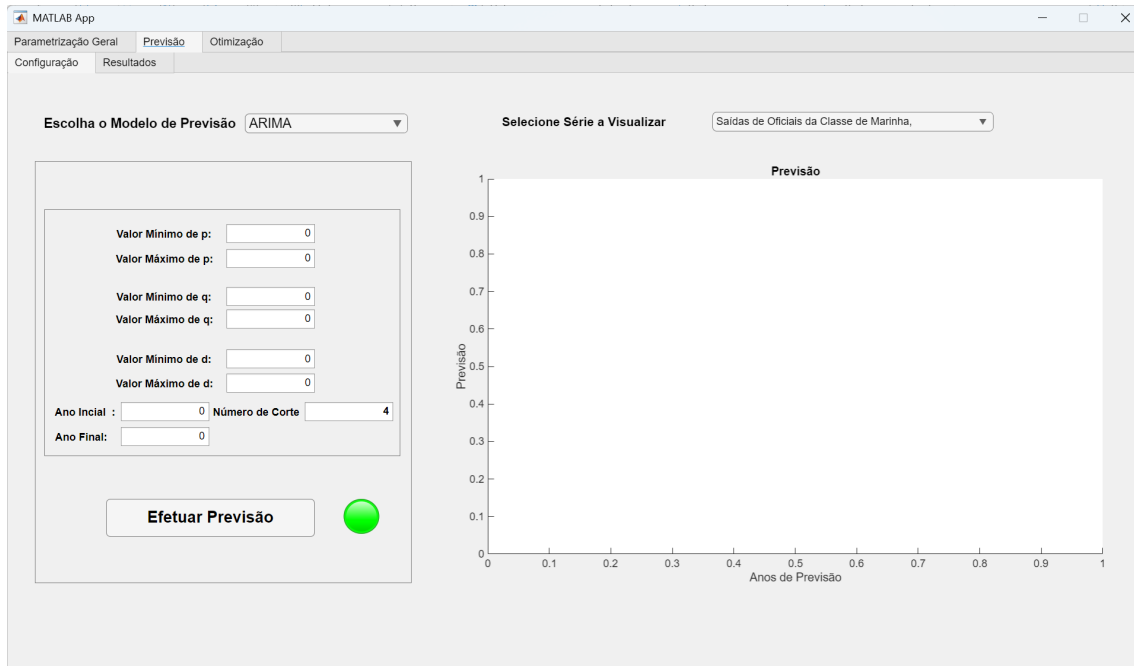


FIGURA 4.5: Organização do separador Previsão.

Como é possível constatar na Figura 4.5, este possui uma opção de escolha do modelo preditivo a utilizar encontrando-se, como já foi referido na presente secção, ao modelo ARIMA. Ao carregar no botão **Efetuar Previsão**, a aplicação efetua a previsão para todas as séries carregadas no separador **Parametrização Geral**. De realçar que o protótipo procura os nomes das séries referidas na secção 3.3, realçando a importância de preservar os referidos nomes caso se opte por escolher uma base de dados distinta da utilizada no presente trabalho.

Após efetuar a previsão, o utilizador pode observar os resultados do modelo de previsão diretamente no separador e, caso pretenda, carregá-los para o separador **Otimização**.

4.3.3 Separador Otimização

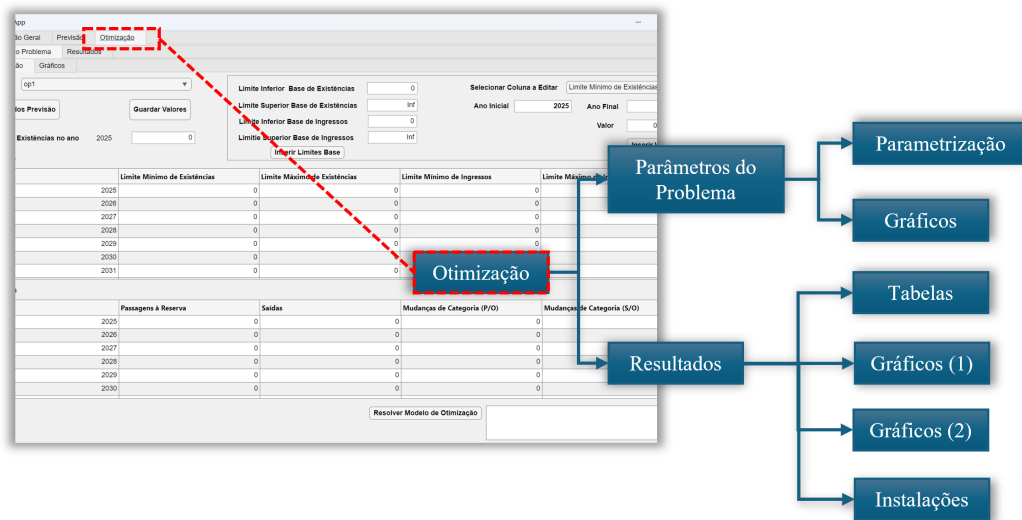


FIGURA 4.6: Estrutura hierárquica do separador Otimização.

O separador Otimização divide-se em dois separadores de segundo nível, um dedicado a parametrizar o modelo de otimização a ser resolvido pela aplicação (Parâmetros do Problema) e outro dedicado a observar os seus resultados e analisar as implicações práticas nas instalações de formação e ensino da MP (Resultados).

Os parâmetros do modelo podem ser definidos pelo utilizador de forma a que possa introduzir os valores caracterizadores de um cenário a ser testado (capacidade de ingresso anual, limites de existências autorizadas, entre outros). Estes limites podem ser observados na Figura 4.7. Os dados relativos a cada opção selecionada no separador Parametrização são carregados em conjunto e requerem que sejam guardados manualmente, de forma a garantir que a informação introduzida é devidamente registada para utilização posterior no processo de simulação. Adicionalmente, caso o utilizador pretenda modificar valores em linhas específicas ou em intervalos de linhas, poderá fazê-lo selecionando o ano desejado e definindo o intervalo a ser alterado. Em alternativa, é também possível proceder à alteração manual de cada linha individualmente, conforme necessário. Com recurso ao separador de terceiro nível é possível observar visualmente os valores introduzidos e com os quais o programa vai trabalhar.

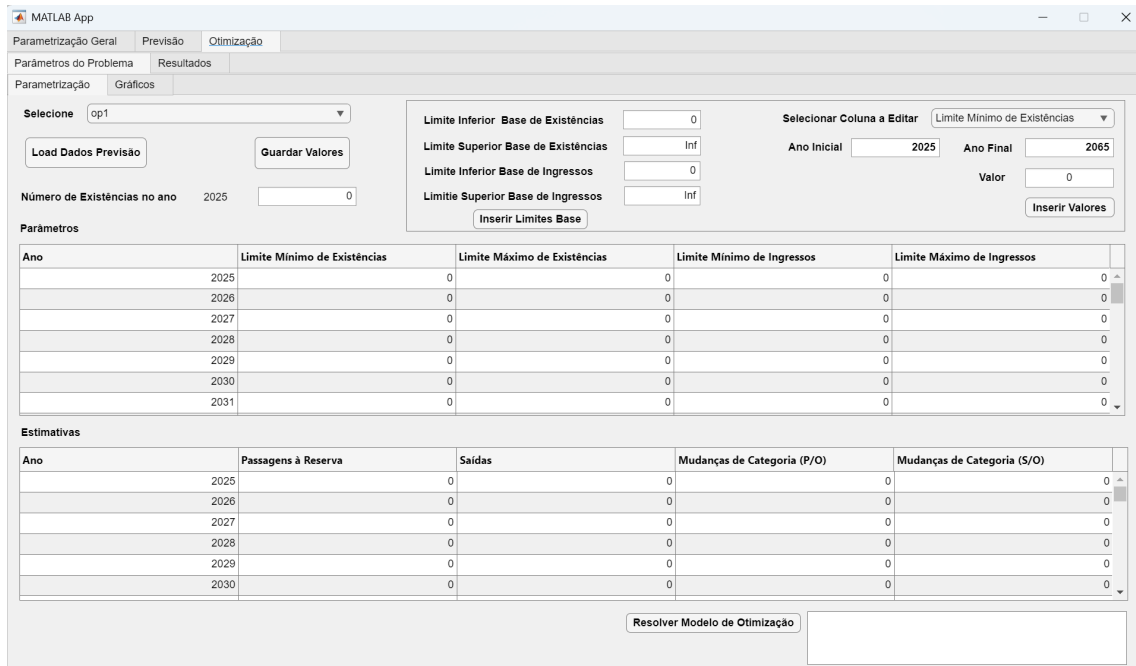


FIGURA 4.7: Vista geral do separador Otimização.

Neste separador, o utilizador dispõe das seguintes funcionalidades:

1. **Carregamento de dados de previsão:** Caso o utilizador opte por utilizar dados previsionais externos, pode fazê-lo através do botão **Load Dados Previsão**. O ficheiro a carregar deverá estar no formato **Excel** e conter os dados organizados por categoria (e por classe, no caso dos oficiais), com cada folha do ficheiro correspondendo a uma dessas subdivisões.

Após a seleção do ficheiro, será apresentado um menu de seleção (Figura 4.8) que permite ao utilizador indicar especificamente quais os dados que pretende carregar.

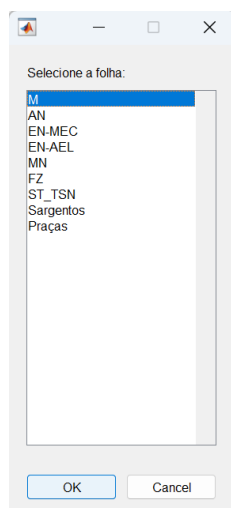


FIGURA 4.8: Interface de seleção de dados a importar.

2. **Definição das existências no ano de simulação:** Campo no qual o utilizador deverá introduzir o número de militares existentes nessa categoria (e classe, se aplicável) no ano em que a simulação se inicia.
3. **Definição dos limites inferiores e superiores das existências:** Estes parâmetros estabelecem os intervalos admissíveis dentro dos quais os efetivos se devem manter ao longo do horizonte temporal considerado.
4. **Definição dos limites inferiores e superiores para os ingressos anuais:** Permite ao utilizador configurar os valores mínimo e máximo de admissões por ano. Recomenda-se que o limite inferior seja superior a zero, de modo a evitar anos sem qualquer ingresso seguidos de anos com admissões excessivas, contribuindo assim para uma solução mais equilibrada e sustentável.
5. **Resolução dos Modelos de Otimização:** Ao pressionar o botão Resolver Modelo de Otimização surge uma notificação indicando que o problema foi processado pela aplicação (Figura 4.9).

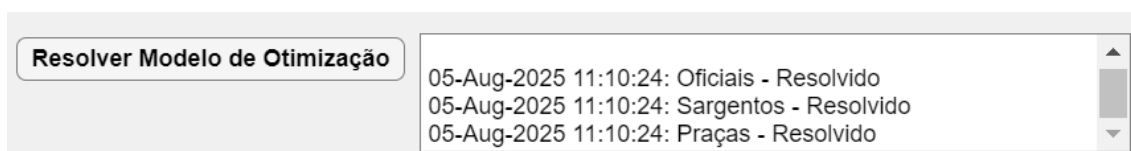


FIGURA 4.9: Notificação de resolução do problema.

Como já foi referido na presente secção, os valores inseridos podem ser editados manualmente ou selecionando o intervalo de anos a editar, desta

forma facilitando testes computacionais. Afim de exemplificar o funcionamento da aplicação informática, apresenta-se de seguida na secção 4.4 a resolução dos modelos aplicados à categoria de oficiais da classe de Marinha, bem como às categorias de sargentos e praças.

Os resultados podem ser observados num sub-separador dedicado. Este, apresentado na Figura 4.10, apresenta ao utilizador a possibilidade de interagir com dois gráficos distintos que permitem comparar de forma intuitiva as várias séries que são tratadas.

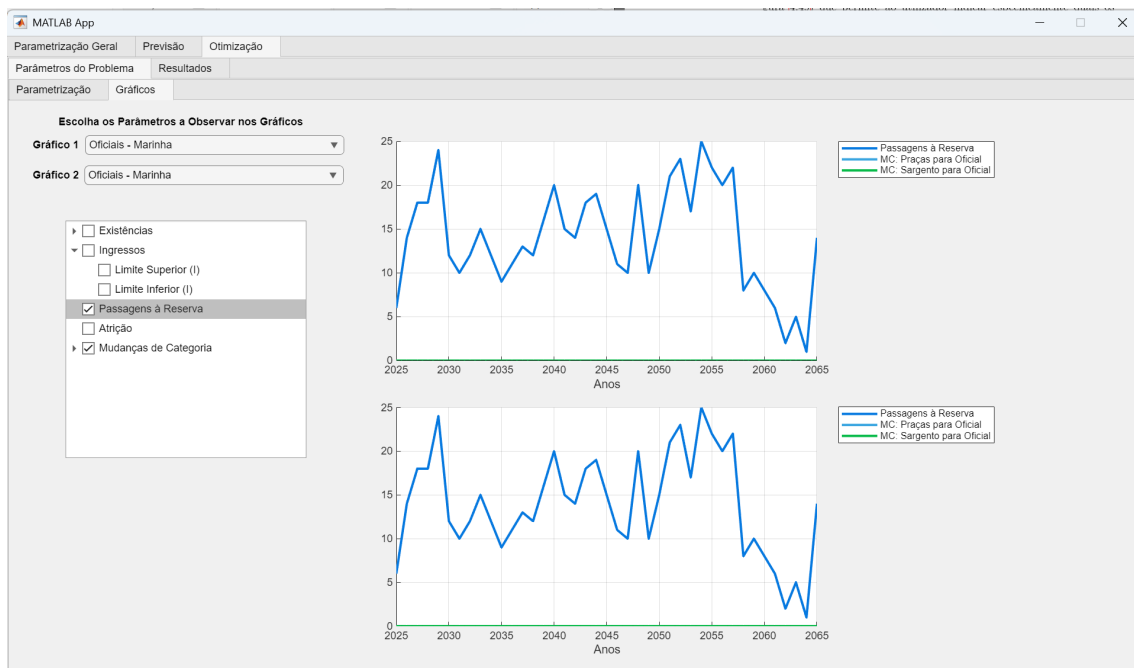


FIGURA 4.10: Visualização do separador dos gráficos que ilustram os parâmetros do problema.

