



**Karina da Paz Bentes**

**Alocação ótima de recursos com restrição  
orçamentária: Uma aplicação na Divisão de  
Fardamento do Centro de Controle de  
Inventário da Marinha**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para  
obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia de Produção do  
Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Bruno Fanzeres dos Santos

Rio de Janeiro  
Julho de 2019



**Karina da Paz Bentes**

**Alocação ótima de recursos com restrição  
orçamentária: Uma aplicação na Divisão de  
Fardamento do Centro de Controle de  
Inventário da Marinha**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo.

**Prof. Bruno Fanzeres dos Santos**

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

**Prof. Antonio Márcio Tavares Thomé**

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

**Prof. Luiz Felipe Scavarda**

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 12 de setembro de 2019

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

### **Karina da Paz Bentes**

Graduou-se em Administração pela Universidade da Cidade, em 2002. Pós-graduada, no Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais Intendentes, pelo Centro de Instrução Almirante Wandenkolk, em 2011, e no Curso de Estado-Maior para Oficiais Intermediários, pela Escola de Guerra Naval, em 2014. Atualmente, desempenha a função de Chefe do Departamento de Obtenção do Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro.

#### Ficha Catalográfica

Bentes, Karina da Paz

Alocação ótima de recursos com restrição orçamentária: uma aplicação na Divisão de fardamento do Centro de Controle de Inventário da Marinha / Karina da Paz Bentes; orientador: Bruno Fanzeres dos Santos. – 2019.

85 f.: il. color.; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2019.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Recursos públicos. 3. Orçamento. 4. Programação linear. 5. Nível de serviço. 6. Fardamento. I. Santos, Bruno Fanzeres dos. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

A Deus, aos meus amados pais, Edivaldo<sup>†</sup> e Raquel<sup>†</sup>, ao meu amor, Heider Júnior  
e às razões do meu viver, Rafaella e Nicolas.

## Agradecimentos

Agradeço a Deus, meu amigo fiel, pela vida, pela saúde, por tudo que tenho e que sou, por estar comigo em todos os momentos, por ouvir e responder as minhas orações e as orações do meu esposo e me socorrer nos momentos de angústia. Dou Glórias a Deus, pois d’Ele, por Ele e para Ele são todas as coisas.

À Diretoria de Abastecimento da Marinha, na figura do Vice-Almirante do Corpo de Intendentes da Marinha, Helio Mourinho Garcia Junior, diretor na época em que iniciei este curso de mestrado, pela oportunidade de ingressar no Mestrado Profissional em Logística na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Ao Capitão-de-Mar-e-Guerra, do Corpo de Intendentes da Marinha, da Reserva de 1ª Classe, Francisco Carlos Cardoso do Nascimento, por todo incentivo, apoio e orientações que foram fundamentais para que este sonho pudesse ser realizado.

Ao Capitão de Corveta, do Corpo de Intendentes da Marinha, Luiz Carlos Pacheco Filho pelo incentivo, apoio e paciência que teve comigo por ocasião da confecção desta dissertação.

Ao Capitão-Tenente, do Corpo de Intendentes da Marinha, Galdino pela transmissão de conhecimentos que foram fundamentais para que eu lograsse êxito neste mestrado.

À Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, em especial ao corpo docente do Mestrado Profissional em Logística, pela transmissão de conhecimentos que muito me engrandeceram profissionalmente.

Ao meu orientador, professor Dr. Bruno Fanzeres dos Santos, por todo o apoio, parceria, ensinamentos, paciência e zelo com que me conduziu durante esta jornada. Sem a sua ajuda teria sido muito mais difícil chegar até aqui.

Aos professores que participaram da Comissão examinadora.

Aos colegas de turma da PUC-Rio, em especial à Thais Rosa, Lucas Louzada e André Ikeuti, pela dedicação na realização dos trabalhos.

À amiga Monalisa pela amizade, motivação, incentivo e companheirismo durante todo o curso. A sua presença neste mestrado foi a prova do cuidado de Deus para comigo, pois a nossa parceria foi essencial para que os resultados fossem alcançados.

Aos meus amados pais, Edivaldo<sup>†</sup> e Raquel<sup>†</sup>, pelo exemplo de vida, pelos ensinamentos, amor incondicional e dedicação na minha criação e educação. Louvo a Deus pelos pais maravilhosos que tive. Eu os amo muito!

Ao meu esposo, Heider Júnior, com quem aprendo todos os dias. Muito obrigada pelo imenso amor e cuidado com que me trata todos os dias e por me fazer sentir ser a pessoa mais especial do mundo! Agradeço, também, por ser um excelente pai, pela compreensão, companheirismo, amizade, parceria, paciência e por ser o meu alicerce, me apoiando nos momentos mais difíceis. Dou Glórias a Deus por tê-lo colocado em minha vida!

Aos meus filhos, Rafaella e Nicolas, pelo incomensurável amor, por serem os meus faróis nos momentos de dificuldades, por aceitarem mesmo sem compreender, os meus períodos de ausência, por me darem colo quando os obstáculos pareciam intransponíveis, por me ensinarem que a vida pode ser infinitamente mais bonita se for vista com os olhos de uma criança. Vocês são as minhas forças e por vocês lutarei todos os dias!

## Resumo

Bentes, Karina da Paz; Santos, Bruno Fanzeres dos (Orientador). **Alocação ótima de recursos com restrição orçamentária: Uma aplicação na Divisão de Fardamento do Centro de Controle de Inventário da Marinha.** Rio de Janeiro, 2019. 85p. Dissertação de Mestrado (opção profissional) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A atual situação econômica do País traz à tona a grande responsabilidade dos gestores públicos na administração dos recursos orçamentários colocados à sua disposição. Em tempos de contingenciamento, onde o Governo Federal, em atendimento a Lei de Responsabilidade Fiscal, se ver obrigado a determinar que os Órgãos Públicos reduzam as despesas, devido a insuficiência de receitas, se torna primordial a elaboração eficiente de um planejamento que vise a aplicação eficaz desses recursos de forma a atender aos anseios da sociedade. Neste sentido, as Forças Armadas visando executar as atividades necessárias à manutenção da soberania nacional, têm buscado ferramentas que as auxiliem na tomada de decisão e na correta utilização dos valores recebidos. Sendo assim, esta dissertação tem por objetivo propor um modelo de alocação ótima de recursos financeiros, de forma a maximizar o nível de serviço, ou seja, elevar a disponibilidade do item no estoque, sob restrição orçamentária. A metodologia proposta foi aplicada em um caso real da Marinha do Brasil, em particular, na Divisão de Fardamento do Centro de Controle de Inventário da Marinha. Os resultados demonstram que é possível aumentar significativamente a satisfação dos clientes com os recursos disponíveis, uma vez que a solução do modelo elevou em 200% o nível de serviço, passando dos atuais 24% para 74%. Além disso, a modelagem complementar mostrou que um incremento médio de 8% no orçamento pode gerar melhorias contínuas no nível de serviço, bem como, possibilitou uma economia de R\$ 28 milhões no montante total necessário para atender 100% da demanda de todos os itens, ao se comparar a sua solução com o resultado obtido a partir da sistemática atualmente utilizada, o que o torna uma ferramenta útil de planejamento.

## Palavras-chave

Recursos Públicos; Orçamento; Programação Linear; Nível de Serviço; Fardamento.

## Abstract

Bentes, Karina da Paz; Santos, Bruno Fanzeres dos (Advisor). **Optimal allocation of resources with budget constraints: An application in the Uniforms Management of the Navy Inventory Control Center.** Rio de Janeiro, 2019. 85p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The current economic situation of the country brings to light the great responsibility of public managers in the administration of budgetary resources placed at their disposal. In times of contingency, when the Federal Government, in compliance with the Fiscal Responsibility Law, is obliged to determine that the Public Agencies reduce expenses, due to insufficient revenues, it becomes essential the efficient preparation of a plan aimed at the effective application of these resources in order to meet the desires of society. In this sense, the Armed Forces, aiming at carrying out the activities necessary to maintain national sovereignty, have been seeking tools to help them in the decision-making process and in the correct use of the amounts received. Thus, this dissertation aims to propose a model for optimal allocation of financial resources, in order to maximize the level of service, that is, increase the availability of the item in stock, under budget constraint. The proposed methodology was applied in a real case of the Brazilian Navy, in particular, in the Uniforms Division of the Navy Inventory Control Center. The results show that it is possible to significantly increase customer satisfaction with the available resources, since the model's solution raised the service level by 200%, from the current 24% to 74%. In addition, the complementary modeling showed that an average increase of 8% in the budget can generate continuous improvements in the service level, as well as a saving of R\$ 28 million in the total amount needed to meet 100% of the demand for all items, by comparing its solution with the result obtained from the system currently used, which makes it a useful planning tool.

## Keywords

Public Resources; Budget; Linear Programming; Service Level; Uniforms.

## Sumário

1. Introdução.....	17
2. Referencial teórico.....	22
2.1. Orçamento público.....	22
2.2. O Sistema orçamentário do Brasil.....	24
2.3. Despesas obrigatórias.....	26
2.4. Restrição Orçamentária.....	29
2.5. Eficiência e eficácia na alocação dos recursos públicos.....	30
2.6. Nível de serviço.....	32
2.7. Modelos Determinísticos.....	34
2.8. Programação Linear.....	35
3. Metodologia.....	43
3.1. Etapas da pesquisa.....	43
4. Contextualização do problema.....	49
4.1. Cadeia de suprimento de fardamento.....	49
4.2. Fornecimento de fardamento.....	52
4.3. Planejamento das obtenções de fardamento.....	57
5. Formulação dos modelos.....	61
5.1. Modelo 1 – Maximização do nível de serviço sob restrição orçamentária.....	62
5.1.1. Função Objetivo.....	63
5.1.2. Restrições Impostas ao Modelo.....	63
5.1.2.1. Orçamento Disponível.....	63
5.1.2.2. Nível de Serviço.....	63
5.1.2.3. Demanda da Incorporação.....	64
5.1.2.4. Nível de Serviço Máximo.....	64
5.2. Modelo 2 – Minimização do orçamento para o atendimento do nível de serviço estabelecido.....	65

6. Resultados e discussões .....	67
6.1. Modelo 1 - Maximização do nível de serviço sob restrição orçamentária. ....	68
6.2. Modelo 2 - Minimização do orçamento para o atendimento do nível de serviço estabelecido.....	72
7. Conclusão.....	74
8. Referências bibliográficas .....	79
Anexo A .....	85

## Lista de figuras

Figura 1	Composição simplificada do Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM).	18
Figura 2	Etapas da pesquisa.	44
Figura 3	Cadeia de suprimento de fardamento da Marinha do Brasil.	52
Figura 4	Exemplos de itens de fardamento fornecidos pelo SAbM.	53
Figura 5	Gráfico do orçamento mínimo x nível de serviço desejado.	73

## Lista de tabelas

Tabela 1	Emprego da programação matemática na resolução de problemas ligados à gestão do orçamento.	39
Tabela 2	Localização dos PDU, PEU e CDU.	54
Tabela 3	Comparação da quantidade de itens de fardamento classificados por níveis de serviço.	69
Tabela 4	Comparação entre a solução proposta pelo Plano de Obtenção 2018 e pelo Modelo de otimização.	70
Tabela 5	Principais diferenças entre as ferramentas de planejamento da obtenção.	72

## Lista de siglas e abreviaturas

ANEMAR	Anuário Estatístico da Marinha
BFNIF	Base de Fuzileiros Navais da Ilha das Flores
BFNIG	Base de Fuzileiros Navais da Ilha do Governador
BFNRM	Base de Fuzileiros navais do Rio Meriti
BNRJ	Base Naval do Rio de Janeiro
CADIM	Centro de Avaliação da Ilha da Marambaia
CCIM	Centro de Controle de Inventário da Marinha
CDAM	Centro de Distrib.e Operações Aduaneiras da Marinha
CDU	Centro de Distribuição de Uniformes
CeIMBe	Centro de Intendência da Marinha em Belém
CeIMLa	Centro de Intendência da Marinha em Ladário
CeIMMa	Centro de Intendência da Marinha em Manaus
CeIMNa	Centro de Intendência da Marinha em Natal
CeIMRG	Centro de Intendência da Marinha em Rio Grande
CeIMSa	Centro de Intendência da Marinha em Salvador
CeIMSPA	Centro de Intend. da Marinha em São Pedro D' Aldeia
CF	Constituição Federal
CIAMPA	Centro de Instrução Almirante Milciades Portela Alves
CIAW	Centro de Instrução Almirante Wandenkolk
CMatFN	Comando do Material de Fuzileiros Navais
CN	Colégio Naval
CNBE	Comissão Naval Brasileira na Europa
CNBW	Comissão Naval Brasileira em Washington
COM1ºDN	Comando do 1º Distrito Naval
COM7ºDN	Comando do 7º Distrito Naval
COMRJ	Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro
CPAL	Capitania dos Portos de Alagoas
CREDIFARDA	Modalidade de Fornecimento de uniformes

DAbM	Diretoria de Abastecimento da Marinha
DE	Diretoria Especializada
DEA	Data Envelopment Analysis
DEM CRED	Demanda de CREDIFARDA
DEM INCORP	Demanda de incorporação
DEM PARTIC	Demanda de venda particular
DepFMRJ	Depósito de Fardamento da Marinha no Rio de Janeiro
DepNavRe	Depósitos Navais Regionais
DGMM	Diretoria-Geral do Material da Marinha
EAMCE	Escola de Aprendizes-marinheiros do Ceará
EAMES	Escola de Aprendizes-Marinheiros do Espírito Santo
EAMPE	Escola de Aprendizes-Marinheiros de Pernambuco
EAMSC	Escola de Aprendizes-Marinheiros de Santa Catarina
EMA	Estado-Maior da Armada
EN	Escola Naval
EO	Estimativa de obtenção
EST. SEG.	Estoque de segurança
FO	Função Objetivo
GptFNSa	Grupamento de Fuzileiros Navais de Salvador
GRU	Guia de Recolhimento da União
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
LOA	Lei Orçamentária Anual
MB	Marinha do Brasil
MD	Ministério da Defesa
MPOG	Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão
OC	Ordem de Compra
OD	Órgãos de Distribuição
ODG	Órgão de Direção Gerencial
ODT	Órgão de Direção Técnica
OM	Organização Militar

OObt	Órgãos de Obtenção
OT	Órgãos Técnicos
PDU	Postos de Distribuição de Uniformes
PEU	Postos de Encomendas de Uniformes
PI	Parte identificadora do item
PL	Programação Linear
PLI	Programação Linear Inteira
PLIM	Programação Linear Inteira Mista
PO	Pedido de Obtenção
PPA	Plano Plurianual
PPL	Problema de Programação Linear
QTD DÍVIDA	Quantidade em dívida
RUMB	Regulamento de Uniformes da Marinha
SAbM	Sistema de Abastecimento da Marinha
SEORI	Secretaria de Organização Institucional
SGM	Secretaria-Geral da Marinha
SINGRA	Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento
SJ	Símbolo de Jurisdição
SOBRAPO	Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional
SUS	Sistema Único de Saúde

*“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por se omitir!”*

Augusto Cury

## 1. Introdução

A conjuntura econômica no Brasil, atualmente, está marcada pela escassez de recursos e pela necessidade de encontrar mecanismos que possibilitem atender aos anseios da sociedade diante dessa escassez. É importante para os órgãos da Administração Pública brasileira acertar em suas decisões a respeito da aplicação do orçamento recebido, frente aos desafios inerentes às suas atividades. Nas Forças Armadas, tal situação reflete elevada preocupação com a qualidade dos seus gastos, ou seja, com a maneira correta e eficiente de utilização dos recursos, principalmente pelo fato de ter que manter, acima de tudo, a soberania nacional.