4.3.3.1 Separador Resultados

No presente separador o utilizador pode consultar os resultados do modelo de otimização, apresentados sob a forma de tabelas, gráficos ou representações visuais que ilustram de forma intuitiva o seu impacto nas instalações de formação e ensino da MP. Cada uma destas funcionalidades encontra-se organizada em sub-separadores específicos, conforme ilustrado na Figura 4.12.

4.3. Características do Protótipo, Interface e Parametrização

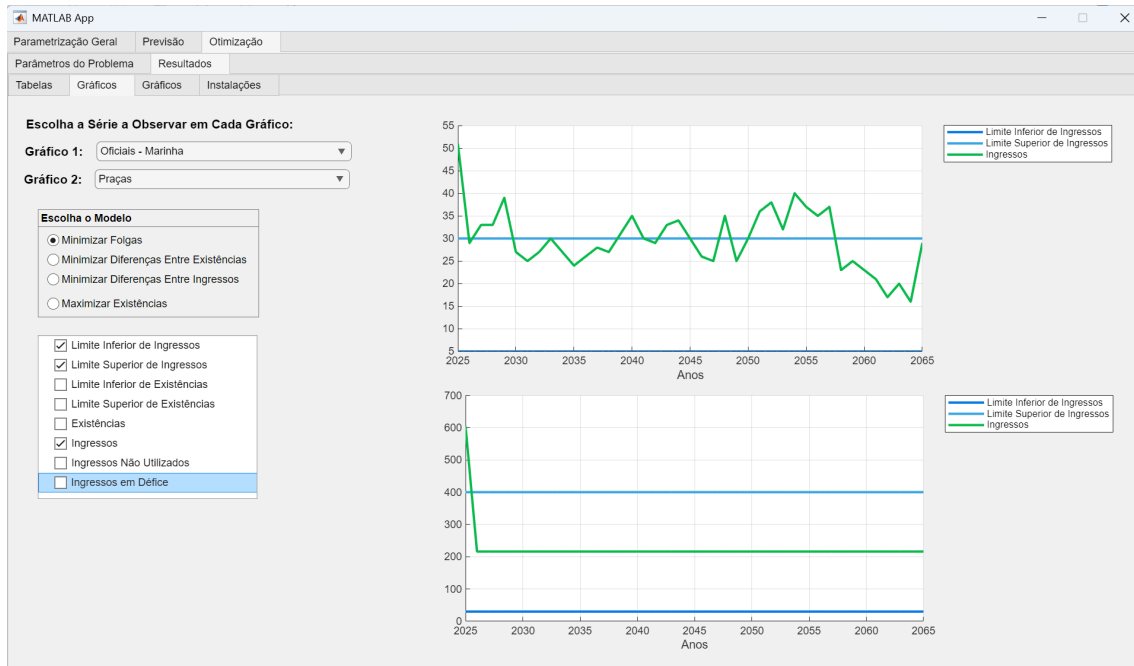


FIGURA 4.11: Visualização do separador dos gráficos que ilustram os resultados do problema. Na presente figura apresentam-se valores meramente ilustrativos da forma como os resultados são apresentados.

The figure shows the MATLAB App interface with the 'Resultados' separator. It displays two tables, 'Tabela 1' and 'Tabela 2', both containing the same data. The data is organized into columns for 'Ano', 'Lim. Inf. de Existências', 'Existências', 'Lim. Sup. de Existências', 'Lim. Inf. de Ingressos', 'Ingressos', 'Lim. Sup. de Ingressos', 'Ingressos Não Utilizados', and 'Ingressos Não Possíveis de Realizar'. The data points are as follows:

Ano	Lim. Inf. de Existências	Existências	Lim. Sup. de Existências	Lim. Inf. de Ingressos	Ingressos	Lim. Sup. de Ingressos	Ingressos Não Utilizados	Ingressos Não Possíveis de Realizar
2025	400	489	1000	10	10	30	30	20
2026	400	470	1000	10	10	30	30	20
2027	400	447	1000	10	10	30	30	20
2028	400	428	1000	10	14	30	30	16
2029	400	419	1000	10	30	30	30	0
2030	400	422	1000	10	30	30	30	0
2031	400	427	1000	10	30	30	30	0
2032	400	430	1000	10	30	30	30	0
2033	400	430	1000	10	30	30	30	0
2034	400	433	1000	10	30	30	30	0
2035	400	436	1000	10	30	30	30	0

FIGURA 4.12: Visualização geral do separador Resultados.

O sub-separador dedicado à visualização gráfica dos resultados (Figura 4.11) funciona de forma análoga ao seu equivalente destinado à parametrização do problema (Figura 4.10).

Já o separador intitulado "Instalações" tem como objetivo representar graficamente as unidades da Marinha Portuguesa com responsabilidades no ensino e formação de novos militares, nomeadamente a Escola Naval (EN), a Escola de Fuzileiros (EF) e a Escola de Tecnologias Navais (ETNA). Para a representação geográfica destas instalações, recorreu-se ao GeoPortal da Câmara Municipal de Almada (Câmara Municipal de Almada, 2020), uma ferramenta que disponibiliza informação cartográfica detalhada do concelho, incluindo rede viária, toponímia, limites administrativos e outros elementos geográficos relevantes de forma permanente. Esta plataforma revelou-se particularmente útil para contextualizar espacialmente as infraestruturas de formação consideradas no presente estudo.

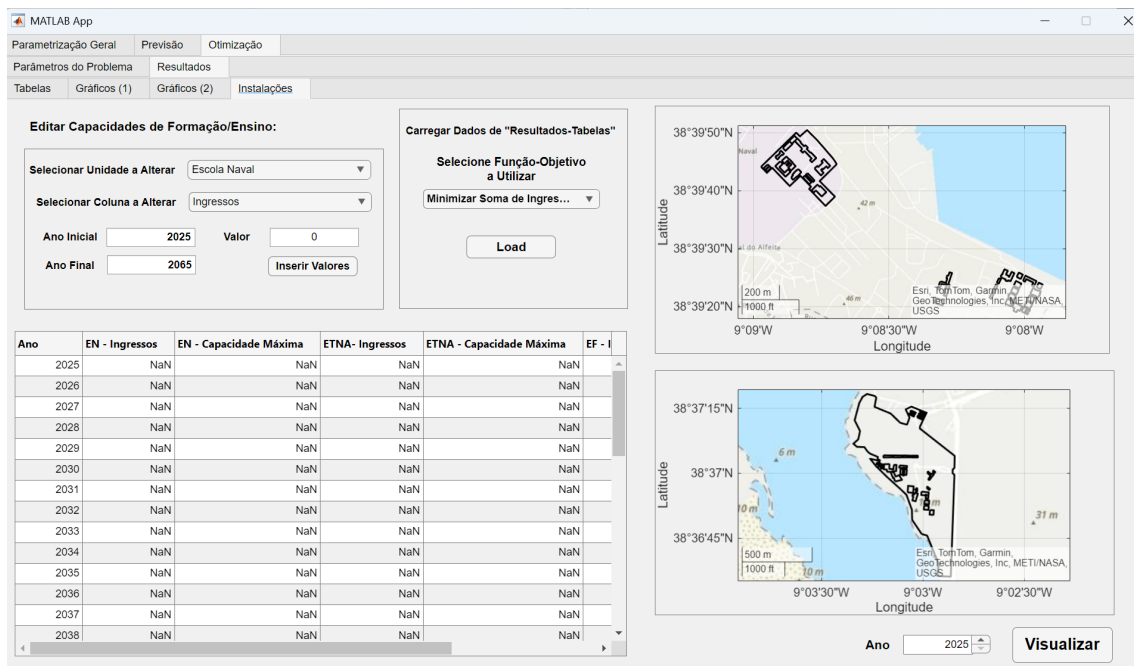


FIGURA 4.13: Visão geral do separador Instalações.

Entres as funcionalidades possíveis de executar neste separador, definem-se:

1. Definir manualmente os valores de ingressos e a capacidade máxima de formação da Escola Naval, da Escola de Tecnologias Navais e da Escola de Fuzileiros, respetivamente;

2. Carregar os resultados obtidos pelos modelos de otimização, indicando qual a função-objetivo que gera os resultados mais fidedignos;
3. Verificar se os resultados ultrapassam os limites definidos, recorrendo aos mapas apresentados na extremidade do separador. Ao pressionar o botão **Visualizar**, o programa executa automaticamente a simulação para todos os anos de estudo, permitindo, caso se pretenda, a visualização individual de cada ano.

4.4 Testes computacionais

De modo a testar o modelo proposto e a aplicação desenvolvida, revelou-se necessário considerar um cenário que tivesse por base certa hipóteses estratégicas. A cenarização permite testar o comportamento do modelo em diferentes contextos estratégicos, refletindo possíveis evoluções da Marinha Portuguesa. O cenário considerado corresponde a uma situação de crescimento impulsionado por um eventual incremento no investimento na Defesa e por um eventual reforço do compromisso nacional com missões internacionais no âmbito da NATO ou da União Europeia a par de uma acentuada atrição. Este cenário pressupõe a necessidade de aumentar significativamente os efetivos, exigindo admissões mais intensivas e sustentadas ao longo do tempo, particularmente nas classes técnicas e operacionais.

Pondo isto, apresentam-se de seguida o cenário considerado.

Cenário: Crise de Retenção

Este cenário simula uma situação em que as estimativas de atrição fornecidas apresentam uma tendência acentuadamente positiva, traduzindo-se em valores sucessivamente mais elevados de saídas, quer por passagem à situação de reserva, quer por desvinculação antecipada do serviço ativo. Em alternativa, a atrição poderá manter-se num patamar anormalmente elevado de forma persistente ao longo do horizonte temporal, comprometendo de igual forma a estabilidade dos quadros e a sustentabilidade dos mesmos. Tal realidade pode decorrer de uma combinação de fatores exógenos e endógenos à instituição, como uma maior atratividade do mercado civil, dificuldades na progressão na carreira, ou ausência de incentivos à permanência. Neste contexto, o objetivo do cenário passa por aferir a capacidade do modelo em ajustar os ingressos anuais de forma a compensar essas perdas significativas e, ainda assim, assegurar o cumprimento dos efetivos-alvo definidos para os quadros especiais da

Marinha Portuguesa. Os dados de atrição utilizados neste teste computacional foram gerados a partir do modelo ARIMA, ajustado com recurso à função `auto.arima` em ambiente de programação RStudio de acordo com o descrito na Secção 3.3. Devido à forte influência dos anos mais recentes — marcados por níveis anómalos de saída de pessoal — os valores previstos apresentam um enviesamento que acentua as tendências erosivas dos quadros, conforme discutido na mesma Secção. Os objetivos de efetivos considerados neste estudo foram definidos com base nos Quadros Especiais da Marinha para o ano de 2025 (Anexo III), acrescidos de 10%. Foram excluídas as classes em extinção e a classe de Músicos, por não representarem impacto estruturante no modelo e, conseqüentemente, não se justificarem na presente análise. Assim, pretende-se não apenas avaliar a manutenção dos quadros num cenário de crise de retenção, mas também testar a capacidade de incremento dos quantitativos militares. A Tabela 4.1 apresenta os valores de referência estabelecidos para este cenário.

TABELA 4.1: Quadro-objetivo para o Cenário A, correspondente um acréscimo de 10% aos QE para 2025.

Classe/Categoria	QE
Oficiais da Classe de Marinha	574
Oficiais da Classe de Administração Naval	137
Oficiais da Classe de Engenheiros Navais - MEC	245
Oficiais da Classe de Engenheiros Navais - AEL	
Oficiais da Classe de Médicos Navais	97
Oficiais da Classe de Fuzileiros Navais	86
Oficiais de Outras Classes (TSN/ST/TS/TN)	477
Total de Oficiais	1619
Sargentos	2339
Praças	3388

Os testes computacionais tiveram por base esses dados, sendo posteriormente carregados na aplicação (Figura 4.8). Após o carregamento dos dados, foram definidos os limites mínimos e máximos admissíveis de ingresso e existências por categoria, refletindo a capacidade de formação e as restrições legais ou logísticas associadas à formação militar (Figura 4.14).

Para a categoria de oficiais, refira-se que, como abordado na Secção 2.3.1, a Escola Naval apresenta atualmente restrições de natureza estrutural e pedagógica que limitam a sua capacidade de formação inicial. Tal fator deve ser tido em consideração na interpretação dos resultados obtidos neste cenário, uma

vez que, mesmo que o modelo determine a necessidade de admissões acrescidas, poderá não ser possível executá-las na prática mantendo a estrutura atual dos cursos.