Em que pese, a economia brasileira esteja passando por momentos difíceis, de acordo com a Secretaria de Organização Institucional (SEORI) ligada ao Ministério da Defesa (MD), o capital destinado à defesa da Nação teve um relevante incremento passando de R\$ 59,5 bilhões em 2010, para R\$ 92,5 bilhões em 2017, correspondendo aproximadamente 1,4% do PIB brasileiro, fruto das prioridades estabelecidas na Estratégia Nacional de Defesa. Do total provisionado em 2017 para o MD, 24,3 bilhões foram direcionados para a Marinha do Brasil (MB), perdendo apenas para o Exército Brasileiro, cujo montante foi proporcional ao número expressivo de militares que esta organização possui. Este fato eleva sobremaneira a responsabilidade da MB em gerir com eficiência e eficácia tais recursos.

Ferreira, et al. (2014), enfatizam que as compras representam importante fração dos gastos públicos no Brasil e por isso devem ser executadas com racionalidade e transparência no intuito de realizar melhor alocação dos recursos públicos. Já para Nunes, Lucena & Silva (2007), a aquisição de bens e serviços de maneira eficiente pode possibilitar a organização atingir seus objetivos com menor dispêndio de recursos financeiros e com maior satisfação de seus *stakeholders*.

Na esfera da Marinha do Brasil, encontra-se o Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM) responsável pela Gestão da Cadeia de Suprimentos de itens específicos adquiridos de forma centralizada. O SAbM é definido como o conjunto de Órgãos, processos e recursos, interligados e interdependentes, estruturado com

a finalidade de promover, manter e controlar o provimento do material necessário à manutenção das Forças e demais Órgãos Navais em condição de plena eficiência (BRASIL, 2009). A Figura 1, demonstra de forma simplificada a composição do SAbM.

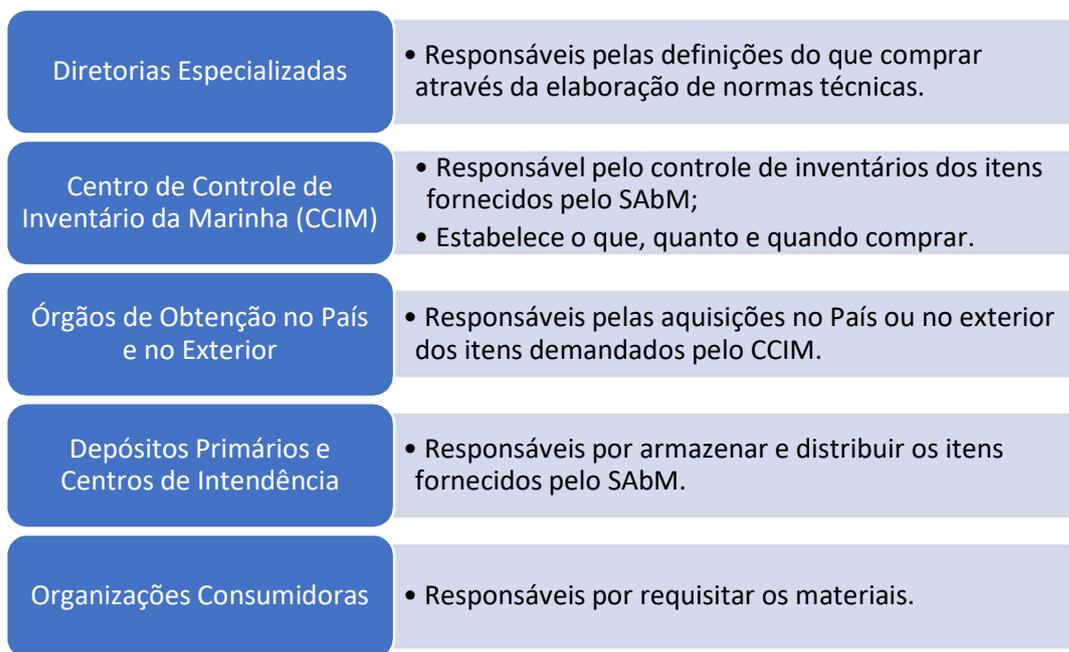


Figura 1 – Composição simplificada do SAbM.

Fonte: Adaptado de Brasil (2009)

Dentre os itens fornecidos pelo SAbM, tais como combustíveis, lubrificantes, graxas, viaturas, materiais de saúde, material comum, gêneros alimentícios, munição e sobressalentes, encontra-se o fardamento, cujas aquisições são 98% nacionais, realizadas de forma centralizada pelo Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro (COMRJ). Essas aquisições derivam dos pedidos de obtenção inseridos no Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento (SINGRA) pelo Centro de Controle de Inventário da Marinha (CCIM), organização militar (OM) responsável por gerir os créditos destinados às aquisições desta categoria de material.

A Divisão de Fardamento do CCIM tem enfrentado, há alguns anos, o grande desafio de adequar o orçamento recebido com as demandas dos itens sob sua responsabilidade. Dados históricos revelam que os montantes recebidos anualmente, embora vultuosos, são insuficientes para atender 100% das demandas

de todos os itens, o que afeta diretamente o nível de serviço desta cadeia de suprimento.

Segundo Kotler & Armstrong (1995), a relevância do sistema logístico é o de fornecer um nível de serviço desejado ao consumidor pelo menor custo. Portanto, diante do atual cenário vivido pela Divisão de Fardamento do CCIM, este estudo procura dar resposta a seguinte questão: Como obter o melhor nível de serviço na aquisição de itens de fardamento a partir da alocação ótima de recursos com restrição orçamentária?

No tocante à delimitação do estudo, é importante registrar que o mesmo está voltado para a Marinha do Brasil, em especial para a cadeia de suprimentos de fardamento controlada pelo CCIM, organização militar subordinada à Diretoria de Abastecimento da Marinha. Esta cadeia é responsável pelo abastecimento de peças de uniformes previstos no Regulamento de Uniformes da Marinha (RUMB), que o militar ou a OM deverá dispor em condições de uso, para o exercício de suas funções e atividades.

É notório que o uso do uniforme militar traz, não só para as Forças Armadas como também para a sociedade, um significado de força, moral, valor e tradição. Ademais, ele contribui para elevação da autoestima, para um sentimento de justiça e igualdade, bem como, solidifica conceitos tão importantes na carreira militar, como a hierarquia e a disciplina. Quem utiliza um uniforme está carregando consigo o nome da organização e, portanto, seus comportamentos e atitudes dentro do ambiente de trabalho, comunicando ao público em geral a essência de uma empresa (AGUIAR, 2004). Um indivíduo uniformizado não é identificado pelo seu nome, mas sim pela instituição que representa (PERES & BARREIRA, 2003).

Quanto a relevância do presente estudo, cabe ressaltar que, além da importância intrínseca que possui as peças que compõem a vestimenta militar, os recursos destinados à obtenção desta categoria de material são caracterizados, por força de lei, como despesa obrigatória do Governo Federal, de acordo com o estabelecido no item 59 do Anexo III do Projeto de Lei n.º 02/2018-CN (Lei de Diretrizes Orçamentárias de 2019). Conforme estabelecido na alínea h, inciso IV, art. 50 da Lei 6.880/1980, é direito do militar da ativa, de graduação inferior a terceiro-sargento e, em casos especiais, a outros militares, o recebimento do

fardamento. Portanto, é imprescindível que a aplicação destes recursos seja realizada de forma eficiente e eficaz.

Cumpramos ressaltar a lacuna existente na literatura quanto a trabalhos voltados para a aplicação de modelos de programação linear que visam a maximização do nível de serviço, a partir da alocação ótima de recursos sob restrição orçamentária. Atualmente, a literatura é rica em abordagens voltadas para a utilização da programação linear na resolução de problemas ligados à gestão do orçamento (GUTIERREZ, CRUZ & SOARES DE MELLO (2002); PINHO (2004); CABRAL (2005); VARELA, MARTINS & FÁVERO (2010); THESARI (2016)), mas não se encontrou estudos associando-os ao nível de serviço.

Em consequência disso e para fazer face ao problema supramencionado, esta pesquisa definiu o seguinte objetivo geral: Propor um modelo de alocação ótima de recursos, de forma a maximizar o nível de serviço, ou seja, elevar a disponibilidade do item no estoque, sob restrição orçamentária.

Para atingir o objetivo geral estabelecido, foram definidas as seguintes questões de estudo intermediárias e os correspondentes objetivos específicos:

- Como é a estrutura da cadeia de suprimento de fardamento na Marinha do Brasil? A partir desta questão de estudo, formou-se o seguinte objetivo específico: Apresentar a cadeia de suprimento da Marinha do Brasil na área de fardamento.

- Como a Marinha do Brasil classifica a venda/distribuição dos itens de fardamento e quem são os seus principais consumidores? A partir desta questão de estudo, formou-se o seguinte objetivo específico: Descrever as modalidades de venda/distribuição de uniformes na MB (incorporação, CREDIFARDA e particular) e seus principais consumidores.

- Como é feito o plano de obtenção na área de fardamento na MB? A partir desta questão de estudo, formou-se o seguinte objetivo específico: Apresentar o atual plano de obtenção utilizado pela MB na aquisição de itens de fardamento.

- Como um modelo de otimização pode aprimorar o plano de obtenção de itens de fardamento na MB e quais os benefícios gerados por ele? A partir desta questão de estudo, formou-se o seguinte objetivo específico: Construir e aplicar um modelo de otimização para alocação ótima de recursos, visando maximizar o nível

de serviço com restrição orçamentária, identificando os possíveis benefícios gerados a partir da utilização do modelo proposto.

Por fim, este estudo apresentou as seguintes limitações:

- **Rigidez dos resultados:** Devido a característica determinística dos modelos desenvolvidos. Os modelos não possibilitam a inclusão de variáveis que possam assumir valores incertos, o que torna os resultados obtidos rígidos e que não consideram imprevistos, podendo fazer com que as soluções não sejam mais viáveis. Um exemplo seria o aumento ou a diminuição repentina da demanda de algum item; e
- **Ausência de análise da demanda:** Visando reduzir o escopo da pesquisa, optou-se por trabalhar com dados de demanda extraídos do Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento (SINGRA), ao invés de aplicar técnicas de análise de previsão de demanda. Portanto, não se pode aferir se a metodologia empregada pelo sistema SINGRA para a realização do cálculo da demanda é apropriada e eficiente ou, até mesmo, se pode ser usada uniformemente para todos os itens.

Sendo assim, o presente trabalho foi organizado em sete capítulos. O capítulo 2, apresenta o referencial teórico sobre o tema “alocação ótima de recursos com restrição orçamentária”. O capítulo 3, descreve a metodologia de pesquisa utilizada. O capítulo 4, apresenta a cadeia de suprimento de fardamento da Marinha do Brasil, descrevendo as modalidades de venda/distribuição de uniformes e seus principais consumidores, e detalha o funcionamento do atual Plano de Obtenção utilizado na aquisição de itens de fardamento. O capítulo 5, apresenta os modelos de alocação ótima de recursos sob restrição orçamentária propostos para o planejamento da aquisição dos itens de uniformes. O capítulo 6 traz os resultados e as análises obtidos com a modelagem. Por fim, as conclusões e sugestões para estudos futuros, complementares a este trabalho, estão contidas no capítulo 7.

## 2. Referencial teórico

Este Capítulo apresenta a revisão bibliográfica que serve de base para a elaboração desse trabalho.

### 2.1. Orçamento público

Historicamente, segundo Pires & Motta (2006), o orçamento público se originou no Reino Unido, em 1217, quando o rei *John Lackland* outorgou a famosa Carta Magna, que estabeleceu, no seu art. 12: “Nenhum tributo ou auxílio será instituído no Reino, senão pelo seu conselho comum”, acabando com a arbitrariedade da Coroa na instituição de impostos. Este fato só se concretizou devido às pressões dos barões ingleses que eram parte integrante do conselho comum, órgão de representação da época. Porém só em 1822 foi “formalmente redigido o primeiro orçamento público na Inglaterra e o Executivo passou a prestar contas ao Legislativo.”

Já no Brasil, o início dos pensamentos voltados para administração dos recursos públicos se deu com a vinda do rei D. João VI e a abertura dos portos, com o conseqüente aumento nos impostos aduaneiros, originando, então, o “processo de organização das finanças públicas, culminando com a criação, em 1808, do Erário Público e do Regime de Contabilidade” (PIRES & MOTTA, 2006). A partir de então, todas as Constituições e leis orgânicas possuem dispositivos sobre este tema.

Santos (2001), caracterizando a evolução do orçamento público, o define de seis formas distintas: a primeira, de um modo mais simples, diz que o orçamento público é uma lista de receitas e despesas sem deixarem claros os motivos e objetivos dos gastos. A segunda estabelece que ele é um instrumento de controle sobre as finanças do governo, fazendo menção à origem do orçamento. Já a terceira enfoca que ele é “um plano de atividades do governo, onde estão discriminados os serviços que ele presta aos cidadãos e quanto eles custam”. A quarta, enfatiza que teve origem no planejamento estatal soviético do início do século XX e estabelece

que o orçamento público é um meio de execução dos planos do governo. A penúltima conceituação foca dentro do governo, fixando-o como um instrumento de administração das ações do governo. E por fim, afirma que o orçamento público é um documento de divulgação das ações do governo, convergindo para o que está estipulado na Lei de Responsabilidade Fiscal.

Para Pereira (1999), dada a complexidade da administração pública moderna, o orçamento público é a principal ferramenta de ação de qualquer governo, independente da sua ideologia.

De acordo com Haddad & Mota (2010), “o orçamento público é um documento que dá autorização para se receber e para se gastar recursos financeiros”, devendo “estar vinculado às atividades de planejamento”.

Santos (2011) declara que o orçamento público demonstra a capacidade e a qualidade do planejamento e da gestão pública na sua totalidade – seja em gestão de pessoas, de processos, de projetos ou de informações –, bem como a administração de tudo isso. Para ela, um “orçamento bem elaborado e executado é sinalizador de uma gestão pública de qualidade”.

Já Habckost (1991) ressalta o aspecto político do orçamento público enfatizando que ele “é um instrumento de controle do Poder Legislativo sobre o Poder Executivo, na forma constitucional”. Enquanto De Carvalho Fer & Lima (2017) enfatiza que o orçamento trata-se de uma espécie de pacto de confiança firmado entre os governantes e a sociedade, para que os representantes do povo possam, em seu nome, realizar o dispêndio dos recursos públicos.

Em que pese, todas as constituições brasileiras tenham tratado de assuntos relacionados ao orçamento, a Constituição Federal (CF) de 1988 introduziu importantes mudanças e deu uma nova visão sobre as práticas orçamentárias nas três esferas do Governo (Federal, Estadual e Municipal). A Constituição Federal de 1988 “atribuiu ao processo orçamentário uma seção especial e à parte: Título VI – Da Tributação e do Orçamento, Capítulo II das Finanças Públicas, Seção II dos Orçamentos” (PIRES & MOTTA, 2006), fixando regras para a elaboração, aprovação, execução e controle do Orçamento Público no Brasil.

Bernardoni & Cruz (2010) e Santos (2011) salientam que a Constituição de 1988 deu maior relevância à função de planejamento ao ligar o Plano Plurianual

(PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA) ao orçamento público.

## **2.2.**

### **O Sistema orçamentário do Brasil**

De acordo com Santos (2011), o sistema orçamentário é composto pelas leis orçamentárias, pelos órgãos envolvidos no processo orçamentário e pelas normas que regulam a elaboração e a execução dessas leis.

Reforçando este pensamento, Pires (2011) diz que o sistema orçamentário começa no ponto e no momento do sistema de planejamento em que as intenções, os objetivos, as metas (do Plano Diretor, do plano de governo) têm que ser ajustados aos meios disponíveis para materializá-los, sendo formado pelo PPA, LDO e LOA. A utilização destes elementos conjuntamente possibilita uma base sólida para a ação do Governo, em termos de planejamento, além de garantir o respeito aos princípios legais, como afirmam Santos & Camacho (2014).

Conforme estabelecido na Constituição Federal de 1988 e na Lei nº 4.320/64, o poder Executivo de cada esfera de gestão, ou seja, Federal, Estadual e Municipal, deverá anualmente, com base nas metas estabelecidas pelo PPA e nas orientações dadas pela LDO, elaborar a programação anual de trabalho – denominada Lei Orçamentária Anual (LOA) e encaminhá-la para aprovação do Poder Legislativo dentro dos prazos fixados nestas leis.

O Plano Plurianual, como o nome já diz, refere-se ao planejamento realizado pelo Poder Executivo, no primeiro ano de mandato, que determinará as prioridades do governo durante quatro anos consecutivos. A lei do PPA define as estratégias, diretrizes e metas do governo para o médio prazo (SANTOS, 2011). O PPA “passa a se constituir na síntese dos esforços de planejamento de toda a administração pública, orientando a elaboração dos demais planos e programas de governo, assim como do próprio orçamento anual” (GIACOMONI, 2010).

Corroborando com este pensamento, Santos (2011) enfatiza que o PPA é um plano de ação que discrimina os objetivos de governo a serem alcançados pelo Chefe do Poder Executivos durante o seu mandato, além de conter os programas setoriais, as fontes de financiamento e as metodologias de elaboração, gestão, avaliação e revisão desses programas.

Procopiuck, *et al.* (2014) enfatizam que o Plano Plurianual, como ciclo de múltiplos anos, exige a realização de um consistente e disciplinado processo que garanta a sua ligação com todos os orçamentos que serão processados durante a sua vigência. Desta forma, os programas do PPA são detalhados e executados, ano a ano, por meio da LOA. Assim, é pelo acompanhamento da elaboração e execução da LOA que se averigua se o PPA está sendo cumprido de forma satisfatória (SANTOS, 2011).

Embora o orçamento seja único, conforme §5º do Art. 165 da CF de 1988, a lei orçamentária anual é constituída por três orçamentos: fiscal, seguridade social e investimentos das empresas estatais. Esse modelo acompanha a ideia da totalidade orçamentária, ou seja, múltiplos orçamentos são confeccionados de forma independente, sofrendo, entretanto, a consolidação que permite conhecer o desempenho global das finanças públicas (GIACOMONI, 2010).

Santos (2011) define os orçamentos (*budgets*) que compõem a LOA da seguinte forma:

- Orçamento fiscal: traz as receitas e despesas de todos os Poderes da União, de seus órgãos, fundos e entidades da administração direta e indireta, inclusive fundações instituídas e mantidas pelo Poder Público;
- Orçamento da seguridade social: apresenta as despesas com saúde, previdência e assistência social; e
- Orçamento de investimento das empresas estatais: expõe as despesas de capital das empresas em que o governo detenha maioria do capital social com direito a voto.

Segundo Giacomoni (2010), o papel da LOA é fazer com que o Governo Federal obedeça a suas próprias determinações em termos de não realizar nenhuma despesa pública, senão aquelas contidas no Orçamento. Para isso, o planejamento de receitas e despesas na LOA deve respeitar um conjunto de princípios orçamentários, cujo objetivo é facilitar a administração e o controle do orçamento.

Em relação aos princípios que regem o orçamento, Piscitelli (2018), enfatiza que além do princípio da legalidade, dentre os mais relevantes, destacam-se: exclusividade, universalidade, unidade, anualidade, programação, e equilíbrio orçamentário.

Santos (2011) acrescenta, ainda, como princípios orçamentários: especificação, publicidade, orçamento bruto, não afetação de receitas. Para a autora, a Lei Complementar n.º 101/2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal), ampliou o princípio da publicidade, dando maior ênfase à transparência das contas públicas e incentivou a participação dos cidadãos e instituições da sociedade no processo orçamentário, o que possibilitou o surgimento do princípio da transparência e participação. Contudo, não há menção na lei em termos de obrigar o governo a acatar as propostas da sociedade, visto que a legislação determina que a competência exclusiva para a elaboração do orçamento é do Poder Executivo (RIBEIRO, 2017).

Outra ferramenta de extrema importância no Sistema Orçamentário Brasileiro é a Lei de Diretrizes Orçamentárias. Esta Lei deve fazer a coordenação entre o PPA e o Orçamento Geral da União, onde são alocados os recursos destinados aos compromissos públicos assumidos para um exercício financeiro (Brasil, 1988).

A lei de diretrizes orçamentárias compreende as metas e prioridades da administração pública federal, incluindo as despesas de capital para o exercício financeiro subsequente, orienta a elaboração da lei orçamentária anual, dispõe sobre as alterações na legislação tributária e estabelece a política de aplicação das agências financeiras oficiais de fomento (BRASIL, 1988).

Segundo Giacomoni (2010), a LDO, além de guiar a elaboração dos orçamentos anuais, tem por finalidade destacar, da programação plurianual, as prioridades e metas a serem realizadas em cada orçamento anual. Neste sentido, Borges (2006) acrescenta que a relevância da LDO está no fato dela ser um importantíssimo instrumento de formulação de políticas públicas onde o orçamento é definido a partir dos valores nela fixados.

### **2.3. Despesas obrigatórias**

Conforme descrito no Capítulo 1 desta dissertação, a relevância deste estudo está no fato de que as despesas com a aquisição de fardamento pelo Governo Federal são classificadas, por força de lei, como despesas obrigatórias e por isso, a correta utilização desses recursos se torna de extrema importância, uma vez que o Governo é impedido de utilizá-lo em outras finalidades.

A LDO de 2019 aprovada através do Projeto de Lei n.º 02/2018 - Congresso Nacional, dispõe no seu Anexo III, as despesas que não serão objeto de limitação de empenho, nos termos do Art. 9º, § 2º, da Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar n.º 101/2000), por constituírem obrigações constitucionais ou legais da União. Dentre as despesas apresentadas neste anexo, destaca-se no item 59, o Fardamento dos militares das Forças Armadas. Reforçando este pensamento, o Art. 104 deste mesmo Projeto de Lei diz que as eventuais disponibilidades de dotações orçamentárias classificadas como despesas obrigatórias, não poderão ser remanejadas para outras despesas, a menos que já tenham sido esgotadas todas as necessidades de suplementação das mencionadas dotações no âmbito dos Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, do Ministério Público da União e da Defensoria Pública da União. (BRASIL, 2018)

Além disso, o § 1º do Art. 86 da LDO de 2019, enfatiza que o fardamento não constitui despesas com pessoal e encargos sociais, mesmo que sejam processadas em folha de pagamento, ou seja, os recursos orçamentários destinados à aquisição de fardamento não podem ser colocados no mesmo pacote das despesas com pessoal e encargos sociais. Portanto, ele possui recursos próprios devido a sua importância perante a CF de 1988.

Para compreender melhor esta questão, é necessário distinguir dois tipos de despesas que compõem a lei orçamentária: as despesas obrigatórias e as despesas não obrigatórias, ou seja, discricionárias. Segundo Santos (2011), despesas obrigatórias são as que compõem as obrigações constitucionais ou legais do governo, tais como pagamento de pessoal, de juros e encargos da dívida pública, de aposentadorias etc. Já as despesas não obrigatórias são aquelas que o governo tem a discricionariedade de escolher se executa ou não.

Sendo assim, quanto maior a proporção de despesas obrigatórias no orçamento, maior sua rigidez e menor a flexibilidade dos políticos e gestores para planejar as ações governamentais (SANTOS, 2011).

Para Giacomoni (2010) e Sousa *et al.* (2015), além da grande participação das despesas obrigatórias nas contas públicas, outra característica do orçamento brasileiro que contribui substancialmente para o seu engessamento é a excessiva vinculação de receitas e despesas, o que limita ainda mais a possibilidade de escolha

dos governantes. Contudo, o efeito do aumento das despesas obrigatórias é ainda pior do que a vinculação de receitas, pois estas ao menos garantem que parte de uma receita será, necessariamente, aplicada em um objeto específico. Enquanto as despesas obrigatórias nem sempre tem garantia de recursos para o seu atendimento.

Cabe ressaltar que o Manual Técnico de Orçamento do Ministério do Planejamento Desenvolvimento e Gestão (MPOG) define que uma receita possui caráter vinculado quando uma norma destina esse recurso para uma aplicação em atendimento às finalidades específicas. Por outro lado, quando um recurso é utilizado para atender qualquer finalidade, ou seja, quando há livre alocação destes recursos, a receita é considerada não vinculada, ou ordinária (BRASIL, 2018).

Alguns pesquisadores são contra esses mecanismos que engessam o orçamento público, uma vez que os seus excessos limitam as ações dos governantes (GIACOMONI, 2010; SANTOS, 2011; SOUSA *et al.* 2015). Contudo, essa rigidez na execução do orçamento tem se mostrado importante, pois visa garantir os fins assegurados na CF de 1988, ademais evita o desvio de recursos e a sua aplicação em algo que não o seu propósito inicial. Para De Carvalho Fer. & Lima (2017), se há escassez de recursos, não se pode admitir sua aplicação desordenada.

Contudo, na prática, é comum observar que o Executivo promove diversas modificações na execução do orçamento, o que geram crises financeiras e uma constante tensão entre os poderes na esfera da gestão orçamentária. Neste sentido, De Carvalho Fer. & Lima (2017) acrescentam que mesmo com vinculação de parte da receita, o governo consegue diminuir a rigidez orçamentária, através de ações que envolvem a obtenção de superávits por meio de receitas subestimadas, a postergação da execução de despesas através de contingenciamento, a transferência de despesas para anos futuros pelo mecanismo dos restos a pagar, bem como, pela desvinculação das Receitas da União.

Portanto, para que o orçamento não perca a sua funcionalidade como uma poderosa ferramenta de planejamento, bem como, garanta os preceitos constitucionais e não se torne apenas uma mera formalidade a se cumprir, é necessário que a sociedade e os Órgão de Controle atuem de forma conjunta, visando o aprimoramento e o equilíbrio das contas públicas brasileiras.

## 2.4. Restrição Orçamentária

Segundo Ribeiro (2017), Santos (2011) e Giaconomi (2010), o orçamento público no Brasil é autorizativo e não impositivo, ou seja, as despesas realizadas pelo Executivo devem estar previstas na LOA e serem aprovadas pelo Legislativo, porém nem todas as despesas descritas nela precisam ser executadas. Isso se justifica pelo fato de que o orçamento é um instrumento de previsão de receitas e despesas, não sendo possível inferir com exatidão, no momento de sua elaboração, quanto será arrecadado no decorrer do tempo de sua vigência. (RIBEIRO, 2017)

A existência de dotação no orçamento não é garantia de sua disponibilidade para a execução (BARZELAY & SHVETS, 2006). Devido às incertezas em torno da arrecadação de receitas, se tornou necessária a imposição de restrições fiscais e financeiras a fim de frear as ações dos governantes e impedir que a dívida pública atinja níveis irreparáveis.

Biderman *et. al.* (2004), Giambiagi & Além (2011) enfatizam que, em virtude dos recursos em geral serem escassos, os princípios da especialidade e da focalização devem orientar o poder público na busca da satisfação dos interesses coletivos. Se os recursos são escassos, então, não se pode aceitar sua aplicação desordenada. A destinação precisa ser certa, principalmente, para os fins assegurados na Constituição (DE CARVALHO FER & LIMA, 2017).

Neste contexto, fazendo um paralelo entre a teoria do consumidor, estabelecida na microeconomia, e o orçamento público, pode-se dizer que a restrição orçamentária dos governos está ligada ao fato de que as despesas públicas não poderão exceder a receita global. Para isso, são criadas regras que visam proibir ou limitar o valor de algumas despesas com o intuito de se obter uma redução dos déficits orçamentários ou até mesmo, um equilíbrio das finanças públicas.

Além & Giambiagi (1999), definem restrição orçamentária de duas formas: rígida e fraca. Segundo os autores, “restrição orçamentária rígida” são aquelas que possuem um teto nominal do gasto, ou seja, condiciona a satisfação das demandas à existência de recursos ou a um aumento apenas moderado do endividamento. Já a “restrição orçamentária fraca” envolve a ausência de maiores restrições, ou seja, o gasto transforma-se no reflexo da soma das demandas e o déficit é o resultado do desajuste entre essas demandas e a receita.