Este cenário, assim, oferece uma base de avaliação da sensibilidade do sistema às variações na atrição, permitindo perceber até que ponto os ingressos podem ser ajustados sem comprometer os limites operacionais da instituição. A análise dos resultados, apresentada na secção seguinte, explora as soluções propostas pelo modelo, os desafios colocados à capacidade de admissão, e a eficácia das diferentes funções-objetivo na mitigação do impacto da crise de retenção.

Relativamente aos limites inferiores e superiores das existências do modelo mencionadas na Figura 4.7, decidiu-se escolher os limites que se considerou plausíveis tendo em conta o histórico da constituição dos cursos tradicionais da EN e de valores-limite para as categorias de Sargento e Praça, definindo-se:

TABELA 4.2: Limites mínimos e máximos de efetivos e de ingressos por categorias e classes para os militares da MP:

Categoria/Classe	Limites de Existências		Limites de Ingressos	
	Limite Inferior	Limite Superior	Limite Inferior	Limite Superior
Oficias da Classe de Marinha	574	574	5	30
Oficias da Classe de Administração Naval	137	137	2	8
Oficias da Classe de Engenheiros Navais - Ramo de Mecânica	137	126	2	8
Oficias da Classe de Engenheiros Navais - Ramo de Armas e Eletrónica	108	108	2	8
Oficias da Classe de Fuzileiros Navais	86	86	0	4
Oficias da Classe de Médicos Navais	97	97	2	8
Oficias da Classes Técnicas (TSN/TN/TS/ST)	477	477	5	40
Sargentos	2339	2339	20	210
Praças	3388	3388	20	430

Ainda mais, os limites inferior e superior das existências encontram-se idênticos de forma a forçar o modelo a convergir para esse valor, que consideramos ser o nosso objetivo.

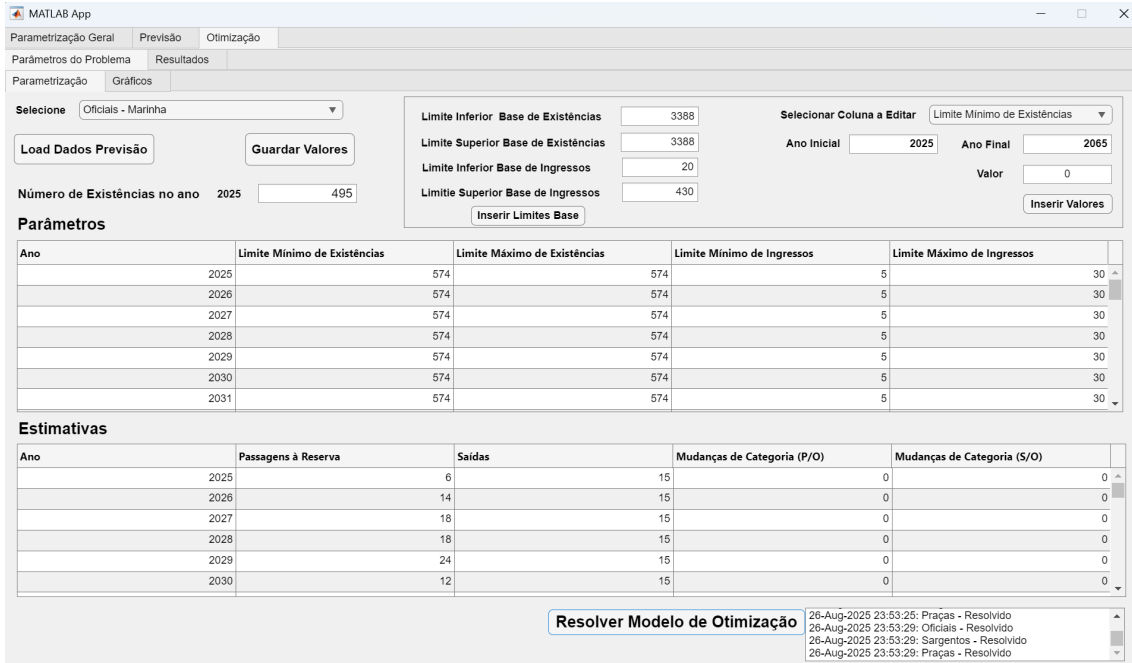


FIGURA 4.14: Janela da aplicação onde inserir os limites das variáveis dos modelos.

Após este passo estar completo, o protótipo devolve um avio numa caixa de texto a informar que os cálculos se encontram efetuados. É possível observar os mesmos através dos separadores Gráficos(1) e Gráficos(2), como descrito anteriormente na secção 4.3. Avançando para o separador Instalações, é possível ao utilizador visualizar de forma intuitiva a maneira como os resultados possuem implicações no mundo real, mais concretamente nas instalações de ensino e formação da MP (Figuras 4.15 e 4.16).

4.4. Testes computacionais

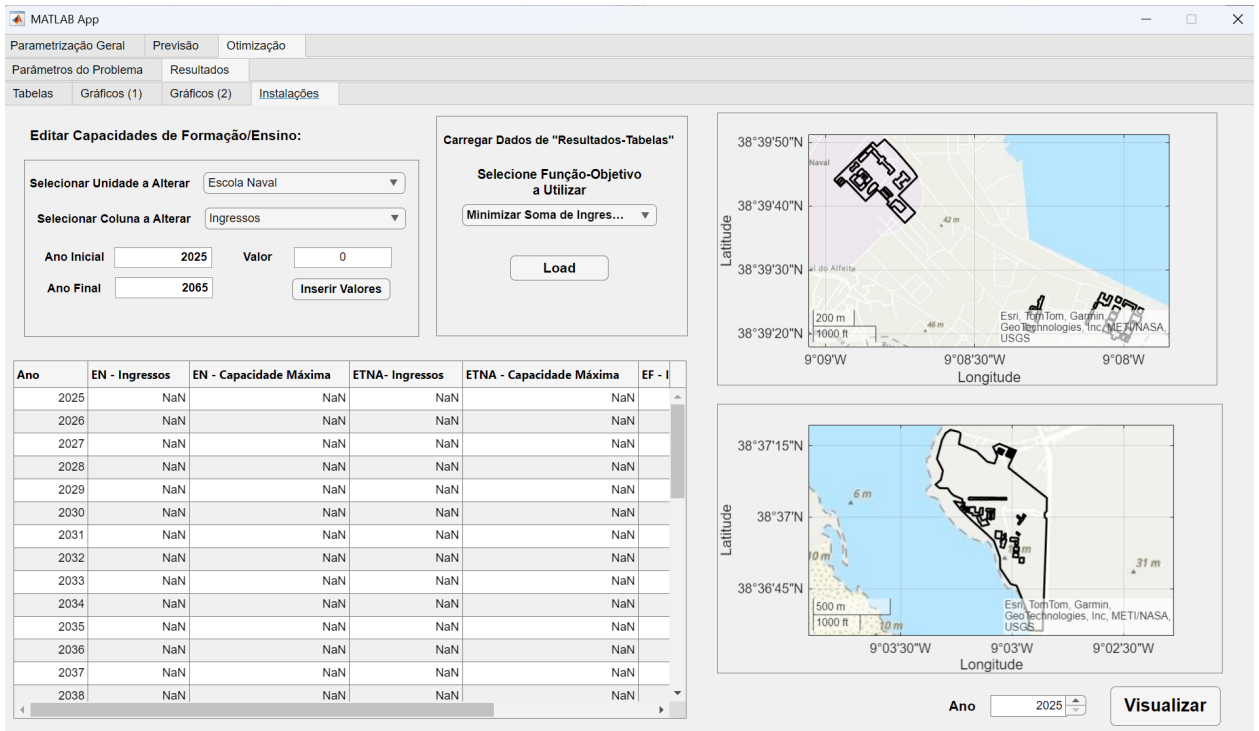


FIGURA 4.15: Separador antes do preenchimento dos campos Ingressos e Capacidades Máxima das respectivas unidades.

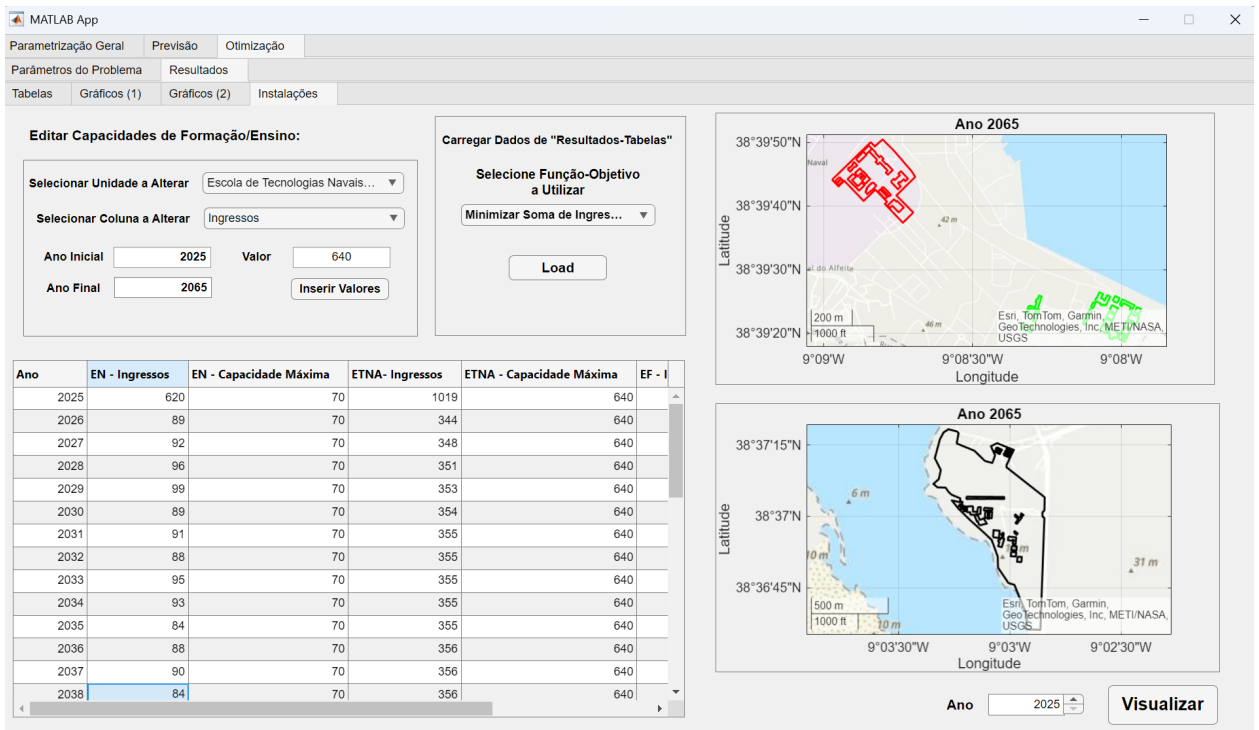


FIGURA 4.16: Separador após do preenchimento dos campos Ingressos e Capacidades Máxima das respectivas unidades.

Como podemos observar na Figura 4.16 após os campos estarem devidamente preenchidos da forma exemplificada na secção 4.3, é possível ao utilizador apurar se a solução devolvida pela aplicação é exequível de acordo com as capacidades expectáveis. No caso em questão, como os ingressos na categoria de oficiais é na maior parte dos anos superior à capacidade máxima estimada da EN, a mesma aparecerá desenhada a vermelho a maioria dos anos em estudo. Já para as categorias de sargentos e praças, uma vez que estes se encontram aglomerados, a capacidade total atribuída à ETNA revela-se suficiente para acomodar os ingressos propostos. Deste modo, este cenário permite avaliar de forma clara o comportamento do modelo quando sujeito a uma realidade operacional marcada por perdas acentuadas de efetivos. Ao introduzir valores de atribuição significativamente superiores aos históricos e manter os objetivos finais de pessoal inalterados, a aplicação é forçada a propor planos de ingresso mais exigentes, revelando não só a sua capacidade de adaptação a contextos adversos, mas também os limites práticos impostos pelas restrições de admissões e pela capacidade formativa da Marinha.

4.4.1 Análise dos Resultados e Implicações Práticas

Como já foi referido na Secção 2.4, um problema de programação linear consiste em determinar os valores das variáveis de decisão que satisfaçam um conjunto de restrições lineares e que otimizem uma dada função linear dessas variáveis. É um tipo de problemas com várias aplicações no mundo real, trabalhando com variáveis que possuem correspondência com o mundo real e que, portanto, implicam alterações nesse mesmo mundo.

Com estes testes computacionais foi possível constatar que o modelo ajustou automaticamente os ingressos anuais para compensar perdas acentuadas, assegurando que as existências finais se aproximassem dos quadros-objetivo definidos assumindo que se mantinham iguais aos de 2025.