Para Sessa & Vargas (2016), independentemente se a restrição é rígida ou fraca, existe, atualmente, um consenso acerca da necessidade de se estabelecer restrições à atuação governamental, devido a mudanças cruciais nas condições econômico-políticas do capitalismo mundial. Segundo eles, o crescimento dos déficits e dívidas públicas governamentais e o aumento dos riscos de um endividamento ascendente tenderam a fomentar as concepções negativas acerca da ação estatal.

## **2.5. Eficiência e eficácia na alocação dos recursos públicos**

Historicamente, a preocupação com maior eficiência na Administração Pública iniciou-se na década de 80 com os movimentos pela Reforma do Estado, ocorrida nos países anglo-saxões, particularmente nos Estados Unidos da América de Ronald Reagan e na Inglaterra com Margareth Thatcher, propagando para outros países, inclusive o Brasil, na década de 90 (GOMES, 2009).

De acordo com Gomes (2009), estas reformas propuseram, inicialmente, a construção de um Estado Mínimo, onde grande parte da prestação dos serviços públicos seria transferida ao mercado sob o argumento que a alocação de bens seria nele muito mais eficiente. Contudo, posteriormente, os movimentos passaram a defender a reconstrução do Estado com tamanho adequado e eficiente. Em que pese, houvesse divergência de soluções para os problemas vividos pela Administração Pública da época, é notório a preocupação com a eficiência das políticas e dos serviços públicos em ambos os movimentos.

Quando Trivelato *et. al.* (2015) avaliaram a eficiência na alocação dos recursos econômicos financeiros no âmbito hospitalar, perceberam que em função de restrições orçamentárias, é de interesse de toda sociedade e dever dos gestores, respeitados os parâmetros técnicos e os recursos disponíveis, que o sistema opere com máxima eficiência, transformando insumos em produtos e serviços.

Para que os gestores governamentais possam ter sucesso na alocação dos recursos públicos, é necessário que, segundo o Art. 37 da Constituição Federal de 1988, obedeçam dentre outros princípios jurídicos que regem as atividades da Administração Pública, o princípio da eficiência, no qual foi incluído a partir da emenda 19/1998, realizada na reforma gerencial. Sendo assim, espera-se que a Administração possa aplicar seus recursos de maneira adequada de modo a produzir

bons resultados, atendendo assim às demandas da sociedade com maior celeridade (DE OLIVEIRA, 2015).

Para se desenvolver uma melhor compreensão sobre a eficiência e a eficácia da alocação dos recursos orçamentários é necessário, primeiramente, entender a diferença entre a definição destes dois princípios. Enquanto a eficiência está voltada para os métodos e processos depreendidos para se alcançar determinados resultados, a eficácia refere-se aos objetivos e resultados atingidos (CATELLI & SANTOS, 2004). Luchi & Carneiro (2006) acrescentam concluindo como procedimento eficiente o uso adequado de recurso disponível para concretização de um objetivo e como procedimento eficaz, aquele que atinge os efeitos esperados e metas a que se propôs.

Meirelles (2005), conceitua a eficiência na administração pública como “o mais moderno princípio da função administrativa, que já não se contenta em ser desempenhada apenas com legalidade, exigindo resultados positivos para serviço público e satisfatório atendimento das necessidades da comunidade e de seus membros”.

Neste contexto, De Oliveira (2015) acrescenta que a inclusão do princípio da eficiência na Carta Magna, sugere uma transformação da administração burocrática para administração gerencial, seguindo a prática das empresas privadas, buscando diminuir os custos de transação e aperfeiçoar os resultados a serem atingidos, ou seja, os benefícios gerados para a população.

Ademais, devido à importância da aplicação dos recursos públicos de forma eficiente e eficaz, a CF de 88, instituiu em seu Art. 74, a manutenção integrada, pelos Três Poderes, de um sistema de controle interno que, dentre outras funções, deverá “comprovar a legalidade e avaliar os resultados, quanto à eficácia e eficiência, da gestão orçamentária, financeira e patrimonial nos órgãos e entidades da administração federal, bem como da aplicação de recursos públicos por entidades de direito privado” (BRASIL, 1988).

Portanto, a inclusão do princípio da eficiência no ordenamento jurídico brasileiro representa muito mais do que uma simples transição de uma administração burocrática para uma moderna administração pública gerencial, pois ela expressa os anseios da sociedade por respostas mais efetivas dos seus

governantes em relação a resultados que interferem diretamente na melhoria das condições de vida da população.

## **2.6. Nível de serviço**

Uma Administração Pública eficiente deve ser capaz de satisfazer as necessidades dos seus clientes, principalmente pelo fato de utilizar no desempenho de suas funções recursos públicos advindos, na sua maioria, de impostos pagos pelo cidadão. Para isso, como em qualquer outra organização, precisa oferecer produtos e serviços de qualidade no momento certo, na quantidade esperada e no lugar desejado. De acordo com Coutinho (2014), os fundamentos da nova administração pública voltada para o cidadão mostram que, se a qualidade dos serviços depende da satisfação do usuário, então, o seu atendimento deve ser sempre o melhor possível.

Hayes (2008), enfatiza que a satisfação do cliente é algo primordial e pode ser definida como a resposta da impressão do cliente acerca da capacidade de uma organização em identificar e atender às suas necessidades de forma eficiente. Neste sentido, quando uma organização consegue gerar valor aos seus clientes e entregar produtos e serviços que superem ou equilibrem as suas expectativas, trata-se de nível de serviço logístico (FARIA & COSTA, 2008).

O serviço ao cliente é um dos elementos que distingue a logística moderna da abordagem tradicional, já que atualmente a importância não reside apenas na busca pela eficiência operacional, mas também pelo atendimento das necessidades dos clientes (FLEURY, WANKE & FIGUEIREDO, 2000).

Ballou (2006) ao organizar o triângulo de planejamento logístico, colocou o nível de serviço ao centro e nos vértices os estoques, o transporte e a localização, a fim de enfatizar que o nível de serviço é influenciado por estes três vértices, ou seja, pela política de estoques, pelos fundamentos de transporte e distribuição de mercadorias e pelas decisões de localização dos depósitos. Segundo esse autor, em alguns casos o objetivo logístico pode se tornar uma busca pela minimização de custos voltada para a conquista do nível de serviços pretendidos, ao invés de maximizar lucros ou o retorno sobre o investimento.

Quando Da Silva & De Oliveira (2019) analisaram o nível de serviço logístico nas entregas de mercadorias em uma empresa de bebidas, concluíram que a satisfação dos clientes é diretamente impactada por um bom nível de serviço, assim como o mau gerenciamento dos recursos ou a falta de estoque pode impactar negativamente e prejudicar as vendas. Bijvank & Vis (2012), também concordam com este pensamento e acrescentam que a falta do produto em estoque pode ser gerada por uma demanda excessiva associada a uma política de estoques restritiva.

Para Christopher (1997) e Ballou (2006), o nível de serviço está diretamente relacionado com a disponibilidade do produto em estoque. Quanto melhor for o nível de serviços, menor será o número de clientes perdidos em decorrência de situações de falta de estoque, entrega lenta e inconfiável, e atendimento inadequado de pedidos (BALLOU, 2006). Assim, a melhoria dos serviços diminui, consideravelmente, o custo das vendas perdidas e gera fidelização do cliente à empresa.

A disponibilidade de produtos em estoque pode colaborar para o alcance dos objetivos dos setores de marketing e produção, mas o seu excesso pode aumentar os custos e reduzir o lucro, impactando negativamente os objetivos gerais das empresas (BOWERSOX & CLOSS, 2011).

Gallmann & Belvedere (2011), ao pesquisarem sobre como as empresas com melhor desempenho se esforçam para melhorar níveis de serviço, perceberam que um grande desafio para as organizações é garantir a disponibilidade de produtos aos clientes sem que ocorra custos extras. Para isso, elas necessitam ter pleno conhecimento das variáveis que possam influenciar positivamente o nível de serviço, como por exemplo, agilidade, confiança e flexibilidade de entrega.

Segundo Fleury, Wanke & Figueiredo (2007), as organizações devem procurar um equilíbrio na manutenção dos estoques de forma a obterem um estoque mínimo que compense os custos derivados das atividades de produção e abastecimento, ao mesmo tempo que atenda ao nível de serviço desejado pelos clientes.

Sendo assim, cabe ressaltar que nem todos os produtos precisam ter o mesmo nível de serviços aos clientes. De acordo com Ballou (2006), esse é um princípio fundamental do planejamento logístico. Dentre os inúmeros itens que uma

empresa normal comercializa, há diferenças como exigências de serviços aos clientes, características de produtos e volumes de vendas que indicam a conveniência da adoção de estratégias múltiplas de distribuição e planejamento para a linha de produtos (BALLOU, 2006).

Face ao exposto e considerando a importância da satisfação do cliente para a manutenção das organizações públicas ou privadas, pode-se concluir que o nível de serviço é um fator decisivo do sucesso organizacional e por isso, não basta apenas o ajustamento de alguns elementos, mas também da integração e análise de todo o contexto logístico em que ele está inserido.

Os tópicos seguintes, serão voltados para a apresentação do referencial teórico que serviu como base para a elaboração e execução do modelo matemático utilizado para o alcance do objetivo principal desta dissertação, qual seja: propor um modelo de alocação ótima de recursos, de forma a maximizar o nível de serviço com restrição orçamentária.

## **2.7. Modelos Determinísticos**

Segundo a natureza das variáveis, os modelos matemáticos da Pesquisa Operacional podem ser classificados como determinísticos ou estocásticos. Quando as variáveis de entrada assumem valores fixos e não consideram a aleatoriedade, os modelos são considerados determinísticos. Por outro lado, quando as variáveis de entrada apresentam valores aleatórios ou que podem ser representados por funções de distribuição de probabilidade associadas as mesmas, temos então, modelos estocásticos (BENDER, 1978).

Neste sentido, Conceição (2014) acrescenta que os modelos determinísticos são aqueles em que as estimativas obtidas são pontuais e muito sensíveis a alterações nos dados, pois baseiam-se, somente, em dados observados no passado e não em alguma distribuição de probabilidade. Já os modelos estocásticos, além de indicarem a variabilidade e o erro da estimativa, permitem obter intervalos de confiança para a mesma. Já para Perin Filho (1995), o que define a diferença entre modelos determinísticos e estocásticos são a qualidade da informação coletada, o controle que se tem sobre o sistema em estudo e o objetivo que se pretende alcançar.

Segundo Carreira & Dos Santos (2018), os modelos determinísticos apresentam tanto a metodologia como o ferramental necessário para a análise de onde e como proceder à alocação ótima de recursos financeiros, a fim de obter os resultados desejados na empresa. De uma forma geral, estes modelos partem do princípio de que os dados coletados são confiáveis, mesmo que se tratem de informações que possam conter incertezas inerentes à sua natureza, como, por exemplo: custos de matéria-prima e previsões de demanda ou de vendas (DA SILVA & MARINS, 2015).

Cabe ressaltar que os problemas determinísticos de Pesquisa Operacional podem ser classificados em duas categorias genéricas: problemas de programação linear e não-linear. Contudo, como esta pesquisa propôs a utilização de um modelo de otimização baseado na programação linear inteira mista, então, este referencial teórico limitou-se em explicar, apenas, os conceitos de programação linear.

## **2.8. Programação Linear**

A Pesquisa Operacional fornece algumas ferramentas quantitativas úteis na tomada de decisão. Dentre elas, destaca-se a Programação Linear (PL) que é um modelo de programação matemática voltado para solução de problemas por meio de otimização, seja por maximização ou minimização. Hillier & Lieberman (2006), Bernardo *et. al.* (1988) enfatizam que a programação linear é apropriada para problemas complexos de alocação, cujas soluções ótimas não podem ser obtidas a partir de técnicas analíticas convencionais.

Goldbarg, Luna & Goldbarg (2016) conceituam programação linear como “um caso particular dos modelos de programação em que as variáveis de decisão são contínuas e apresentam comportamento linear, tanto em relação às restrições quanto à função-objetivo”. Já Rodrigues *et. al.* (2018) e Colin (2007) definem a PL como uma técnica utilizada para resolver problemas que envolvam a otimização da aplicação de recursos limitados a atividades ou decisões diversas, buscando maximizar algum índice de performance ou minimizar alguma medida de custo. Hillier & Lieberman (2006) acrescentam que a PL envolve o planejamento de atividades para obter um resultado que alcance o melhor objetivo apontado dentre todas as alternativas viáveis.

Visando dar maior entendimento à metodologia utilizada pela programação linear, faz-se necessário estabelecer conceitos no que tange a concepção do significado de modelos. Segundo Goldberg, Luna & Goldberg (2016), “os modelos são, tipicamente, estruturas abstratas de construção cognitiva que visam facilitar o raciocínio, as conclusões e a tomada de decisão.” Para eles, lidar com modelos é uma atividade natural para o homem e que, atualmente, devido à complexidade dos mesmos torna-se necessário o uso de computadores para solucioná-los, pois soluções manuais tornaram-se inviáveis.

Neste sentido, Neto e Pureza no Capítulo 8 – Modelagem e Simulação in Miguel *et. al.* (2012), diz que o desenvolvimento de modelos pode auxiliar na compreensão do ambiente em estudo e seus problemas, ajudando a tomada de decisão por meio da sistematização e da formulação de estratégias. Sendo assim, a modelagem matemática, além de representar de forma apropriada o problema da vida real, deve possibilitar sua resolução por meio de métodos de solução disponíveis e com esforços computacionais aceitáveis (GONÇALVES, 2013).

Segundo Goldberg, Luna & Goldberg (2016), a programação linear possui as seguintes características:

- Proporcionalidade: a quantidade de recurso consumido por uma atividade deve ser linearmente proporcional ao nível dessa atividade na solução final do problema.
- Não negatividade: as variáveis devem ser capazes de assumir qualquer valor não negativo no modelo.
- Aditividade: o valor total das funções do modelo é obtido pela soma das parcelas de cada atividade.
- Separabilidade: o valor ou consumo de recursos de cada atividade ou variável pode ser identificada de maneira independente.

Alguns problemas reais, além do uso de variáveis com características lineares, requerem que as mesmas assumem somente valores inteiros, principalmente em casos que envolvem produção, onde há a premissa de que não se pode produzir meia mesa ou um terço de camisa, ou até mesmo utilizar um funcionário e meio na realização de uma tarefa, por exemplo. Quando isto acontece tem-se um problema de Programação Linear Inteira (PLI). Entretanto, quando

alguma variável do modelo apresenta valores contínuos, o problema passa a ser classificado como Programação Linear Inteira Mista (PLIM).

De acordo com Lachtermacher (2002), os problemas de Programação Linear Inteira apresentam variáveis de decisão com valores inteiros, sendo que a função objetivo e as restrições continuam sendo lineares. Embora exista vários métodos específicos para resolução deste tipo de formulação, para ele um dos procedimentos mais usados é o algoritmo *Branch and Bound*.

De uma forma geral, um Problema de Programação Linear (PPL) pode ser formulado como se segue (GOLDBARG, LUNA & GOLDBARG, 2016):

Função Objetivo: Otimizar  $Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$

Sujeito a:  $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i, i = 1, 2, \dots, p;$

$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, i = p + 1, p + 2, \dots, m;$

$x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, q;$

$x_j \in \mathbb{Z}, j = q + 1, q + 2, \dots, n.$

Serão adotadas as seguintes notações:

$M = \{1, 2, \dots, m\}$  o conjunto dos índices das restrições do problema;

$N = \{1, 2, \dots, n\}$  o conjunto dos índices das variáveis;

$A = \{a_{ij}\}$  = Matriz de restrições;

$a_j$  =  $j$ -ésima coluna de  $A$ ;

$x = (x_j), j \in N$  = vetor coluna de  $n$  componentes;

$c = (c_j), j \in N$  = vetor linha de  $n$  componentes; e

$b = (b_i), i \in M$  = vetor coluna de  $m$  componentes.

A modelagem acima é um exemplo de formulação mista, uma vez que uma parte das variáveis do modelo pertence ao conjunto dos números reais e outra parte ao conjunto dos números inteiros. Cabe ressaltar que, o termo otimização apresentado aqui, na função objetivo, foi utilizado para, genericamente, representar a possibilidade de maximizar ou minimizar a referida função.

É importante destacar uma das possíveis limitações da programação linear. Battesini, Coelho & Seta (2018), ressalta que quando a técnica utilizada na modelagem falha no atendimento aos pressupostos da programação linear, ou seja, não cumpri os requisitos de proporcionalidade, aditividade, continuidade, certeza e

escolhas finitas, pode reduzir a precisão dos resultados obtidos, especialmente na presença de comportamentos não lineares e estocásticos.

Já no que se refere a PLIM, Barboza et. al. (2016) enfatiza que a resolução deste tipo de problema de otimização pode ser difícil, pela natureza combinatorial de suas variáveis, uma vez que, mesmo o problema sendo misto, o espaço de busca é primeiramente controlado pelas variáveis inteiras, cujo espaço de soluções é formado por um número finito de pontos. Desta forma, não há nenhuma garantia de que a solução ótima esteja nos pontos extremos do poliedro, conforme garantido na PL (GOMIDE, ARCE & DA SILVA, 2013). Além disso, a resolução de alguns problemas podem exigir um elevado esforço computacional, mesmo considerando os melhores equipamentos disponíveis atualmente.

Contudo, as técnicas de otimização contidas na programação linear têm se mostrado muito eficientes ao longo dos anos e por isso, têm sido empregadas no auxílio a tomada de decisão em diversas áreas de pesquisa, como por exemplo, na melhoria de sistemas energéticos, de irrigação e agricultura; na alocação de recursos voltados para escolhas de projetos sejam eles petrolíferos ou não; nos processos de orçamento de capital com o uso de critérios multiobjetivos; no planejamento agregado da produção em usinas de açúcar e álcool, etc.

No âmbito da Administração Pública, conforme resumo apresentado na Tabela 1, é vasta a literatura direcionada para o emprego da programação matemática na resolução de problemas ligados à gestão do orçamento. Dentre os quais, destaca-se: Stinnett & Paltiel (1996); Gutierrez, Cruz & Soares de Mello (2002); Pinho (2004); Cabral (2005); Cesconetto, Lapa & Calvo (2008); Varela, Martins & Fávero (2010); Thesari, (2016).

Tabela 1 – Emprego da programação matemática na resolução de problemas ligados à gestão do orçamento.

AUTOR	ANO	APLICAÇÃO
Stinnett & Paltiel	1996	Aplicar técnicas de otimização como método para a alocação eficiente de recursos da saúde, sob restrição orçamentária.
Gutierrez, Cruz & Soares de Mello	2002	Apresentar uma metodologia de tomada de decisão para gestores públicos, relacionada a investimentos na área de saúde.
Pinho	2004	Maximizar as dotações orçamentárias de cada atividade relativa ao Programa de Governo, levando-se em consideração o grau de importância desse Programa.
Cabral	2005	Estabelecer uma alocação eficiente da dotação orçamentária, inicialmente prevista na LOA por função governamental.
Cesconetto, Lapa & Calvo	2008	Identificar os hospitais da rede hospitalar de Santa Catarina que são eficientes quanto ao aproveitamento de seus recursos, bem como detectar o quanto é possível aumentar a produção dos hospitais ineficientes.
Varela, Martins & Fávero	2010	Medir e explicar as variações de desempenho dos municípios do estado de São Paulo, quanto à eficiência na aplicação de recursos públicos nas ações de atenção básica à saúde.
Thesari	2016	Otimizar as contas públicas para o suporte da tomada de decisão do gestor municipal, tendo como fonte de informação a LDO.

Fonte: Autora.

Cabral (2005) aplicou a programação linear como ferramenta estratégica para a otimização de orçamentos públicos. Para isso, foi criada uma função objetivo que visava maximizar as contas públicas, com o intuito de estabelecer uma alocação eficiente da dotação orçamentária, inicialmente prevista na LOA por função governamental. Ao final do seu estudo, ela concluiu que a tão sonhada eficiência no setor público pode ser alcançada através da utilização da programação linear na

gestão do orçamento, por se tratar de um dos instrumentos do planejamento participativo, pois os resultados numéricos apontam para uma distribuição de recursos mais realistas e para uma maior participação da sociedade na administração dos orçamentos.

Visando municiar o gestor público de instrumentos necessários à otimização da aplicação dos recursos públicos disponíveis, Pinho (2004) realizou uma análise da viabilidade e aplicação de um modelo estruturado em multicritério e programação linear aplicado ao orçamento público municipal, tendo como base o orçamento da Prefeitura Municipal de Fortaleza, no ano de 2003. A função objetivo proposta, buscava a maximização das dotações orçamentárias de cada atividade relativa ao Programa de Governo, levando-se em consideração o grau de importância desse Programa. Utilizou-se, primeiramente, o método multicritério MACBETH para a determinação do grau de importância dos programas. Em seguida, o grau de importância obtido foi inserido na nova função objetivo para então se calcular, através de programação linear, os resultados da otimização. Assim, concluiu-se que a aplicação combinada da metodologia de análise multicritério com a programação linear mostrou-se essencial no tratamento da subjetividade do problema, bem como no atendimento das restrições impostas pelos limites de aplicação orçamentária, além de atender a escala de prioridade definida pelos atores envolvidos.

Outra autora que utilizou a programação linear, a análise multicritério e as séries temporais na gestão do orçamento público foi Thesari, (2016). Neste estudo, desenvolveu-se um modelo de otimização das contas públicas para o suporte da tomada de decisão do gestor municipal, tendo como fonte de informação a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO). Os dados de distribuição e arrecadação dos anos de 2003 a 2015, presentes na LDO, foram ajustados em séries temporais, o que possibilitou saber quantos recursos terão disponíveis para aplicação. O método multicritério UTASTAR foi usado para medir o peso de cada secretaria segundo a opinião do gestor nos últimos três anos. Além disso, houve a separação dos dados em intervalos iguais, o cálculo da interpolação linear dos 3 critérios escolhidos, das utilidades marginais, da diferença dos pares e da programação linear, bem como, a introdução dos erros e, finalmente, a utilidade de cada secretaria. Desta forma, concluiu-se que o modelo expôs uma proposta de alocação dos recursos constantes

na LDO, de maneira prática, viável e que atende o previsto na legislação brasileira, por meio de uma equação matemática que considerou os aspectos intrínsecos e importantes que devem ser considerados por uma gestão municipal de excelência.

Gutierrez, Cruz & Soares de Mello (2002) também empregaram o enfoque multicritério na administração do orçamento público. Sendo que, desta vez, o objetivo foi apresentar uma metodologia de tomada de decisão por parte de gestores públicos, relacionada a investimentos na área de saúde. Utilizou-se ferramentas do Apoio Multicritério à Decisão para quantificar opiniões. Ademais, realizou-se uma completa estruturação dos problemas, com a definição de alternativas, critérios e decisores. Após essa definição, obteve-se uma função de utilidade multiatributo através da soma ponderada. Os pesos usados e a quantificação dos critérios subjetivos foram submetidos ao método MACBETH, implementado através do software de mesmo nome. Visando maximizar os benefícios obtidos a partir dos pesos referentes as alternativas, propuseram um modelo de Programação Linear Inteira, cuja função objetivo foi composta por dados da função utilidade obtida, tendo como principal restrição o orçamento, visto que é ele que determina a quantidade de investimento em cada alternativa.

Ainda na esfera da saúde pública, Cesconetto, Lapa & Calvo (2008) faz uma avaliação da eficiência produtiva de hospitais do SUS de Santa Catarina, por meio de técnicas de programação linear. O estudo teve por objetivo identificar quais os hospitais da rede hospitalar de Santa Catarina que são eficientes quanto ao aproveitamento de seus recursos, bem como detectar o quanto é possível aumentar a produção dos hospitais ineficientes. Para isso, utilizou-se as técnicas da Análise Envoltória de Dados (DEA; *Data Envelopment Analysis*), que é uma metodologia que opera modelos de programação linear para construir fronteiras empíricas de eficiência produtiva. Ao final do estudo, concluiu-se que a abordagem DEA pode identificar os hospitais eficientes e realizar apontamentos para que os hospitais abaixo da fronteira empírica de produtividade melhorem a alocação dos recursos disponíveis.

Já Varela, Martins & Fávero (2010), no seu artigo, “Ineficiência do gasto público e ilusão fiscal: uma avaliação do *flypaper effect* na atenção básica à saúde”, adotou o modelo DEA, em dois estágios, para medir e explicar as variações de desempenho dos municípios do estado de São Paulo, quanto à eficiência na

aplicação de recursos públicos nas ações de atenção básica à saúde, considerando o perfil de financiamento dos gastos gerais e específicos de tal área. No primeiro estágio, os resultados indicaram que somente 0,03% dos municípios, sob análise, foram eficientes e que era possível ampliar, consideravelmente, a quantidade de serviços prestados à população sem aumentar as dotações orçamentárias. No segundo estágio, com a aplicação do DEA para conhecer as variáveis que afetam o desempenho do gestor público e a direção em que o fazem, verificou-se que a concentração de idosos encarece a prestação de serviços e que maiores densidades populacional, grau de urbanização e escala dos estabelecimentos de saúde favoreceram o gasto público com eficiência.

Por fim, Stinnett & Paltiel (1996), aplicou técnicas de otimização como método para a alocação eficiente de recursos da saúde, sob restrição orçamentária e afirmou que em discussões anteriores sobre este tema, confiaram em premissas desnecessariamente restritivas. Sendo assim, o autor propõem o uso de técnicas de otimização que visam demonstrar que a programação linear pode comportar informações muito mais complexas, envolvendo retornos de escala, indivisibilidade parcial e completa interdependência de programa, além de incorporar restrições éticas na alocação desses recursos.

Em que pese, conforme demonstrado acima, haja uma vasta literatura voltada para o emprego da programação matemática na resolução de problemas ligados à gestão do orçamento público, não foram encontrados estudos que versassem sobre a aplicação de modelos de programação linear que visam a maximização do nível de serviço, a partir da alocação ótima de recursos sob restrição orçamentária, principalmente, no âmbito das Forças Armadas. Portanto, esta pesquisa contribui, não só para a Administração Pública como também, para a academia brasileira.

### **3. Metodologia**

Metodologia é o processo que envolve o emprego de métodos e técnicas, durante todas as etapas da pesquisa, ou seja, desde a escolha do tema, até a fase final com a análise dos dados coletados, as conclusões e as possíveis recomendações (THESARI, 2016). Lamy (2011) destaca que uma pesquisa para ser chamada de “científica” é necessário que sejam definidos, primeiramente, os métodos de abordagem e os procedimentos de pesquisa.

Sendo assim, nesta seção serão apresentados os princípios metodológicos adotados, envolvendo as etapas que a compõem, desde a compreensão do problema até a análise dos resultados.

#### **3.1. Etapas da pesquisa**

Segundo Arenales *et. al.*, (2015), a resolução de problemas por meio de pesquisa operacional deve seguir as seguintes etapas: definição do problema; construção do modelo; solução do modelo por meio de métodos ou algoritmos; validação do modelo através da verificação se ele representa apropriadamente o problema; e implementação da solução na prática, transformando os resultados em decisões. Entretanto, o autor ressalta que podem haver ciclos entre essas fases, uma vez que um modelo matemático nem sempre é formulado de uma só vez, pois equívocos e inconsistências podem ocorrer durante a sua execução, sinalizando a necessidade de revisão do modelo.

Alguns autores sugerem que a utilização de Pesquisa Operacional na resolução de problemas reais envolve ciência e arte. Ciência por utilizar instrumentos matemáticos e arte porque o sucesso de todas as fases que antecedem e sucedem a resolução do modelo matemático depende muito da criatividade e experiência dos analistas de Pesquisa Operacional (ARENALES *ET. AL.*, 2015).

Sendo assim, a fim de realizar com robustez e precisão todo o estudo, esta pesquisa cumpriu os passos metodológicos e considerou, como premissa, a

seqüência de atividades descritas na Figura 2, cujo detalhamento de cada etapa é descrito em seguida.