4.4. Testes computacionais

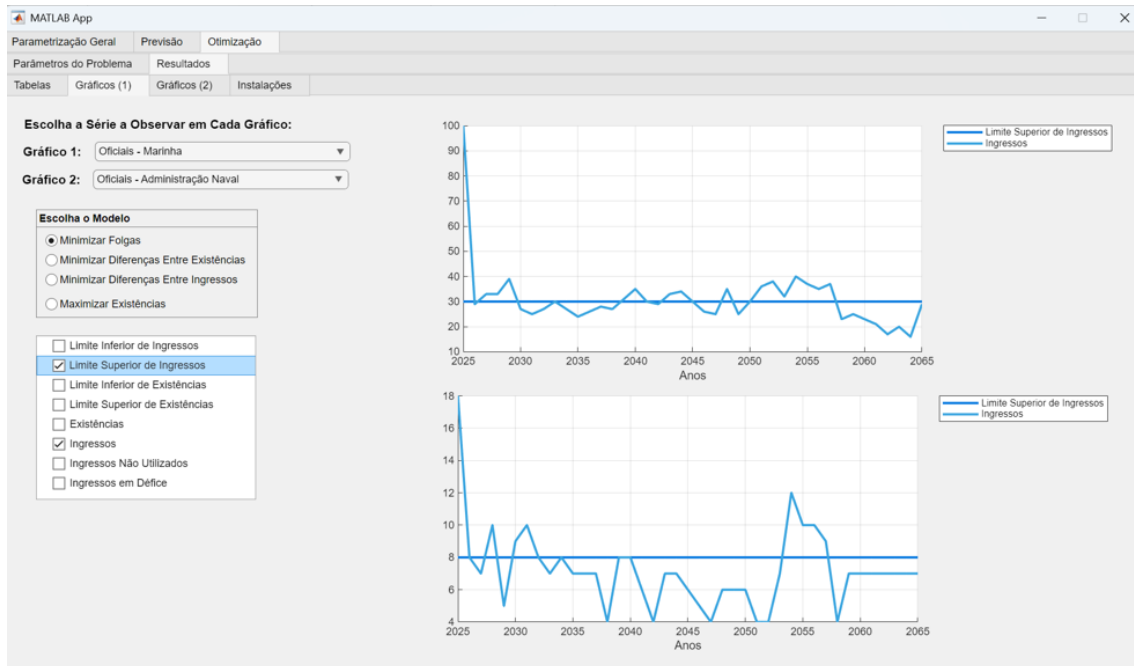


FIGURA 4.17: Exemplo de resultados do cenário testado para as classes de Marinha e Administração Naval.

Como é possível constatar pela Figura 4.17, utilizando a função-objetivo "Minimizar Folgas" (Equações 4.3 - 4.19) surge um pico de ingressos logo no início do horizonte temporal, ultrapassando em larga escala os limites máximos para as respectivas classes. Este fenómeno ocorre em praticamente todas as classes, significando que os modelos tentam dar um salto inicial de forma a atingir o objetivo o mais rapidamente possível.

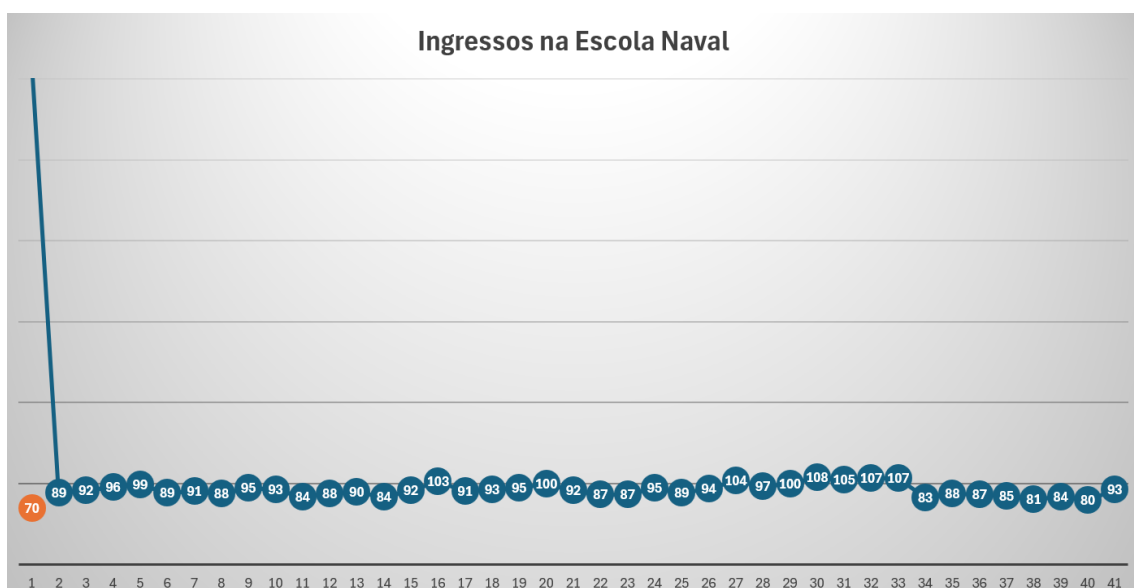


FIGURA 4.18: Ingressos na Escola Naval segundo o cenário testado.

Como é possível constatar na Figura 4.18, os ingressos na EN presentes no Separador *Instalações*, que resultam do somatório dos ingressos de todas as classes de oficiais consideradas, encontram-se todos no intervalo entre 80 e 110, com exceção do primeiro ano do horizonte temporal, em que ocorre um pico, resultante dos picos observados nas classes. Desta forma, a aplicação informa-nos de que as capacidades da EN são excedidas, facto que nos é transmitido pela cor vermelha que apresenta. No caso em questão a capacidade da EN é excedida em todos os anos de simulação, já que a capacidade máxima de formação anual foi estipulada em 70 ingressos. Contudo, com devida calendarização, assume-se que se possam formar mais oficiais cujos cursos possuem duração inferior a um ano, como é o caso dos Cursos de Formação Básica de Oficiais (CFBO), e o Curso de Formação Complementar de Oficiais (CFCO).

Já para as categorias de Sargentos e Praças, a agregação permitiu acomodar os ingressos dentro da capacidade total da ETNA, revelando menor risco de congestionamento a curto prazo. Contudo, esta agregação esconde eventuais desequilíbrios entre especialidades técnicas, que deverão ser explorados em trabalho futuro ao desagregar estas categorias nas suas classes.

A leitura integrada no separador *Instalações* mostrou ser particularmente relevante, pois traduz os resultados matemáticos em implicações práticas, permitindo ao utilizador avaliar de imediato a exequibilidade das soluções.

4.5 Síntese Conclusiva

O capítulo apresentou a formulação dos modelos de otimização desenvolvidos para as categorias de Oficiais, Sargentos e Praças, definindo os conjuntos, parâmetros e variáveis de decisão necessários à caracterização do problema. Foram incluídos os limites de existências e de ingressos, as transições entre categorias e os fenómenos de atrição, estabelecendo as variáveis essenciais para um planeamento de ingressos eficaz.

Foi igualmente descrito o protótipo da aplicação informática em ambiente MATLAB, que integra funções de otimização, permitindo ao utilizador simular um cenário pertinente e avaliar os resultados face às capacidades formativas da Marinha Portuguesa. O cenário testado ilustrou como o modelo ajusta os ingressos perante níveis elevados de atrição, ao mesmo tempo que evidenciou os constrangimentos da Escola Naval e das restantes infraestruturas de formação.

Em suma, o capítulo deu resposta às QD-3 e QD-4, correspondendo aos OE-3 e OE-4 demonstrou que o planeamento de ingressos na Marinha deve basear-se em modelos flexíveis de otimização, capazes de equilibrar objetivos institucionais com limitações operacionais e de responder a contextos de incerteza e mudança.

Capítulo 5

Conclusões e Trabalho Futuro

5.1 Conclusões

A boa gestão de pessoal constitui um elemento essencial para o desenvolvimento da Marinha Portuguesa (MP), dado que o cumprimento das missões atribuídas depende diretamente das pessoas que as executam. Neste sentido, a presente dissertação procurou demonstrar a utilidade de articular a previsão estatística com técnicas de otimização linear, de forma a construir uma ferramenta de apoio à decisão para a gestão de ingressos nos quadros de efetivos militares da MP.

O estudo incidiu exclusivamente sobre os efetivos do quadro de pessoal militar, não abrangendo os civis do Mapa de Pessoal Civil da Marinha (MPCM) nem o pessoal do Quadro de Pessoal Militarizado da Marinha (QPMM). Adicionalmente, não foram considerados os impactos de políticas futuras ainda não implementadas, nem fatores externos de natureza imprevisível, como alterações legislativas ou desenvolvimentos geopolíticos. A dissertação foi elaborada com base no Estatuto dos Militares das Forças Armadas (EMFAR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 90/2015, de 29 de maio Governo da República Portuguesa, 2015, pelo que qualquer alteração a este diploma poderá implicar a necessidade de revisão ou reformulação do presente estudo.

O foco central do trabalho assentou na aplicação de técnicas de modelação para simular a evolução dos efetivos ao longo do tempo, fornecendo uma base de apoio à tomada de decisões estratégicas no domínio do recrutamento e da gestão de pessoas na MP.

No Capítulo 2, procedeu-se à contextualização do quadro legislativo e teórico que enquadra o desenvolvimento das carreiras dos militares, mapeando as possibilidades associadas a cada categoria e classe. Complementarmente,

definiu-se a base teórica matemática que sustentou as análises e modelos apresentados nos Capítulos 3 e 4.

A análise das séries temporais, apresentada no Capítulo 3, revelou-se uma das etapas mais exigentes do trabalho e constitui uma potencial linha de investigação futura. Numa fase inicial, foram testados diferentes modelos preditivos, com o objetivo de identificar o que melhor se ajustasse aos dados em estudo. Optou-se por compilar separadamente os resultados obtidos com os modelos *Prophet* e *ARIMA*, deixando ao utilizador a seleção do mais adequado aos cenários em análise. O modelo *NNAR* foi excluído devido à sua reduzida capacidade de adaptação aos dados disponíveis.

Na componente de otimização, os modelos desenvolvidos permitiram determinar soluções na forma de ingressos anuais ajustados a objetivos previamente definidos. O cenário testado (Secção 4.4) demonstrou a capacidade dos modelos em responder ao problema em análise, evidenciando igualmente que, face à atrição considerada, as atuais infraestruturas de formação e ensino da MP necessitariam de ver reforçada a sua capacidade. A aplicação *MATLAB* desenvolvida (Secção 4.3) mostrou-se eficaz ao integrar num único ambiente a parametrização, previsão, otimização, visualização de resultados e verificação de capacidades. O seu desenho procurou facilitar a interação com os modelos de otimização da Secção 4.1, bem como a interpretação das implicações dos resultados nas instalações de ensino e formação da MP.

Concluindo, o presente trabalho cumpriu os Objetivos de Investigação definidos e respondeu às Questões de Investigação apresentadas na Secção 1.4. O principal contributo materializa-se numa ferramenta de apoio à decisão orientada para a gestão dos ingressos anuais de pessoal militar da Marinha Portuguesa, visando atingir os referenciais de efetivos estabelecidos.

5.2 Trabalho Futuro

Embora este estudo tenha contribuído para a compreensão das dinâmicas associadas ao desenvolvimento das carreiras militares e ao planeamento de ingressos anuais em função da erosão estimada, subsistem aspetos que justificam investigação adicional. Um dos temas mais relevantes consiste no desenvolvimento de métodos mais robustos para a estimativa da erosão futura, idealmente ajustados à dimensão e composição projetada dos quadros de pessoal.

Adicionalmente, considera-se produtivo discriminar as categorias de Sargento e Praça nas suas diversas classes que atualmente admitem alimentação (Serviço Naval, Mergulhadores e Fuzileiros Navais), permitindo um estudo mais aprofundado. Sugere-se ainda diferenciar os militares em prestação de serviço nos Quadros Permanentes (QP-ACT) daqueles em Regime de Contrato (RC), dada a existência de dinâmicas distintas que merecem tratamento específico em análises futuras. Esta diferenciação revela-se particularmente relevante para a categoria de Praças e para determinadas classes da categoria de Oficiais que admitem ambas as formas de prestação de serviço. Ainda mais, considera-se proveitoso considerar numa versão futura do Protótipo as convocações da situação de Reserva fora da efetividade de serviço para a efetividade de serviço de maneira a considerar os militares nestas situações e obter uma estimativa mais eficaz das existências num determinado ano. Ainda mais, considera-se proveitoso ter em consideração as capacidades de formação da Escola de Fuzileiros, já que estas não são consideradas na versão atual do Protótipo.

Por fim, entende-se que o presente trabalho poderá integrar um estudo mais abrangente sobre a alimentação dos Quadros de Pessoal da Marinha, a desenvolver sob eventual coordenação do Estado-Maior da Armada, estruturado em três fases, das quais este estudo corresponderia à terceira. O referido estudo poderia contemplar:

1. **Determinação de Necessidades:** no seguimento da renovação da Esquadra (Secção 1.1), seria necessário estabelecer matrizes de necessidades de pessoal ao longo do tempo, em função da incorporação de novas Unidades Navais e do abate de outras ao serviço;
2. **Determinação de Lugares nos QE:** a partir das matrizes de necessidades e considerando fatores como quantitativos máximos autorizados, rotatividade entre serviço em terra e em Unidades Navais, bem como perfis de carreira, determinar referenciais para os Quadros Especiais;
3. **Determinação dos Ingressos:** etapa desenvolvida no presente estudo, onde se procura identificar como devem ocorrer os ingressos anuais em cada categoria e classe, considerando a atrição projetada e os referenciais de quadros definidos na segunda fase.

Em síntese, a continuação deste trabalho permitirá não só consolidar práticas atuais, mas também inovar e adaptar estratégias de recrutamento,

contribuindo para uma gestão de pessoal mais eficiente e sustentável na Marinha Portuguesa.