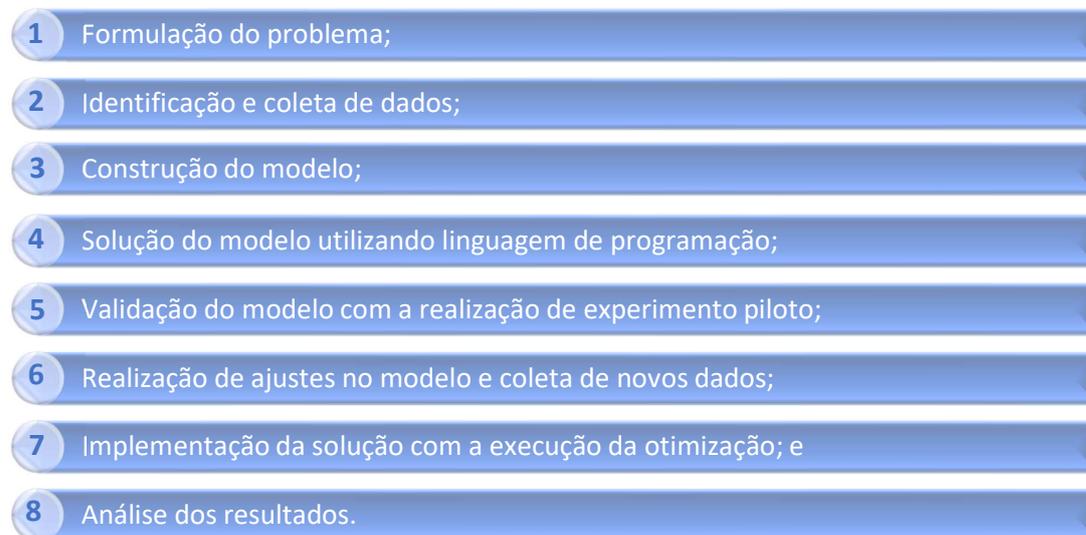


Figura 2 – Etapas da pesquisa

Fonte: Adaptado de Arenales *et. al.*, (2015).

#### a) **Formulação do problema.**

A formulação do problema foi realizada a partir da sua compreensão por meio de entrevistas não estruturadas com o Encarregado da Divisão de Fardamento do CCIM e seus auxiliares, que o ajudam no planejamento da obtenção de itens de fardamento fornecidos pelo Sistema de Abastecimento da Marinha, bem como, por meio de levantamento bibliográfico e elaboração do referencial teórico. Foi observado, então, que a Divisão de Fardamento do CCIM tem enfrentado, há alguns anos, o grande desafio de adequar o orçamento recebido com as demandas dos itens sob sua responsabilidade.

De acordo com o Plano de Obtenção, atualmente utilizado por esta Divisão, os recursos recebidos são insuficientes para atender 100% da demanda de todos os itens. Sendo assim, algumas medidas são adotadas, como por exemplo, fixar como política de compra a aquisição de apenas 30% da quantidade demandada para todos os itens, com exceção dos insumos comprados no exterior, o que tem gerado diversos problemas como: quebra de estoque; priorização de atendimento de alguns militares em detrimento de outros; baixo nível de serviço nos Postos de Distribuição de Uniformes (PDU); baixa adesão dos militares em adquirir os itens no SAbM, devido à ausência da maioria dos itens em estoque; e falta de credibilidade no SAbM.

Em virtude de estar pautado em uma planilha do Excel<sup>®</sup>, o Plano de Obtenção da Divisão de Fardamento apresenta algumas deficiências e limitações. Em que pese a utilização de fórmulas matemáticas na construção das quantidades a serem adquiridas de cada item, na maioria das vezes é necessário o ajuste manual por parte dos operadores desta planilha, nas quantidades sugeridas pelo sistema, a fim de adequar o valor total exigido para a compra dos itens com o orçamento disponível. Assim, vislumbrou-se a necessidade de se construir um modelo matemático que aperfeiçoasse este planejamento.

Portanto, este estudo propõem a utilização de um modelo matemático determinístico baseado em Programação Linear Inteira Mista, com o objetivo de maximizar o nível de serviço, ou seja, elevar a disponibilidade do item em estoque, a partir da alocação ótima de recursos, sob restrição orçamentária.

#### **b) Identificação e coleta de dados.**

A partir de informações obtidas junto aos profissionais que possuem experiência prática com o problema em estudo, identificou-se os elementos essenciais para a construção da modelagem, como demanda, preço, quantidade em estoque, quantidade em dívida e estoque de segurança. Neste momento, percebeu-se que a demanda era uma variável complexa, o que exigiria uma maior atenção, pois ela é composta por três categorias distintas, no que tange a modalidade de fornecimento: Incorporação, CREDIFARDA e venda particular, que serão explicadas no Capítulo 4 desta dissertação.

Cabe ressaltar que, conforme descrito no capítulo introdutório, o atendimento das demandas de incorporações e dos militares que usam o CREDIFARDA é obrigatório por força de lei. Contudo, de acordo com o Encarregado da Divisão de Fardamento do CCIM, devido à restrição orçamentária, tem sido priorizado apenas as incorporações. Por isso, as demandas dessas três categorias devem ser tratadas de formas distintas.

A quantidade de produtos que compõem o catálogo de fardamento da Marinha do Brasil, fornecidos pelo SAbM, gira em torno de 3.300 (três mil e trezentos) produtos, sendo 98% deles adquiridos no Brasil. Verificou-se que esta aquisição é realizada de forma centralizada, por meio de licitação conduzida pelo Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro (COMRJ), através de Pregão

Eletrônico, na categoria Sistema de Registro de Preços, cuja validade da Ata é de 12 meses. Portanto, os preços de cada item advêm dessa ata de registro de preços e permanecem os mesmos pelo período de um ano.

As Organizações Militares (OM) que integram o SAbM, utilizam na condução de suas atividades um sistema computacional integrado denominado SINGRA - Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento. Nele são registradas todas as etapas da compra, ou seja, desde a inserção da estimativa de obtenção (EO), que servirá de base para a execução da licitação, passando pela implantação do crédito que será utilizado para confecção da Ordem de Compra (OC), até a arrecadação do item no estoque.

Portanto, os dados com as informações sobre quantidade de itens, descrição, andainas de incorporação e de CREDIFARDA, nível de estoque, preço e demandas (incorporação, CREDIFARDA e venda particular) foram coletados no banco de dados do SINGRA. Utilizou-se como referência o ano de 2018. Visando manter uma coerência entre os dados trabalhados com o problema real, buscou-se o alinhamento dos mesmos com as informações contidas no Plano de Obtenção 2018 da Divisão de Fardamento. A informações sobre o estoque de segurança foram extraídas do referido plano.

### **c) Construção do modelo.**

O modelo proposto para otimização da alocação dos recursos públicos, sob restrição orçamentária, destinados a obtenção de itens de uniformes, foi construído com base em modelos matemáticos determinísticos, uma vez que suas entradas são compostas por dados previamente conhecidos. A função objetivo visa maximizar o nível de serviço oferecido aos militares que utilizam o SAbM como fonte de aquisição de suas vestimentas.

O preço, a quantidade em estoque, o orçamento, a quantidade em dívida e as demandas de incorporação, CREDIFARDA e venda particular foram adotados como parâmetros do problema.

O orçamento disponível é um limitador do planejamento. Por isso, se tornou a principal restrição do modelo. As demais restrições envolvem o nível de serviço e a demanda das incorporações, que em hipótese alguma pode deixar de ser atendida.

Diante disso, deseja-se obter com a solução da modelagem, a quantidade ótima a ser comprada de cada item e o menor nível de serviço obtido. O modelo matemático proposto é descrito com mais detalhes no Capítulo 5.

**d) Solução do modelo utilizando a linguagem de programação.**

O modelo foi desenvolvido no IDE *Juno for JuliaPro* e executado na plataforma *JuliaPro* 0.6.3.1, uma linguagem de programação de alto nível, dinâmica e de grande desempenho para computação científica. A otimização foi realizada por meio do Solver *Gurobi*, em um processador Intel i7-2600 CPU 3.40GHz e 3.40GHz com 16GB RAM. Bancos de dados em Microsoft Excel® foram criados para armazenamento dos dados de entrada do modelo, ou seja, dos parâmetros utilizados.

**e) Validação do modelo com a realização de experimento piloto.**

Após a compilação do modelo e o ajuste das variáveis envolvidas, foi realizado um teste piloto com apenas vinte produtos, escolhidos de forma aleatória, a fim de averiguar se o resultado obtido atenderia aos pressupostos do sistema real, ou seja, se o modelo prediz adequadamente o comportamento do sistema. Com isso, verificou-se que ambos sistemas (matemático e o real) convergem e que a solução proposta atinge o objetivo esperado.

**f) Realização de ajustes no modelo e coleta de novos dados.**

O próximo passo adotado foi apresentar o resultado do teste piloto ao Encarregado da Divisão de Fardamento do CCIM. Após a sua avaliação, observou-se que os dados referentes a quantidade de itens em estoque haviam sido coletados de forma incompleta, porque na prática, são contabilizados como estoque o somatório das quantidades disponíveis, comprometidas, em arrecadação, inscritas nos pedidos de obtenção e em ordens de compra. Com isso, novas extrações foram realizadas no SINGRA, a fim de se obter os dados complementares, e as quantidades de cada item, utilizadas no parâmetro do estoque foram recalculadas. Contudo, não houve a necessidade de alterar a modelagem inicial do problema.

Outro parâmetro que precisou de ajuste foi a demanda, pois apurou-se que a utilizada no teste piloto não condizia com a prática, uma vez que o Plano de Obtenção, para 2018, usou como dados de entrada da demanda, a média aritmética das quantidades demandadas nos último três anos. Então, foram extraídas do

SINGRA as demandas de incorporação, CREDIFARDA e venda particular referentes aos anos de 2015 a 2017 e executada a média aritmética.

O Encarregado da Divisão de Fardamento sugeriu que a solução do modelo além de otimizar a alocação dos recursos financeiros, revelando, a partir de um valor fixo de orçamento, a quantidade ótima a ser comprada de cada item e o nível de serviço alcançado, poderia fazer o caminho inverso, ou seja: dado um nível de serviço fixo que se pretende atingir, revelar a quantidade mínima de recursos necessários.

Portanto, a sugestão foi acatada e uma modelagem complementar ao problema inicial foi incorporada neste estudo, denominando-se Modelo 2. No novo projeto, o orçamento deixou de ser um parâmetro para se transformar em variável e o nível de serviço fez o caminho inverso, tornando-se parâmetro. As restrições do problema não foram alteradas e a função objetivo neste caso, visou a minimização do orçamento. O modelo matemático complementar é descrito com mais detalhes no Capítulo 5. Foram realizados novos testes, com os mesmos itens mencionados na alínea “e”, visando a validação dos modelos. A solução demonstrou que ambos os modelos (1 - inicial e 2 - complementar) representam apropriadamente o problema em estudo.

#### **g) Implementação da solução com a execução da otimização.**

A partir da validação dos modelos, a próxima etapa foi a implementação da solução na prática com a execução da otimização dos 3.300 itens que compõem a carteira de produtos fornecidos pelo SAbM. A base orçamentária utilizada foi a mesma existente no Plano de Obtenção 2018, ou seja, R\$ 21.248.781,00 (vinte e um milhões, duzentos e quarenta e oito mil, setecentos e oitenta e um reais).

#### **h) Análise dos resultados.**

Primeiramente, foram analisados e apresentados os resultados obtidos com os modelos de otimização propostos. Em seguida, estes resultados foram comparados com a solução gerada pelo Plano de Obtenção 2018, ferramenta atualmente utilizada no planejamento da alocação dos recursos públicos na aquisição de itens de fardamento da Marinha do Brasil. Por fim, as soluções da ferramenta atual e dos modelos propostos foram tabeladas a fim de facilitar a demonstração, a análise e a compreensão dos benefícios obtidos com os mesmos.

## **4. Contextualização do problema**

Este capítulo visa contextualizar o problema que serviu de base para a realização deste estudo. Para isso, apresenta a cadeia de suprimento de fardamento da MB, descrevendo as modalidades de venda/distribuição de uniformes e seus principais consumidores, e detalha o funcionamento do atual Plano de Obtenção utilizado na aquisição de itens dessa categoria de material.

### **4.1. Cadeia de suprimento de fardamento**

A execução do Abastecimento na MB é realizada por um subsistema do Sistema de Apoio Logístico denominado Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM), que é definido como o conjunto formado por Órgãos, processos e recursos, interligados e interdependentes, construído com o objetivo de promover, manter e controlar o provimento do material necessário à manutenção das organizações em condição de plena eficiência (BRASIL, 2009). O SAbM é responsável pelo provimento de diversas categorias de material, como: material comum, gêneros alimentícios, sobressalentes de navios, armamento, material de saúde, combustíveis, lubrificantes e graxas, viaturas e fardamento. Entretanto, ressalta-se que, por delimitação do escopo, esta dissertação abordará apenas aspectos relacionados com o fardamento.

Segundo Brasil (2009), a estrutura do SAbM é composta pelos seguintes Órgãos:

- Órgão de Supervisão Geral: exercida pelo Estado-Maior da Armada (EMA);
- Órgão de Superintendência: desempenhado pela Secretaria-Geral da Marinha (SGM);
- Órgão de Supervisão Técnica: exercida pela Diretoria-Geral do Material da Marinha (DGMM);

- Órgãos de Direção Técnica (ODT) e os Órgãos de Direção Gerencial (ODG), atribuídos às Diretorias Especializadas (DE) e à Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM), respectivamente; e

- Órgãos de Execução que se dividem em quatro tipos:

I) Órgãos Técnicos (OT): Representados pelas DE e pelo Comando do Material de Fuzileiros Navais;

II) Órgãos de Controle: Exercido pelo Centro de Controle de Inventário da Marinha (CCIM);

III) Órgãos de Obtenção (OObt) no Brasil desempenhado pelo Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro e no exterior pelas Comissões Navais Brasileiras em Washington (CNBW) e na Europa (CNBE); e

IV) Órgãos de Distribuição (OD): Depósitos Primários, Depósitos Navais Regionais (DepNavRe), atualmente denominados Centros de Intendência e as Organizações de Fornecimento.

Sendo assim, de maneira sintética, a cadeia de suprimento na área do fardamento é estruturada da seguinte forma:

- Órgão de Direção Gerencial e Órgão Técnico: DAbM, cujas principais atribuições são: atualizar as especificações técnicas e catalogar os itens de uniformes; aprovar, por delegação da SGM, os valores das diferentes etapas de fardamento; aprovar e divulgar as tabelas de preços de uniformes; propor a implantação/desativação dos Postos de Distribuição e de Encomenda de Uniformes (PDU/PEU); e caso necessário, proceder inspeção junto aos fabricantes de itens de fardamento;

- Órgão de Controle: CCIM. As suas principais funções são: zelar pela correta aplicação dos recursos orçamentários destinados a aquisição de fardamento; manter adequado nível de estoque de peças de uniformes no DepFMRJ, assegurando o fluxo contínuo de fornecimento aos PDU/PEU; realizar redistribuição de fardamento e destinação de excessos; manter o cadastro e controlar o saldo individual das etapas dos usuários com direito ao uso do CREDIFARDA; e exercer a supervisão funcional dos PDU/PEU;

- Órgão de Obtenção: COMRJ e Comissões Navais no Exterior (CNBW e CNBE), sendo responsáveis por: efetuar as aquisições dos materiais solicitados pelo CCIM;

diligenciar as entregas dos materiais licitados ao DepFMRJ, de forma a atender os prazos de entrega estabelecidos pelo CCIM; e informar tempestivamente ao CCIM a impossibilidade de cumprimento de algum desses prazos;

- Órgão de Distribuição: DepFMRJ, no qual compete exercer as atividades de recebimento, perícia, armazenagem e distribuição de matéria-prima e produtos acabados de todos os itens de fardamento que são fornecidos pelo SAbM; e

- Postos de Distribuição e de Encomenda de uniformes: PDU e PEU. Dentre as suas funções destaca-se: realizar a venda de uniformes aos militares da MB; manter o seu nível de estoque suficiente para atender as demandas; solicitar ao CCIM/DepFMRJ os materiais necessários para o reabastecimento dos seus estoques.

Segundo Brasil (2009), o que difere os PDU dos PEU é que os PDU visam facilitar a distribuição de uniformes em regiões de maior concentração de militares, possuindo em sua estrutura, uma área para estocagem de uniformes e outra para exposição e fornecimento. Já os PEU funcionam como pontos de encomenda de uniformes para o pessoal lotado em regiões cujas demandas não justifiquem a existência de um PDU, não possuindo, portanto, estoques para fornecimento imediato. Além desses dois pontos de fornecimento de uniformes, o SAbM conta ainda com a utilização de um PDU-Móvel que poderá ser usado de forma complementar para o atendimento de uniformes em locais específicos onde não disponham de PDU/PEU próximos às suas instalações.

Dessa forma, o funcionamento da cadeia de suprimento de fardamento é realizado a partir das seguintes etapas: Primeiro a DAbM confecciona as normas técnicas dos itens ofertados pelo SAbM e controlados pelo CCIM. Em seguida, de acordo com os níveis de estoque e as demandas registradas dos itens, o CCIM solicita que os Órgãos de Obtenção no País ou no Exterior façam a aquisição dos produtos. Estes por sua vez, realizam as suas compras com os fornecedores por meio de licitação. Os materiais comprados são entregues pelos fornecedores ao DepFMRJ, que funcionam como Centro de Distribuição e em seguida, são distribuídos para as “lojas” da Marinha espalhadas em todo território nacional (PDU/PEU), de acordo com a necessidade de cada um. Por último, os uniformes são entregues aos militares, quer sejam por meio de vendas diretas aos mesmos ou

por intermédio de suas Organizações Militares. A Figura 3 demonstra, mais claramente, o funcionamento da cadeia de suprimento de fardamento da MB.

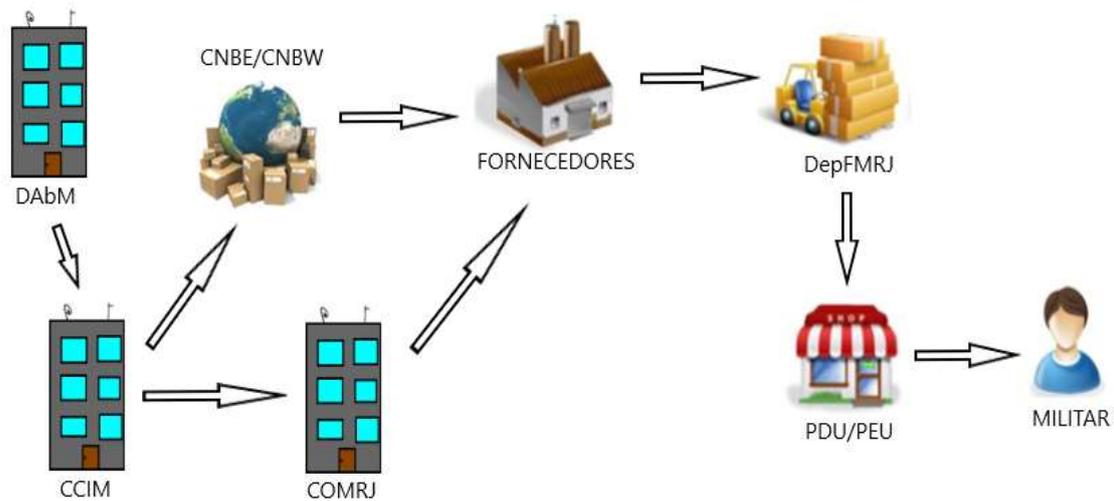


Figura 3 – Cadeia de suprimento de fardamento da MB

Fonte: Autora.

#### 4.2. Fornecimento de fardamento

Os itens de fardamento, no âmbito da MB, é uma categoria de material identificada pelo Símbolo de Jurisdição (SJ) “U”, contendo em torno de 3.300 itens catalogados. Os itens são classificados por tipo e, na maioria das vezes, também pelo tamanho, variando entre itens de confecção cuja matéria prima é fornecida pela MB; peças prontas com os insumos fornecidos pelas próprias empresas; metais; bordados; insumos e calçados. A Figura 4 exemplifica alguns itens de fardamento disponibilizados no SAbM.

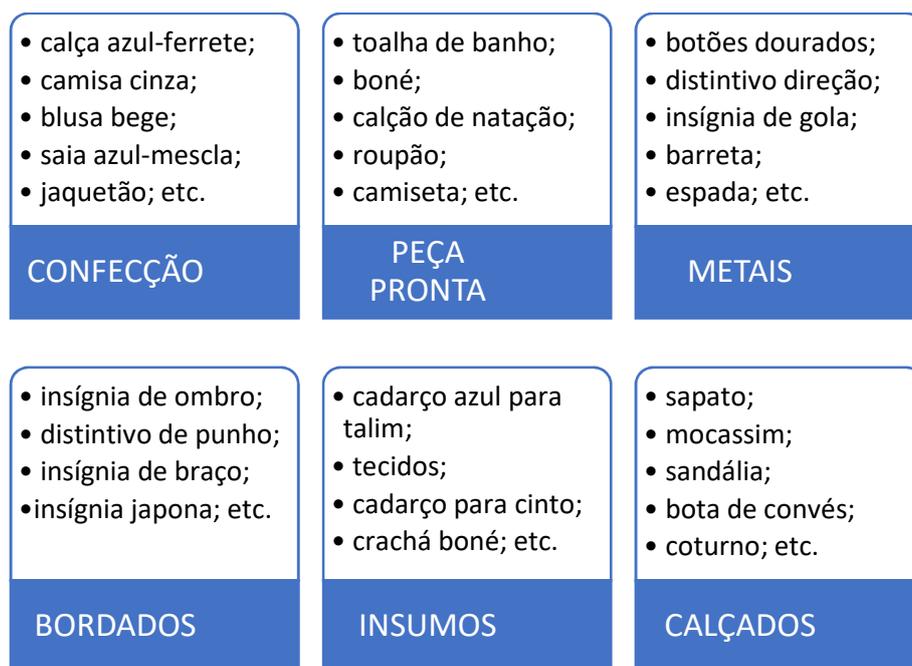


Figura 4 – Exemplos de itens de fardamento fornecidos pelo SAbM.

Fonte: Autora.

O Regulamento de Uniformes da Marinha (RUMB) estabelece os uniformes que deverão ser usados pelos militares, além de regular a sua especificação, uso e posse. Estes uniformes são agrupados segundo o tipo de andaina que os militares ou as OM deverão dispor para o exercício de suas funções e atividades, podendo ser de 3 tipos: as andainas básica e complementar, que possuem caráter obrigatório, de propriedade do militar que tem direito a receber o fardamento por conta da União, sendo necessárias ao exercício de suas funções normais e de funções próprias de determinadas especialidades/subespecialidades, respectivamente; e a andaina especial, cuja propriedade pertence a OM, composta por peças específicas que não justificam sua inclusão na andaina básica ou complementar (BRASIL, 2009).

O fornecimento de uniformes aos militares ocorre através de uma rede de distribuição composta por 25 postos de Distribuição/Encomendas (PDU e PEU), implantados em diversas regiões do País, além do PDU-Móvel. Estes postos são abastecidos, com o apoio do Centro de Distribuição e Operações Aduaneiras da Marinha (CDAM), pelo Depósito de Fardamento no Rio de Janeiro (DepFMRJ), que serve de intermediário entre os fabricantes/fornecedores e estes postos. Atualmente, são 11 PDU's e 14 PEU's, situados nos estados do Rio de Janeiro, Pará, Bahia, Rio Grande do Norte, Amazonas, Espírito Santo, Alagoas, Ceará,

Pernambuco, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina, bem como, no Distrito Federal. Conforme demonstrado na Tabela 2, além destes postos, a cadeia de suprimento de fardamento conta ainda com dois Centros de Distribuição de Uniformes (CDU) localizados na cidade do Rio de Janeiro.

Tabela 2 – Localização dos PDU, PEU e CDU.

LOCALIZAÇÃO		CLASSIFIC.	OM RESPONSÁVEL	ATENDE À INCORPORAÇÃO?
RIO DE JANEIRO	CAMPO GRANDE	PEU	CIAMPA	SIM
	MARAMBAIA	PEU	CADIM	SIM
	SÃO PEDRO D'ALDEIA	PDU	CeIMSPA	SIM
	OLARIA	PDU	CCIM	SIM
	ILHA DAS ENXADAS	PEU	CIAW	SIM
	ANGRA DOS REIS	PEU	CN	SIM
	ILHA DE VILEGAGNON	PEU	EN	SIM
	OLARIA	CDU	CCIM	NÃO
	CENTRO	CDU	COM1ºDN	NÃO
	MOCANGUÊ	PDU	BNRJ	NÃO
	ILHA DO GOVERNADOR	PEU	BFNIG	SIM
	ILHA DAS FLORES	PEU	BFNIF	NÃO
	CAXIAS	PEU	BFNRM	NÃO
	CENTRO	PEU	DABM	NÃO
	OLARIA	PDU-MÓVEL	CCIM	SIM
BAHIA	SALVADOR (ARATU)	PDU	CeIMSa	SIM
	SALVADOR	PDU	GptFNSa	SIM
RIO GRANDE DO NORTE	NATAL	PDU	CeIMNa	SIM
PARÁ	BELÉM	PDU	CeIMBe	SIM
AMAZONAS	MANAUS	PDU	CeIMMa	SIM
MATO GROSSO DO SUL	LADÁRIO	PDU	CeIMLa	SIM
ESPÍRITO SANTO	VITÓRIA	PEU	EAMES	SIM

LOCALIZAÇÃO		CLASSIFIC.	OM RESPONSÁVEL	ATENDE À INCORPORAÇÃO?
ALAGOAS	MACEIÓ	PEU	CPAL	NÃO
CEARÁ	FORTALEZA	PEU	EAMCE	SIM
PERNAMBUCO	RECIFE	PEU	EAMPE	SIM
RIO GRANDE DO SUL	RIO GRANDE	PDU	CeIMRG	SIM
SANTA CATARINA	FLORIANÓPOLIS	PEU	EAMSC	SIM
DISTRITO FEDERAL	BRASÍLIA	PDU	COM7°DN	SIM

Fonte: Autora.

De acordo com a Tabela 2, a maioria dos PDU/PEU concentram-se no Estado do Rio de Janeiro. Este fato justifica-se, segundo o Anuário Estatístico da Marinha - ANEMAR (BRASIL, 2017), pois 68,63% do total de militares da ativa da MB estão localizados no Rio de Janeiro, ou seja, dos 76.874 militares existentes, 52.758 encontram-se nesta região.

Segundo, Brasil (2009), os uniformes são fornecidos de acordo com as seguintes modalidades:

- **Fornecimento por Admissão ou Incorporação:** Nesta modalidade, são atendidos os militares que estão ingressando na MB. Neste caso, os PDU/PEU atendem os itens de fardamento das andainas básicas dos respectivos usuários, solicitados pelas OM incorporadoras;
- **Fornecimento por CREDIFARDA:** Nesta modalidade, os PDU/PEU fornecem os itens de fardamento pertencentes às andainas básica e complementar, aos militares da ativa de graduação inferior a terceiro-sargento, ou seja, a cabos, marinheiros e soldados e aos alunos das escolas de formação, a fim de custear a manutenção de seus uniformes, observando o limite de créditos disponibilizados, anualmente, a estes militares por meio do CREDIFARDA; e
- **Fornecimento Mediante Indenização de Particular (venda particular):** Nesta modalidade, os PDU/PEU fornecem os itens de fardamento solicitados pelos usuários, mediante indenização através de desconto em bilhete de pagamento ou por meio do uso de Guia de Recolhimento da União (GRU), caso esta seja a opção do militar.

Além dessas três principais modalidades de fornecimento, nas quais foram o foco deste estudo, existem outras que correspondem a um desdobramento delas, a saber:

- **Fornecimento Mediante Indenização de OM:** Esta modalidade, é um desdobramento da venda particular, sendo que neste caso, as indenizações são realizadas pelas OM que solicitam os itens de fardamento para o PDU/PEU, a fim de presentear os seus militares;
- **Fornecimento por Consignação para Navio:** Esta modalidade é uma mescla entre venda particular e CREDIFARDA. Neste caso, os PDU/PEU fornecem os itens de fardamento para navios em comissão superior a trinta dias sob regime de consignação. Após o término da viagem, é realizada a contabilidade dos uniformes adquiridos pelos militares e cobradas as respectivas indenizações, seja por desconto em bilhete de pagamento ou por CREDIFARDA;
- **Fornecimento Pré-indenizável:** É um desdobramento da modalidade Indenização de Particular, realizada quando os militares não possuem número de identificação individual ou margem consignável suficiente para atender a aquisição desejada;
- **Fornecimento de Itens de Fardamento em Localidades sem PDU ou PEU:** Nesta modalidade, as OM solicitam os materiais de seus militares ao PDU/PEU mais próximo ou de mais fácil acesso, ou através do PDU-Móvel, que corresponde a um ônibus que transporta e vende uniformes à estas regiões. As indenizações poderão ocorrer por meio de desconto em bilhete de pagamento ou por CREDIFARDA; e
- **Fornecimento de Itens de Fardamento de Tamanho Especial:** Esta modalidade, refere-se ao fornecimento de uniformes para militares, com direito ao uso do CREDIFARDA, que estejam gestantes ou que utilizem uniformes de dimensões que excedam a linha de fornecimento do SAbM.

Em que pese, os militares que compõem as turmas de incorporação da MB sejam atendidos, em sua totalidade, por itens fornecidos pelo SAbM, dados colhidos no Anuário Estatístico da Marinha (BRASIL, 2017) e no Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento (SINGRA) demonstraram que em 2017, 86,93% do total de militares com direito ao CREDIFARDA, adquiriram os seus uniformes por

meio desta modalidade de fornecimento. Contudo, neste mesmo ano, apenas 40,48% do total de militares da ativa utilizaram o SAbM como fonte de aquisição e manutenção de seus fardamentos, na modalidade de indenização particular. Este fato revela a importância da eficiência no planejamento das obtenções dessa categoria de material, uma vez que a maioria dos militares que não estão “presos” ao SAbM, prefere optar pelo atendimento de suas demandas no comércio externo à MB, mesmo à preços superiores.