Bibliografia

- Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2002). *Introduction to Time Series and Forecasting* (2^a ed.). Springer.
- Burch, D. (2023, setembro). Mean Absolute Error In Machine Learning: What You Need To Know. <https://arize.com/blog-course/mean-absolute-error-in-machine-learning-what-you-need-to-know/>
- Câmara Municipal de Almada. (2020, janeiro). GeoPortal Municipal de Almada [Aplicação Web. Consultado em 3 de agosto de 2025]. <https://geoportal.cm-almada.pt/AppEngine/?appId=4b51a56d-ecdc-498d-9485-28735e9a210c&tenant=sigma>
- Chefe do Estado-Maior da Armada. (2020, março). Regulamento do Concurso de Admissão ao Curso de Formação de Sargentos: Anexo ao Despacho do Almirante CEMA n.º 12/2020, de 2 de março.
- Dantzig, G. B. (2002). Linear Programming. *Operations Research*, 50(1), 42–47. <https://doi.org/10.1287/opre.50.1.42.17798>
- Deus. (2022, junho). Simulador de Carreiras de Marinha.
- Escola Naval. (1916). *Anuário da Escola Naval de 1916* [Publicação institucional].
- Estado-Maior da Armada. (2006, junho). *PPA 10(A): Gestão de recursos humanos - Doutrina básica e procedimentos gerais* (Publicação aprovada, não classificada). Marinha Portuguesa.
- Fortaleza, F. (2018). *Enquadramento e Implementação do Módulo de Recursos Humanos do SIGDN na Marinha* [tese de doutoramento]. Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Governo da República Portuguesa. (2015, maio). Decreto-Lei n.º 90/2015, de 29 de maio- Aprova o Estatuto dos Militares das Forças Armadas. Obtido maio 6, 2025, de <https://diariodarepublica.pt/dr/legislacao-consolidada/decreto-lei/2015-114793591>
- Governo de Portugal. (2014). Decreto-Lei n.º 185/2014, de 29 de dezembro (LO-MAR) [Diário da República, 1.^a série, n.º 251]. <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/185-2014-66037620>

- Kunwar, R., & Sapkota, H. P. (2022). An Introduction to Linear Programming Problems with Some Real-Life Applications. *European Journal of Mathematics and Statistics*, 3(2), 21–27. <https://doi.org/10.24018/ejmath.2022.3.2.108>
- Marinha Portuguesa. (2021). Despacho n.º 2637/2021, de 2 de março - Estrutura curricular e planos de estudos dos mestrados integrados da Escola Naval [Diário da República, 2.ª série, n.º 48]. <https://dre.pt/dre/detalhe/despacho/2637-2021-161938004>
- Marinha Portuguesa. (2025, maio). Despacho do Almirante Chefe do Estado-Maior da Armada, n.º 44/25.
- MathWorks. (2024). MAPE (Mean Absolute Percentage Error) - MATLAB [Acedido em 9 de julho de 2025]. <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/mape.html>
- MathWorks. (n.d.). *linprog* [Accessed: 2025-06-11]. <https://www.mathworks.com/help/optim/ug/linprog.html>
- Ministério da Defesa Nacional. (2002, agosto). Despacho n.º 18885/2002 (2.ª série), de 26 de agosto [Publicado no Diário da República, II Série, n.º 196].
- Mondal, P. (2014). Study of effectiveness of time series modeling (ARIMA) in forecasting stock prices. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCSEA)*, 4(2), 13–29. <https://doi.org/10.5121/ijcsea.2014.4202>
- Olumide, S. (2023). Root Mean Square Error (RMSE): What You Need To Know [Acedido em 9 de julho de 2025]. <https://arize.com/blog-course/root-mean-square-error-rmse-what-you-need-to-know/>
- Decreto-lei n.º6/2022, Lisboa (2022, janeiro).
- Proposta de Plano para Aquisição de Pessoal (PAP). (2024).
- Roberts, A. (2023). Mean Absolute Percentage Error (MAPE): What You Need To Know [Acedido em 9 de julho de 2025]. <https://arize.com/blog-course/mean-absolute-percentage-error-mape-what-you-need-to-know/>
- Salgado, A. (2013). *Escola Naval: Talant de bien faire*. Escola Naval.
- Santos, M. (2023). *Proposta de criação de um Sistema de Gestão de Recursos Humanos para a Marinha* [tese de doutoramento]. Escola Naval. Obtido abril 23, 2025, de <https://comum.rcaap.pt/entities/publication/1630eaa0-5585-4816-b47e-f370c7eec23f>
- SciPy. (2025). *scipy.optimize.linprog* - SciPy v1.11.4 Manual [Acedido em 10 de junho de 2025]. <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.optimize.linprog.html>

Silva, J. M. M. (2005). *A Marinha passou por aqui: Herança e legado do Grupo n.º 2 de Escolas da Armada*. Edições Culturais da Marinha.

Apêndice A - Tabela descritiva entre indicadores utilizados para comparar modelos preditivos

TABELA A.1: Comparação entre indicadores de avaliação de erro.

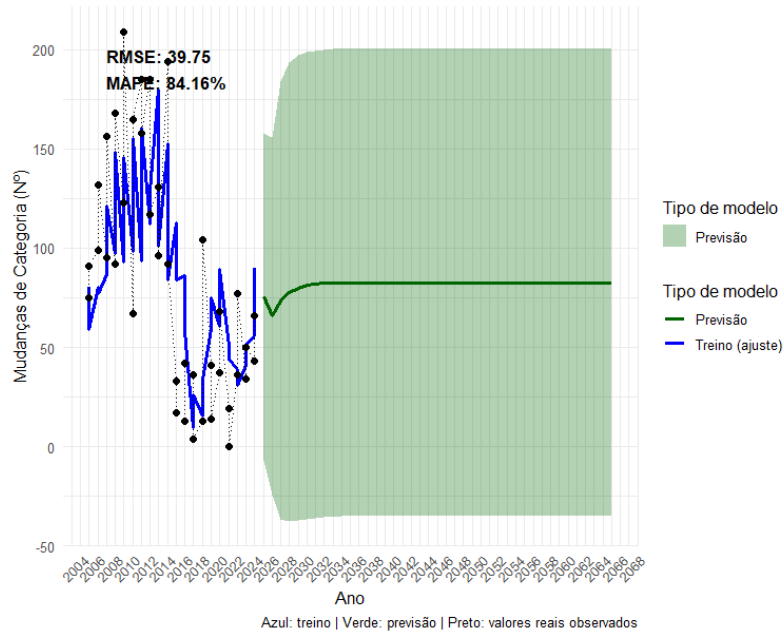
Indicador	Fórmula	Vantagens	Limitações
MAPE (<i>Mean Absolute Percentage Error</i>)	$\frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left \frac{A_t - F_t}{A_t} \right $	Interpretação intuitiva em porcentagem; facilita comparação entre séries com diferentes escalas.	Muito sensível a valores reais próximos de zero; pode produzir resultados distorcidos.
RMSE (<i>Root Mean Squared Error</i>)	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}$	Penaliza fortemente os grandes erros; útil quando se pretende dar maior importância a desvios significativos.	Muito influenciado por outliers; menos robusto em distribuições assimétricas.
MAE (<i>Mean Absolute Error</i>)	$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t - F_t $	Simples de interpretar; menos sensível a outliers; fornece medida realista do erro médio.	Não distingue entre erros pequenos e grandes; não indica direção do erro.
ME (<i>Mean Error</i>)	$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - F_t)$	Permite identificar viés nas previsões (tendência para sobrestimar ou subestimar).	Erros positivos e negativos anulam-se; pode ocultar desvios significativos.

Apêndice B - Tabela com idades limite de passagem à reserva, como definido pelo artigo 154.º do EMFAR

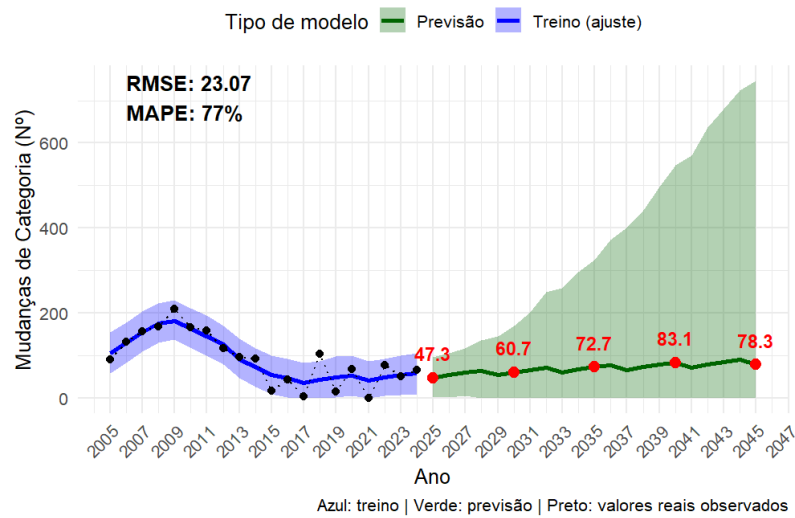
	Posto	Idade Limite
Oficiais com formação de base mestrado ou equivalente:	Almirante ou General	65
	Vice-almirante ou tenente-general	62
	Contra-almirante ou major-general	60
	Comodoro ou brigadeiro-general	59
	Capitão-de-mar-e-guerra ou coronel	58
	Restantes postos	57
Oficiais com formação de base licenciatura ou equivalente:	Capitão-de-mar-e-guerra ou coronel	60
	Capitão-de-fragata ou tenente-coronel	59
	Restantes postos	58
Sargentos	Sargento-mor	60
	Restantes postos	57
Praças	Cabo-mor	60
	Restantes postos	57

TABELA B.1: Limites de idade de passagem à reserva.

Apêndice C - Comparação Entre Dois Modelos Pre- ditivos em Ambiente RStudio.

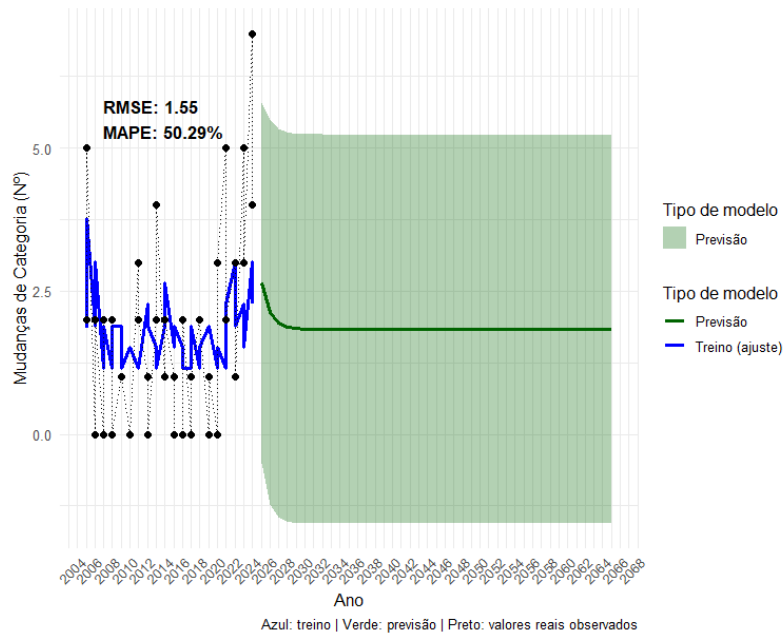


(A) ARIMA

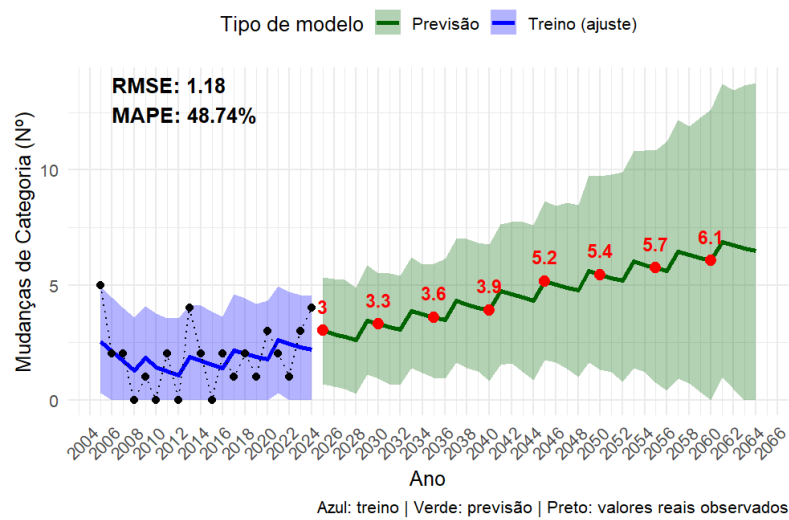


(B) Prophet

FIGURA C.1: Mudança de categoria entre praça e sargento segundo dois modelos distintos de previsão.

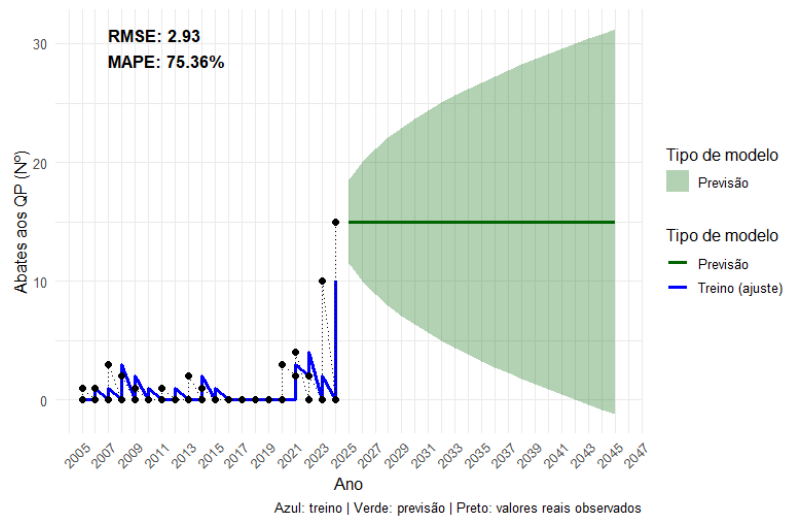


(A) ARIMA

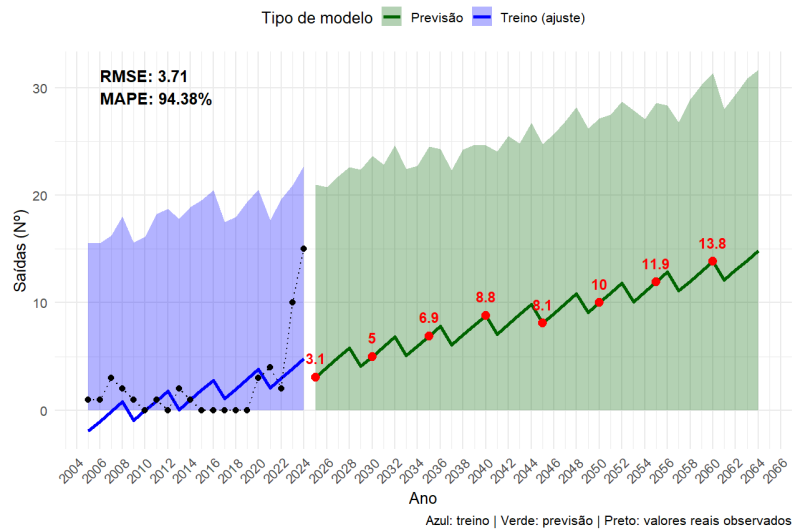


(B) Prophet

FIGURA C.2: Mudança de categoria entre praça e oficial segundo dois modelos distintos de previsão.

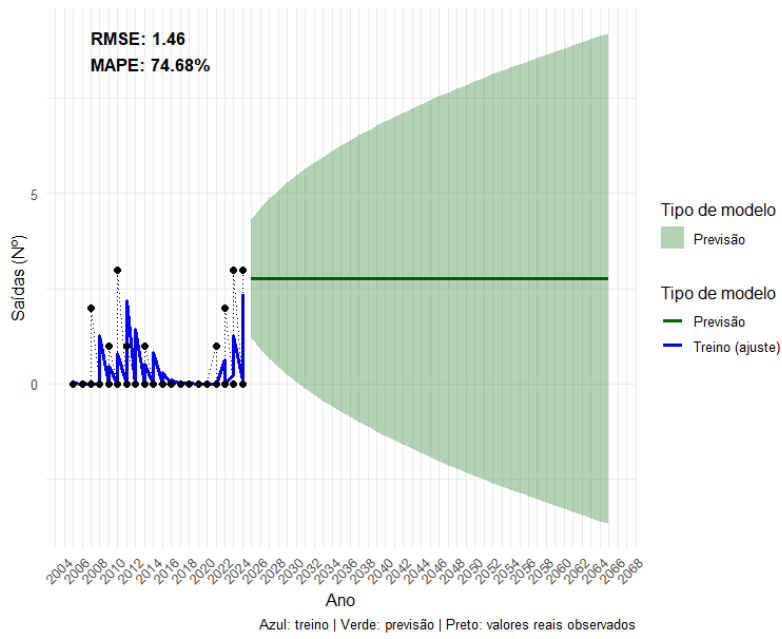


(A) ARIMA

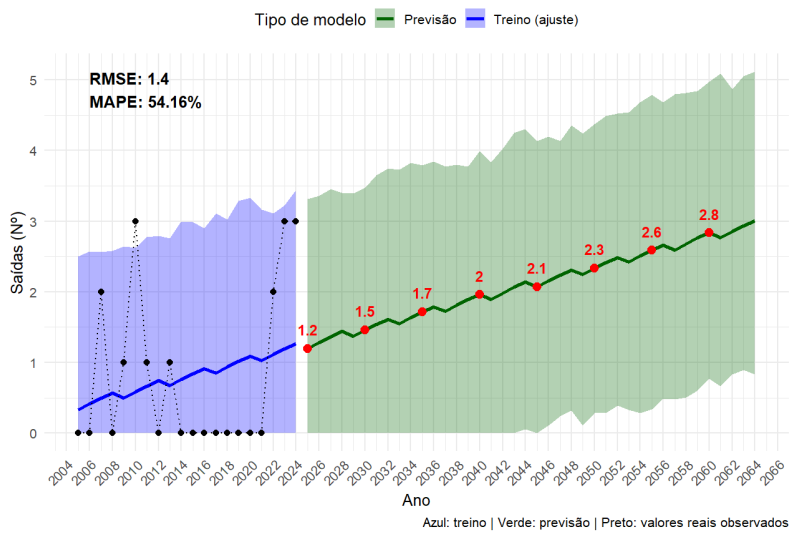


(B) Prophet

FIGURA C.3: Saídas de oficiais da classe de Marinha segundo dois modelos distintos de previsão.

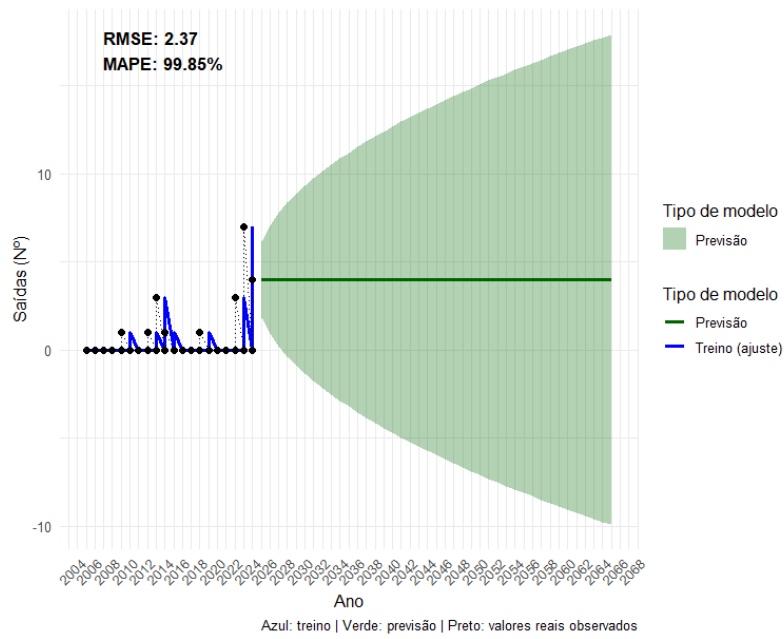


(A) ARIMA

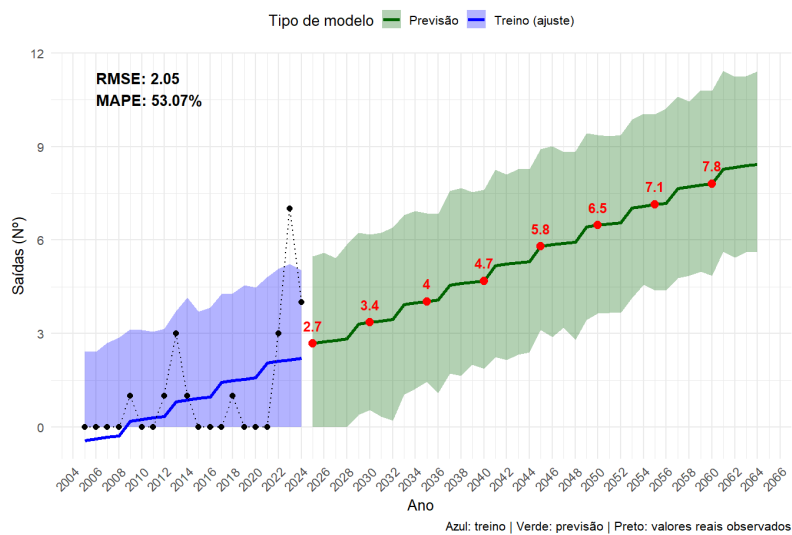


(B) Prophet

FIGURA C.4: Saídas de oficiais da classe de Administração Naval segundo dois modelos distintos de previsão.

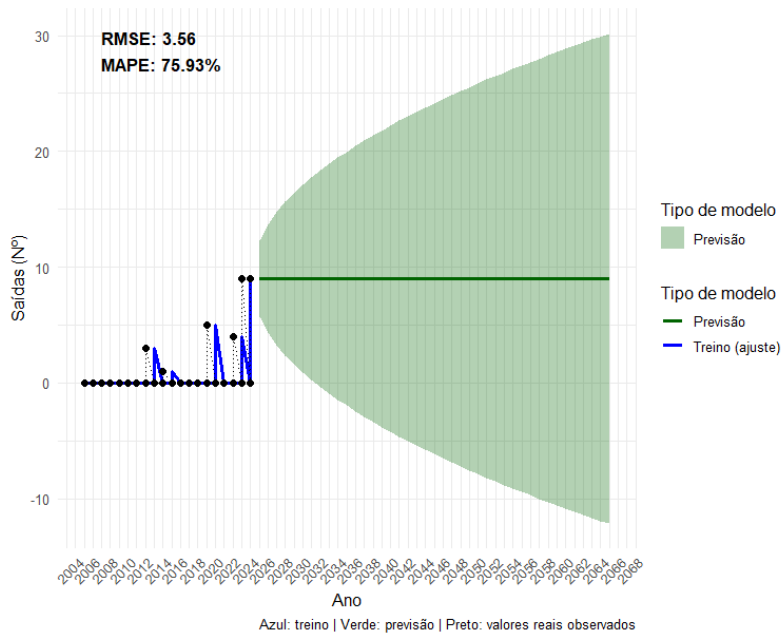


(A) ARIMA

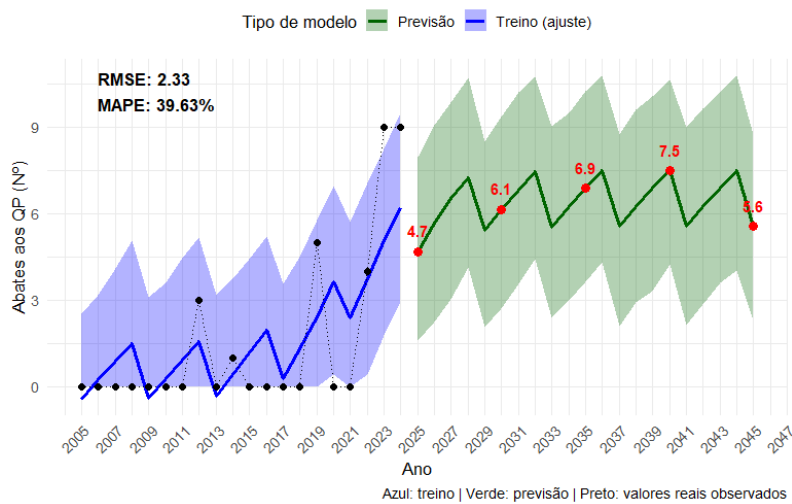


(B) Prophet

FIGURA C.5: Saídas de oficiais da classe de Engenheiros Navais — Ramo de Mecânica segundo dois modelos distintos de previsão.

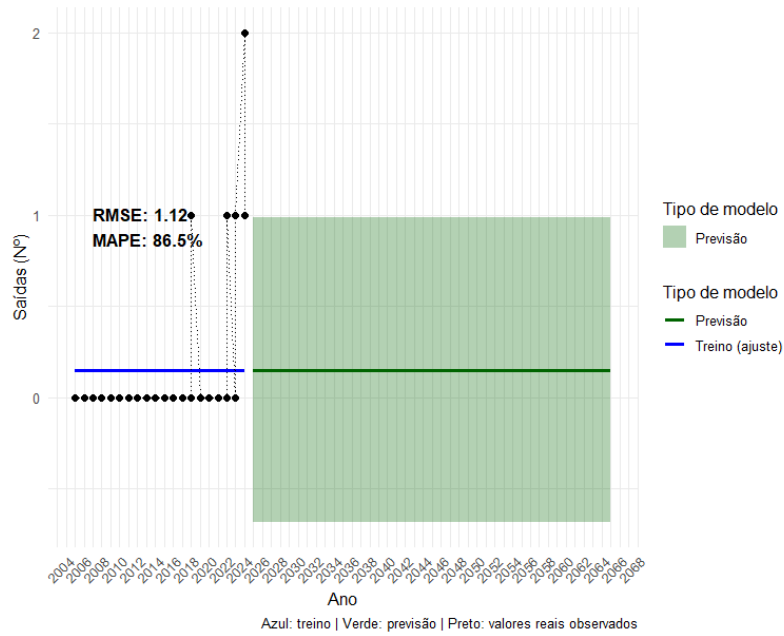


(A) ARIMA

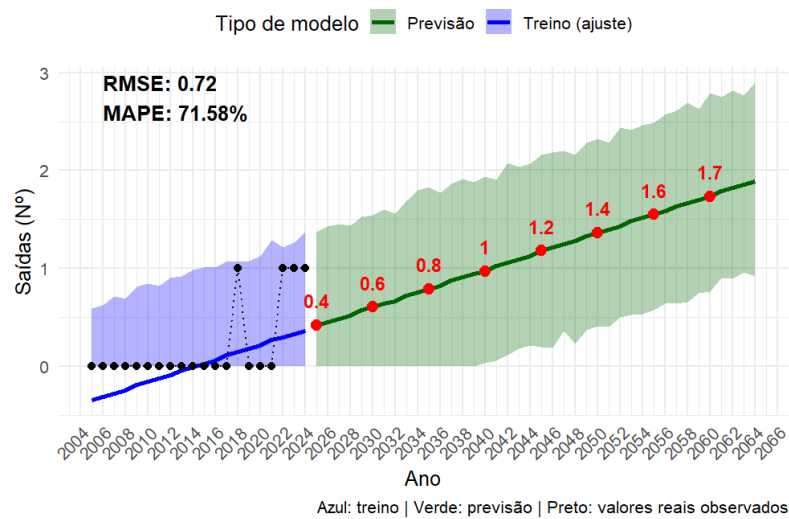


(B) Prophet

FIGURA C.6: Saídas de oficiais da classe de Engenheiros Navais — Ramo de Armas e Eletrônica segundo dois modelos distintos de previsão.

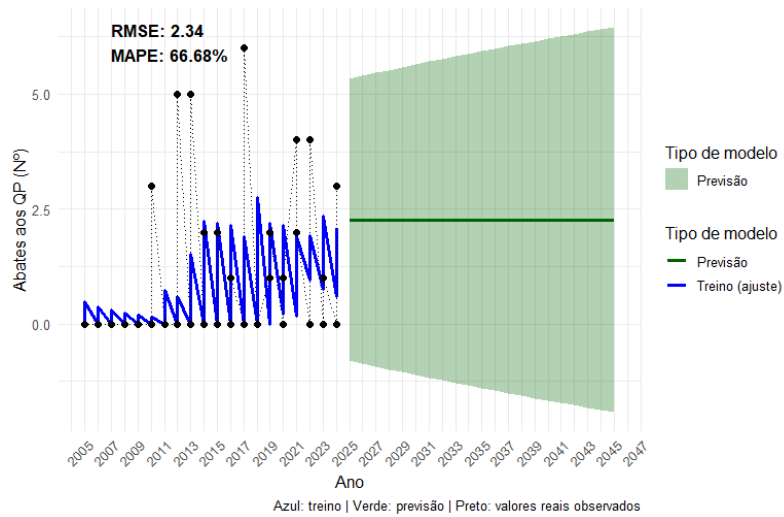


(A) ARIMA

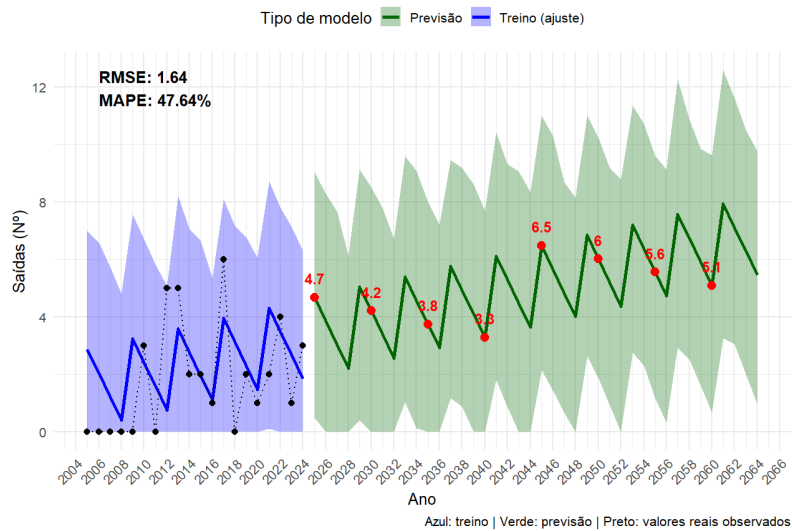


(B) Prophet

FIGURA C.7: Saídas de oficiais da classe de Fuzileiros Navais segundo dois modelos distintos de previsão.

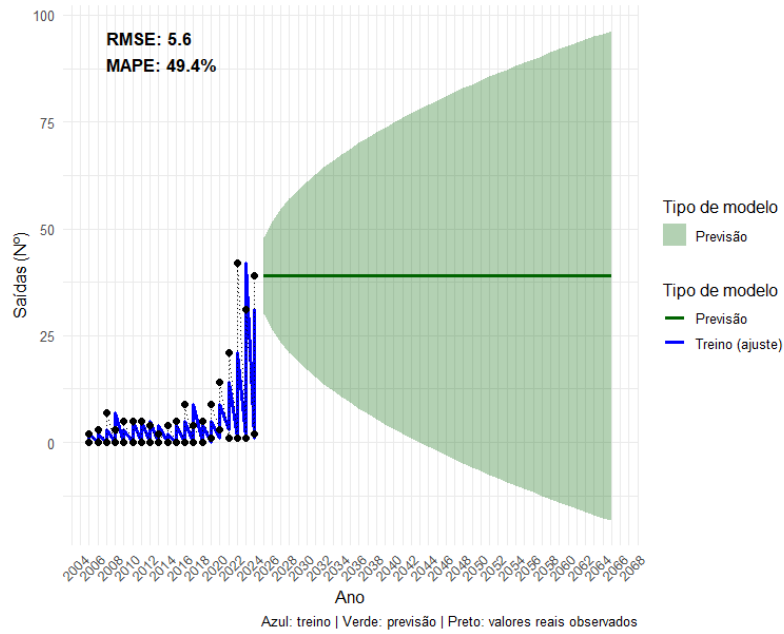


(A) ARIMA

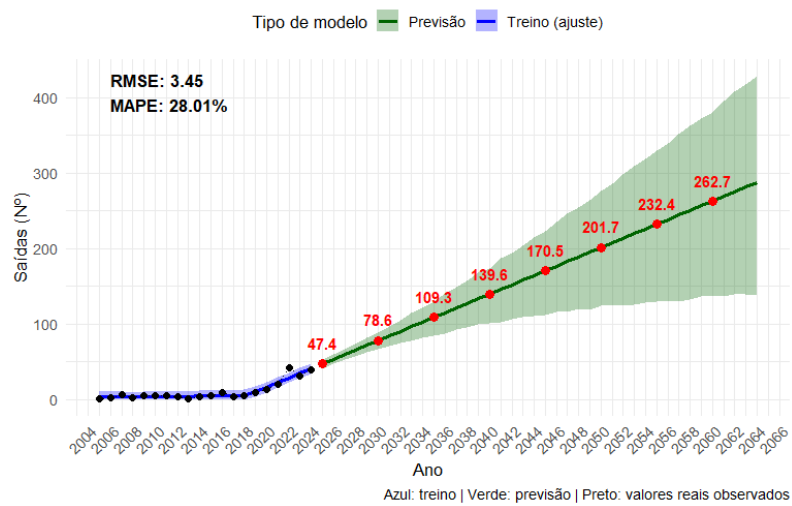


(B) Prophet

FIGURA C.8: Saídas de oficiais da classe de Médicos Navais segundo dois modelos distintos de previsão.

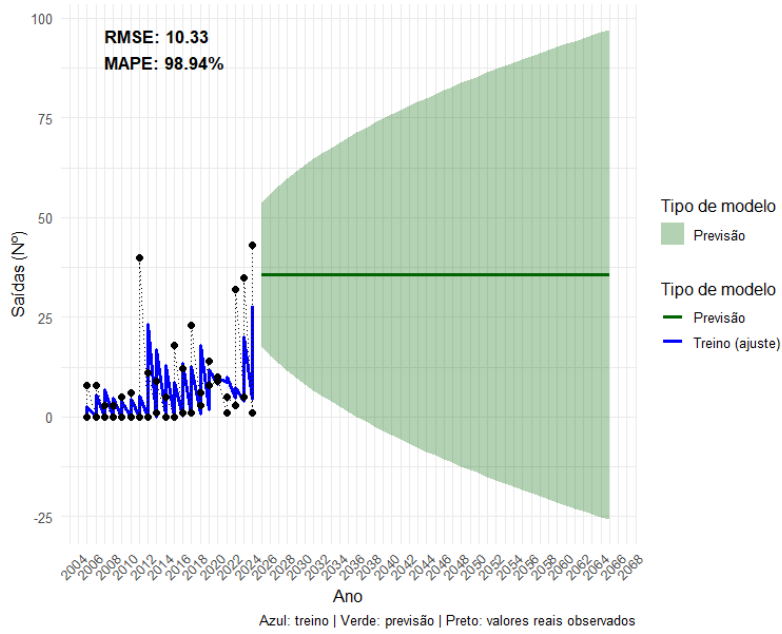


(A) ARIMA

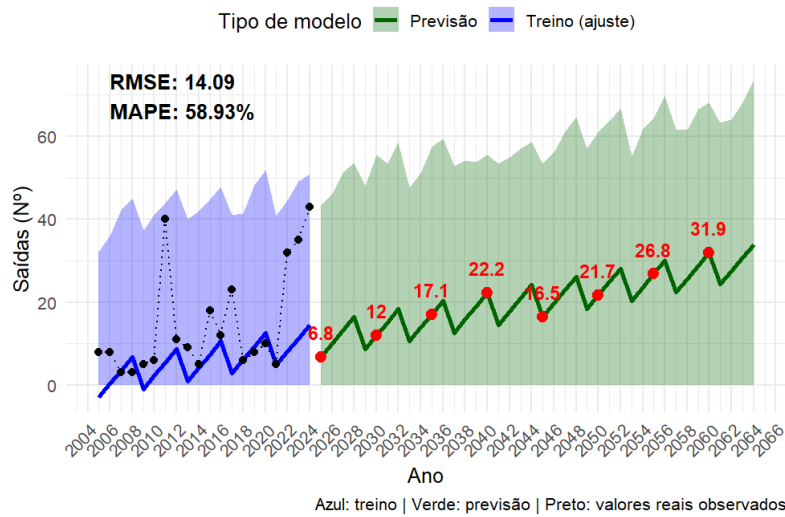


(B) Prophet

FIGURA C.9: Saídas de oficiais de outras classes segundo dois modelos distintos de previsão.

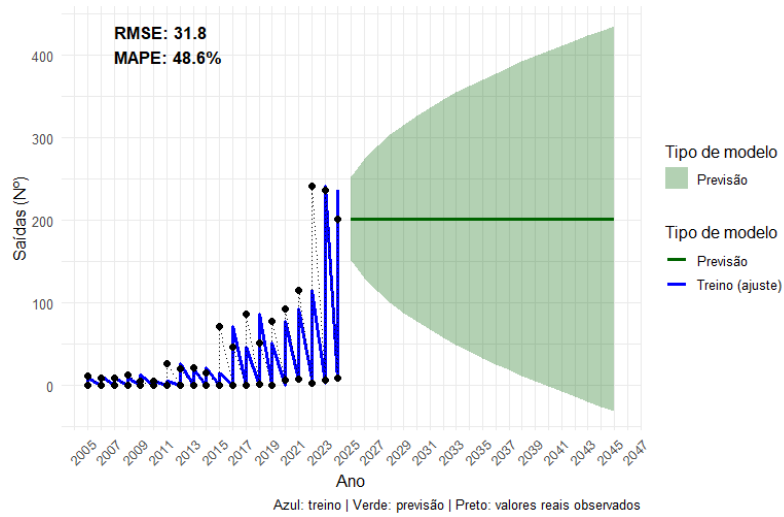


(A) ARIMA

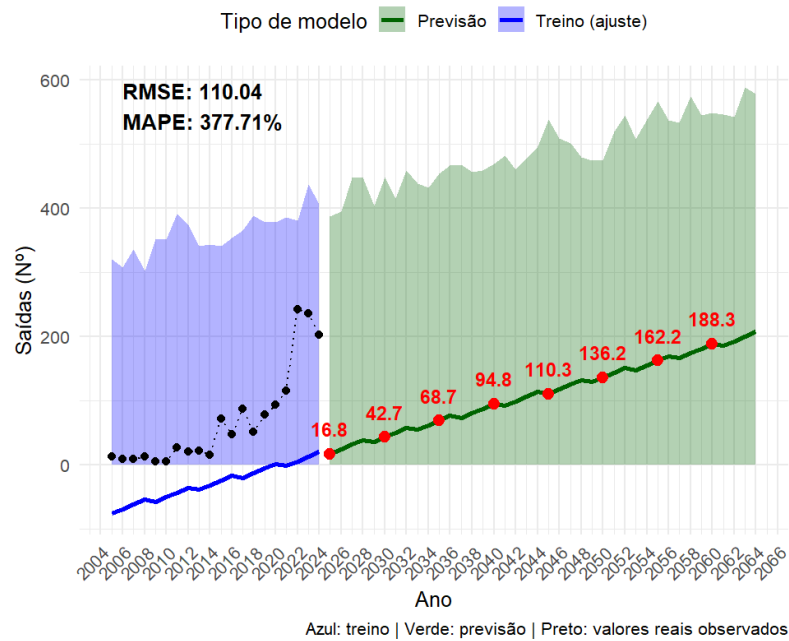


(B) Prophet

FIGURA C.10: Saídas de sargentos segundo dois modelos distintos de previsão.



(A) ARIMA



(B) Prophet

FIGURA C.11: Saídas de praças segundo dois modelos distintos de previsão.

Anexo I - Dados Extraídos do SIIP em formato de ficheiros do Microsoft Excel

	D	E	F	G
1	DATA_CLASSE	POSTO	SIGLA_POSTO	DATA_POSTO
2	1966-07-20	00072	1MAR	1968-08-01
3	1972-01-14	00085	2GRAL	1972-01-14
4	1972-05-06	00072	1MAR	1975-02-28
5	1972-05-06	00083	2GR	1972-05-06
6	1972-05-06	00082	1GR	1973-07-14
7	1975-09-19	00071	CAB	1982-01-31
8	1979-04-01	00072	1MAR	1979-04-01
9	1964-01-13	00084	2GRREC	1964-01-13
10	1964-01-13	00072	1MAR	1965-02-25
11	1964-08-20	00051	SAJ	1991-11-18
12	1964-08-20	00061	1SAR	1980-07-01
13	1964-08-20	00042	SCH	1995-01-01
14	1964-08-20	00041	SMOR	1998-05-31
15	1964-08-20	00083	2GR	1964-08-20
16	1965-10-04	00071	CAB	1968-07-01
17	1965-10-04	00062	2SAR	1977-07-01
18	1965-10-04	00072	1MAR	1965-10-04
19	1970-07-15	00071	CAB	1971-06-18
20	1970-07-15	00062	2SAR	1972-06-18
21	1970-07-15	00061	1SAR	1976-06-18
22	1970-07-15	00021	1TEN	1987-10-02
23	1970-07-15	00072	1MAR	1970-07-15
24	1983-10-02	00023	STEN	1983-10-02
25	1983-10-02	00022	2TEN	1984-10-02

FIGURA I.1: Histórico de dados presentes em SIIP referentes às classes e postos ocupados por militares da Marinha entre 1920 e 2024.

	A	B	C	D	E	F	G
1	NII	QUADR	SIGLA_QUADF	DATA_QUADRO	SITQUADF	SIGLA_SITUACAO_QUADR	DATA_SITUACAO_QUADRO
2	165	14	QP-REF	1992-12-31	501	LICENCIADO	1992-12-31
3	165	14	QP-REF	1992-12-31	999	FALEC	2014-04-25
4	172	11	QP-ACT	1975-09-19	101	QUADRO	1975-09-19
5	172	13	QP-RES	2005-10-31	501	LICENCIADO	2005-10-31
6	172	14	QP-REF	2010-10-31	501	LICENCIADO	2012-10-01
7	172	14	QP-REF	2010-10-31	510	AG REFORMA	2010-10-31
8	264	11	QP-ACT	1965-10-04	101	QUADRO	1965-10-04
9	264	11	QP-ACT	1965-10-04	201	ADIDO SIT	1998-02-02
10	264	13	QP-RES	2000-07-31	501	LICENCIADO	2000-07-31
11	264	14	QP-REF	2005-07-31	501	LICENCIADO	2006-03-01
12	264	14	QP-REF	2005-07-31	510	AG REFORMA	2005-07-31
13	268	11	QP-ACT	1970-07-15	101	QUADRO	1983-10-02
14	268	13	QP-RES	2004-09-30	501	LICENCIADO	2004-09-30
15	268	14	QP-REF	2009-09-30	501	LICENCIADO	2011-01-01
16	268	14	QP-REF	2009-09-30	510	AG REFORMA	2009-09-30
17	344	14	QP-REF	1991-11-30	501	LICENCIADO	1991-11-30
18	344	14	QP-REF	1991-11-30	999	FALEC	2010-06-02
19	368	11	QP-ACT	1972-06-09	101	QUADRO	1995-04-20
20	368	11	QP-ACT	1972-06-09	201	ADIDO SIT	1989-01-09
21	368	11	QP-ACT	1972-06-09	303	SUP TEMP AD	1993-09-01
22	368	13	QP-RES	2009-06-30	501	LICENCIADO	2009-06-30
23	368	14	QP-REF	2014-06-30	501	LICENCIADO	2015-03-01
24	368	14	QP-REF	2014-06-30	510	AG REFORMA	2014-06-30
25	374	11	QP-ACT	1975-11-12	101	QUADRO	1983-05-31

FIGURA I.2: Histórico de dados presentes em SIIP referentes aos quadros ocupados por militares da Marinha entre 1920 e 2024, bem como respetivas situações dentro dos respetivos quadros.

	A	B	C
1	NII	QUADRO	DATA Reserva
2	1059	13	1988-01-11
3	1061	13	1998-07-04
4	1065	13	1999-12-31
5	1158	13	1996-03-18
6	1259	13	1988-12-24
7	2467	13	2001-04-30
8	3373	13	2005-12-31
9	3669	13	2009-06-30
10	4167	13	2004-11-30
11	4364	13	2006-03-05
12	5277	13	2005-11-30
13	5571	13	2010-06-30
14	6677	13	2012-12-04
15	7764	13	2000-12-31
16	7976	13	2016-11-27
17	8572	13	1984-05-31
18	9677	13	2005-11-30
19	9976	13	2002-09-30
20	10085	13	2012-02-29
21	10173	13	2011-04-26
22	10180	13	2005-12-01
23	10183	13	2005-08-30
24	10484	13	2006-12-15
25	11047	13	1984-08-10

FIGURA I.3: Histórico de dados presentes em SIIP referentes às passagens à reserva de militares da Marinha entre 1971 e 2024.

Anexo II - Dados Extraídos do SIIP em formato de ficheiros do Microsoft Excel

	D	E	F	G
1	DATA_CLASSE	POSTO	SIGLA_POSTO	DATA_POSTO
2	1966-07-20	00072	1MAR	1968-08-01
3	1972-01-14	00085	2GR AL	1972-01-14
4	1972-05-06	00072	1MAR	1975-02-28
5	1972-05-06	00083	2GR	1972-05-06
6	1972-05-06	00082	1GR	1973-07-14
7	1975-09-19	00071	CAB	1982-01-31
8	1979-04-01	00072	1MAR	1979-04-01
9	1964-01-13	00084	2GRREC	1964-01-13
10	1964-01-13	00072	1MAR	1965-02-25
11	1964-08-20	00051	SAJ	1991-11-18
12	1964-08-20	00061	1SAR	1980-07-01
13	1964-08-20	00042	SCH	1995-01-01
14	1964-08-20	00041	SMOR	1998-05-31
15	1964-08-20	00083	2GR	1964-08-20
16	1965-10-04	00071	CAB	1968-07-01
17	1965-10-04	00062	2SAR	1977-07-01
18	1965-10-04	00072	1MAR	1965-10-04
19	1970-07-15	00071	CAB	1971-06-18
20	1970-07-15	00062	2SAR	1972-06-18
21	1970-07-15	00061	1SAR	1976-06-18
22	1970-07-15	00021	1TEN	1987-10-02
23	1970-07-15	00072	1MAR	1970-07-15
24	1983-10-02	00023	STEN	1983-10-02
25	1983-10-02	00022	2TEN	1984-10-02

FIGURA II.1: Histórico de dados presentes em SIIP referentes às classes e postos ocupados por militares da Marinha entre 1920 e 2024.

	A	B	C	D	E	F	G
1	NII	QUADR	SIGLA_QUADF	DATA_QUADRO	SITQUADF	SIGLA_SITUACAO_QUADR	DATA_SITUACAO_QUADRO
2	165	14	QP-REF	1992-12-31	501	LICENCIADO	1992-12-31
3	165	14	QP-REF	1992-12-31	999	FALEC	2014-04-25
4	172	11	QP-ACT	1975-09-19	101	QUADRO	1975-09-19
5	172	13	QP-RES	2005-10-31	501	LICENCIADO	2005-10-31
6	172	14	QP-REF	2010-10-31	501	LICENCIADO	2012-10-01
7	172	14	QP-REF	2010-10-31	510	AG REFORMA	2010-10-31
8	264	11	QP-ACT	1965-10-04	101	QUADRO	1965-10-04
9	264	11	QP-ACT	1965-10-04	201	ADIDO SIT	1998-02-02
10	264	13	QP-RES	2000-07-31	501	LICENCIADO	2000-07-31
11	264	14	QP-REF	2005-07-31	501	LICENCIADO	2006-03-01
12	264	14	QP-REF	2005-07-31	510	AG REFORMA	2005-07-31
13	268	11	QP-ACT	1970-07-15	101	QUADRO	1983-10-02
14	268	13	QP-RES	2004-09-30	501	LICENCIADO	2004-09-30
15	268	14	QP-REF	2009-09-30	501	LICENCIADO	2011-01-01
16	268	14	QP-REF	2009-09-30	510	AG REFORMA	2009-09-30
17	344	14	QP-REF	1991-11-30	501	LICENCIADO	1991-11-30
18	344	14	QP-REF	1991-11-30	999	FALEC	2010-06-02
19	368	11	QP-ACT	1972-06-09	101	QUADRO	1995-04-20
20	368	11	QP-ACT	1972-06-09	201	ADIDO SIT	1989-01-09
21	368	11	QP-ACT	1972-06-09	303	SUP TEMP AD	1993-09-01
22	368	13	QP-RES	2009-06-30	501	LICENCIADO	2009-06-30
23	368	14	QP-REF	2014-06-30	501	LICENCIADO	2015-03-01
24	368	14	QP-REF	2014-06-30	510	AG REFORMA	2014-06-30
25	374	11	QP-ACT	1975-11-12	101	QUADRO	1983-05-31

FIGURA II.2: Histórico de dados presentes em SIIP referentes aos quadros ocupados por militares da Marinha entre 1920 e 2024, bem como respetivas situações dentro dos respetivos quadros.

	A	B	C
1	NII	QUADRO	DATA Reserva
2	1059	13	1988-01-11
3	1061	13	1998-07-04
4	1065	13	1999-12-31
5	1158	13	1996-03-18
6	1259	13	1988-12-24
7	2467	13	2001-04-30
8	3373	13	2005-12-31
9	3669	13	2009-06-30
10	4167	13	2004-11-30
11	4364	13	2006-03-05
12	5277	13	2005-11-30
13	5571	13	2010-06-30
14	6677	13	2012-12-04
15	7764	13	2000-12-31
16	7976	13	2016-11-27
17	8572	13	1984-05-31
18	9677	13	2005-11-30
19	9976	13	2002-09-30
20	10085	13	2012-02-29
21	10173	13	2011-04-26
22	10180	13	2005-12-01
23	10183	13	2005-08-30
24	10484	13	2006-12-15
25	11047	13	1984-08-10

FIGURA II.3: Histórico de dados presentes em SIIP referentes às passagens à reserva de militares da Marinha entre 1971 e 2024.

Anexo III - Despacho do Almirante Chefe do Estado-Maior da Armada n.º 103/24, de 11 de dezembro: Quadros Especiais para 2025

Postos	Classes														TOTAL
	M	ECN*	MN	FN*	AN	EMN*	SE*	FZ	MUS	EN	TSN	ST	TS		
ALM	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VALM	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
CALM	7	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
COM	10	0	2	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	15
CMG	64	0	6	1	9	0	2	5	0	19	1	0	0	0	107
CFR	105	0	7	1	41	0	3	12	1	47	13	11	1	0	242
CTEN	91	0	22	0	24	0	0	18	1	47	39	74	5	0	321
1TEN	115	0	24	0	20	0	0	20	0	48	30	40	156	0	453
2TEN	93	0	21	0	18	0	0	16	1	39	18	24	1	0	231
GMAR/STEN	31	0	7	0	11	0	0	7	0	22	6	9	6	0	99
Total	522	1	89	2	125	2	5	79	3	223	107	158	169	1485	

* Classe em extinção.

FIGURA III.1: Quadros Especiais dos Oficiais da Marinha.

Postos	Classes																				TOTAL			
	A*	CM*	C	R*	E*	T*	M	L*	ET	MQ	H		U	V	FZ	TF	B	L(ad)	EM	OP		MS*	TA	
	HE	HP																						
SMOR	2	3	4	3	2	1	2	4	10	5	1	1	1	1	8	3	2	0	0	0	0	0	0	52
SCH	11	11	12	7	8	2	7	8	33	16	2	4	4	24	7	5	0	0	0	0	0	0	0	161
SAJ	21	30	36	21	22	11	21	38	91	49	2	11	11	61	25	13	0	0	1	0	0	0	0	464
1SAR	43	80	91	49	53	5	58	105	230	125	1	0	26	28	150	69	47	11	16	25	12	16	0	1240
2SAR	0	0	16	1	0	0	15	0	8	9	0	0	7	8	48	11	14	28	22	11	0	12	0	210
Total	77	124	159	81	85	19	103	155	372	204	6	0	49	52	291	115	81	39	38	37	12	28	0	2127

* Classe em extinção.

FIGURA III.2: Quadros Especiais dos Sargentos da Marinha.

Postos	Classes																			TOTAL	
	A*	CM*	C	R*	E*	T*	M	L*	U	V	FZ	TFD	TFH	TFP	B	L(ad)	EM	OP	TA		
CMOR	14	21	24	4	14	5	15	21	3	8	51	16	15	2	2	0	0	0	0	0	215
CAB	92	130	138	20	107	15	136	130	45	64	387	155	113	30	24	70	70	30	50	0	1806
1MAR	0	0	100	1	0	0	78	1	27	20	306	50	35	17	25	105	150	60	85	0	1060
Total	106	151	262	25	121	20	229	152	75	92	744	221	163	49	51	175	220	90	135	0	3081

* Classe em extinção.

FIGURA III.3: Quadros Especiais das Praças da Marinha.