#### **4.3. Planejamento das obtenções de fardamento**

Segundo Vilhena & Hirle (2013), o planejamento de compras nos órgãos públicos está diretamente ligado com a qualidade do gasto, buscando mapear as demandas e os processos de compras que serão realizados ao longo de um exercício financeiro. Para Monte *et. al.*, (2015), o planejamento das compras apresenta, dentre outras, as seguintes vantagens:

- As necessidades de compras podem ser consideradas em conjunto para atender a vários clientes;
- Torna mais garantida a disponibilidade do produto ao cliente;
- As compras emergenciais são minimizadas; e
- Podem ser obtidas melhores condições de mercado.

Contudo, o autor alerta para o fato de que todo planejamento, por melhor que seja, sempre trará consigo algum ônus. Sendo assim, Monte *et. al.*, (2015) apresenta como desvantagens do planejamento das compras, o seguinte:

- Possibilidade de haver um incremento indesejável dos níveis de estoque e dos custos de manutenção dos mesmos, em consequência da imobilização de capital;
- Mudanças drásticas no mercado podem afetar profundamente as compras dos materiais de estoque; e
- Risco de perdas por obsolescência.

Independentemente das vantagens e das desvantagens que envolvem a atividade de planejamento das compras, o fato é que ele impacta diretamente o resultado da organização, seja positiva ou negativamente. Por isso, torna-se primordial o uso adequado de ferramentas que auxiliem a tomada de decisão e que gerem mais eficiência e eficácia a esta atividade.

O planejamento das obtenções de fardamento na MB tem como objetivo o recompletamento do estoque de materiais no DepFMRJ e é realizado no início do ano “A” para atender aos pedidos do ano “A+1”, tendo como base as demandas anuais oriundas das últimas requisições de material efetuadas pelos PDU/PEU. Atualmente, este planejamento é executado pela Divisão de Fardamento do CCIM e está pautado em uma ferramenta desenvolvida no programa Excel®, denominada “Plano de Obtenção”.

Anualmente, por ser uma despesa obrigatória do Governo Federal, a Marinha do Brasil, mais especificamente o CCIM, recebe em média 40 milhões para serem aplicados nas aquisições de uniformes. Contudo, devido à diversos fatores como por exemplo, a resseção econômica, parte destes recursos acaba sendo empregada em outras atividades ligadas ao fardamento, mas não, precisamente, no recompletamento dos estoques. Em 2018, de acordo com os dados extraídos do Plano de Obtenção, dos R\$ 43.860.000,00 recebidos, cerca de R\$ 13.232.000,00 foram separados para custear os pedidos de material emitidos no ano anterior e, aproximadamente, R\$ 9.378.000,00 foram aplicados nas atividades de apoio ao abastecimento desta categoria de material, restando apenas R\$ 21.248.781,00 para o planejamento das obtenções de itens de uniformes.

Ainda segundo o Plano de Obtenção 2018, o valor total necessário para a formação de estoque para 2019 é de R\$ 69.384.584,01, uma vez que é composto pelo somatório dos custos de estoque a formar das categorias de confecção, peças prontas (grade e unitário) e de insumos (país e exterior). Entretanto, devido à restrição orçamentária, é necessário que o gestor responsável por este planejamento adote uma política de compra que envolve o atendimento de apenas 30% das necessidades programadas para aquele ano. Dessa forma, visando ajustar o custo total das quantidades a serem adquiridas ao orçamento disponível, é feito um corte inicial de 30% nas quantidades inseridas nos Pedidos de Obtenção (PO). Porém, a planilha mostra que este corte é insuficiente, pois o saldo final fica negativo em R\$ 492.257,89. Segundo informações obtidas junto ao Encarregado da Divisão de Fardamento do CCIM, quando este fato ocorre, o ajuste das quantidades é feito de forma manual pelo gestor, pontualmente em cada item, até que o custo total se adeque ao orçamento.

Visando ampliar o entendimento acerca da metodologia utilizada no Plano de Obtenção 2018 para o estabelecimento das quantidades a serem adquiridas para a formação dos estoques, seguem, abaixo, algumas premissas envolvidas nesta ferramenta:

- a) Dentre outros dados, a planilha é composta pelos seguintes itens:
  - PI – Parte identificadora do item (numeração de identifica o item dentro do SINGRA);
  - Nome\_Item – Descrição do nome do item de fardamento;
  - Preço – Custo unitário do item;
  - Demanda – Quantidade demandada nos PDU/PEU;
  - Disponível – Quantidade disponível em estoque no DepFMRJ;
  - Comprometido – Quantidade segregada para atendimento de alguma demanda, mas que ainda se encontra armazenada no DepFMRJ;
  - Arrecadado – Quantidade de material recebida do fornecedor e aprovada após perícia;
  - PO – Quantidade inscrita em Pedidos de Obtenção (PO) emitidos e direcionados ao COMRJ;
  - OC – Quantidade existente em Ordens de Compras (OC) geradas pelo COMRJ;
  - Dívida – Quantidade de demanda não atendida; e
  - Estoque de Segurança – Quantidade mínima que deverá ficar armazenada no DepFMRJ a fim de evitar quebras de estoque diante da variabilidade da demanda;
- b) Não há separação da demanda por modalidade de fornecimento (incorporação, CREDIFARDA e particular), ou seja, a quantidade atribuída na demanda refere-se ao somatório das quantidades totais dessas três modalidades;
- c) Visando diminuir as falhas na previsão da demanda, os seus valores são obtidos a partir da média aritmética das demandas totais dos últimos três anos, registradas para cada item, no SINGRA;
- d) No cálculo do estoque a formar são consideradas as demandas para dois anos consecutivos e as quantidades descritas nas células “disponível”,

“comprometido”, “arrecadado”, “PO” e “OC” compõem o valor existente no estoque, sendo abatidas da demanda. Além disso, são acrescentadas à demanda as quantidades em dívida e do estoque de segurança, ou seja, o valor apresentado na célula “Estoq.Formar” é calculado da seguinte forma:

$$\text{Estoq. Formar} = 2 * \text{demanda total} - \text{estoque} + \text{dívida} + \text{estoque de segurança.} \quad (1)$$

Sendo o estoque formado por:

$$\text{Estoque} = \text{disponível} + \text{comprometido} + \text{arrecadado} + \text{PO} + \text{OC} \quad (2)$$

Caso o cálculo do estoque a formar dê um valor negativo, assume-se que o estoque existente é suficiente para suprir a demanda acrescida da dívida e do estoque de segurança. Portanto, a ferramenta do Excel<sup>®</sup> atribui o valor zero para a célula “Estoq. Formar”;

- e) A célula “Sugestão inicial do PO” é composta pelos valores revelados na célula “Estoq. Formar”, pois parte do princípio de que esta é a quantidade ideal a ser adquirida caso haja orçamento;
- f) Devido a necessidade de adequação do custo total das quantidade a serem compradas com o orçamento disponível, na célula “PO (Ajustado ao Orçamento)” é empregada a política de compra definida pelo gestor do planejamento da obtenção, ou seja, é aplicado o percentual de corte inicial de 30% em cima da quantidade descrita na célula “Sugestão inicial do PO”;
- e
- g) Todos os dados inseridos na planilha foram coletados no banco de dados do SINGRA.

Portanto, a ferramenta Plano de Obtenção, utilizada pelo Encarregado da Divisão de fardamento do CCIM para o planejamento das obtenções de uniformes, apresenta como solução os valores revelados nas células referentes ao “PO (Ajustado ao Orçamento)”. Sendo assim, estes valores serão usados como base de comparação com a solução obtida pelo modelo de otimização proposto nesta pesquisa.

## 5. Formulação dos modelos

A eficiência na atuação da Administração Pública se tornou primordial para os agentes públicos desde a inclusão deste princípio na Constituição Federal de 1988 (SILVA *et. al.*, 2014). Este desafio a ser transposto pelos gestores públicos, envolve a maximização da utilização dos recursos orçamentários, colocados à sua disposição, de forma a beneficiar a sociedade, por meio de resultados que propiciem a eficiência, a economicidade e a eficácia de sua própria gestão (PEREIRA & ARAÚJO, 2015).

Sendo assim, aspirando oferecer uma ferramenta que ajude a solucionar os problemas enfrentados pela Divisão de Fardamento do CCIM no planejamento das obtenções de itens de uniformes da Marinha do Brasil, tornando o processo mais eficiente e eficaz, este capítulo apresenta os dois modelos matemáticos de Programação Linear Inteira Mista, desenvolvidos para a alocação ótima de recursos com restrição orçamentária.

O *Modelo 1* tem como objetivo maximizar o nível de serviço oferecido aos militares que utilizam o SAbM como fonte de aquisição de seus uniformes, por meio do aumento da disponibilidade do item em estoque. Para isso, o resultado do modelo revelará a quantidade ótima a ser comprada para cada item, a partir da alocação de um orçamento pré-definido.

Já o *Modelo 2* pretende, a partir de um nível de serviço fixo, previamente estabelecido, apontar a quantidade mínima de recursos financeiros necessários para atingir este nível de serviço. Desta forma, o modelo tem por meta a minimização do orçamento.

Seguem, os modelos propostos neste estudo.

## 5.1.

**Modelo 1 – Maximização do nível de serviço sob restrição orçamentária.**

O *Modelo 1* foi estruturado da seguinte forma:

$$\text{Função objetivo: } \max_{\delta, Q_i} \delta \quad (3)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n (P_i Q_i) \leq B \quad (4)$$

$$\delta \leq \frac{(Q_i + E_i)}{(2(DIC_i + DCF_i + DPart_i) + Div_i + ES_i)}, \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (5)$$

$$(Q_i + E_i) \geq DIC_i, \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (6)$$

$$0 \leq \delta \leq 1 \quad (7)$$

$$Q_i \in \mathbb{Z}_+, \quad \forall i = 1, \dots, n$$

Sendo:

$\delta$  = Nível de serviço;

$n$  = Número de itens considerados;

$P_i$  = Preço unitário por item;

$Q_i$  = Quantidade total por item;

$B$  = Orçamento;

$E_i$  = Quantidade disponível em estoque por item;

$DIC_i$  = Demanda de incorporação por item;

$DCF_i$  = Demanda de CREDIFARDA por item;

$DPart_i$  = Demanda de venda particular por item;

$Div_i$  = Quantidade em dívida por item; e

$ES_i$  = Estoque de segurança por item.

Sendo assim, visando facilitar a compreensão do modelo desenvolvido, a seguir, será descrito o raciocínio utilizado em cada fórmula que o compõe.

### 5.1.1.

#### **Função Objetivo**

Neste caso, conforme descrito no início deste capítulo e na fórmula (3), a Função Objetivo do *Modelo 1* visa maximizar o nível de serviço, a partir da alocação ótima de recursos sob restrição orçamentária. Para isso, o modelo revelará o menor nível de serviço alcançado dentre todos os itens, garantindo que os demais sejam superiores a este, mostrando sua total eficiência.

### 5.1.2.

#### **Restrições Impostas ao Modelo**

No problema em análise, existem quatro restrições a serem consideradas: uma ligada ao orçamento disponível, duas referentes ao nível de serviço, e uma associada à demanda da incorporação. Assim sendo, as restrições podem ser apresentadas da seguinte forma:

#### 5.1.2.1.

##### **Orçamento Disponível**

A primeira restrição parte do princípio de que o orçamento deve ser suficiente para suportar o valor total do material a ser comprado. Para isso, esta restrição estabelece que o somatório das quantidades totais a serem adquiridas, por item, multiplicadas pelos seus respectivos valores unitários, seja igual ou inferior ao orçamento disponível, conforme expresso na inequação (4).

#### 5.1.2.2.

##### **Nível de Serviço**

Visando melhorar o nível de serviço oferecido aos militares da MB, a partir do aumento da disponibilidade do item em estoque, foi necessária a criação de uma restrição que o caracterizasse. Sendo assim, adotou-se como nível de serviço o resultado da quantidade total adquirida adicionada à quantidade disponível em estoque, divididas pelo somatório das três demandas, multiplicadas por dois, com as quantidades em dívida e as necessárias para formar o estoque de segurança. Observa-se que as demandas foram duplicadas com o intuito de atender a política de formação de estoques adotada pelo Encarregado da Divisão de Fardamento, ou seja, garantir o suprimento para dois anos consecutivos, supondo-se, neste caso, que as demandas serão estacionárias em um período de 24 meses. A inequação (5) demonstra a referida restrição.

Cabe ressaltar que, seguindo a inequação (5) e a função objetivo (3), o que está sendo buscado é a maximização do menor nível de serviço dentre todos os itens considerados. Desta forma, assegura-se que o nível de serviço de todos os itens será superior ao valor ótimo identificado pelo modelo.

#### **5.1.2.3.**

##### **Demanda da Incorporação**

De acordo com o Art. 50 da Lei nº 6.880/1980 é direito do militar na ativa de graduação inferior a terceiro-sargento e, em casos especiais, a outros militares, o recebimento de uniformes por conta da União. Como na MB as incorporações, ou seja, as turmas de pessoas que estão ingressando na força, são compostas por estes grupos de militares, elas passam a ter prioridade de atendimento de suas demandas em detrimento dos demais. Dessa forma, dentre as três principais modalidades de fornecimento de uniformes (incorporação, CREDIFARDA e venda particular), há uma premissa na Divisão de Fardamento de que o nível de serviço para as incorporações deve ser de 100%. Houve, então, a necessidade da criação da restrição apresentada na inequação (6).

Sendo assim, a quantidade total a ser comprada, por item, acrescida da quantidade existente no estoque deve, pelo menos, garantir o atendimento das necessidades das incorporações.

Outra política de compra adotada na Divisão de Fardamento do CCIM é a aquisição integral da demanda de todos os insumos obtidos no Exterior, pois são matérias primas essenciais para a fabricação de diversos itens de fardamento. Portanto, com o intuito de assegurar que estes insumos tenham, também, um nível de serviço de 100%, as demandas destes itens foram enquadradas como demandas de incorporação.

#### **5.1.2.4.**

##### **Nível de Serviço Máximo**

Por fim, conforme exposto na inequação (7), a última restrição fixa um limite máximo para a variável nível de serviço em 100%.

## 5.2.

**Modelo 2 – Minimização do orçamento para o atendimento do nível de serviço estabelecido.**

Conforme descrito no Capítulo 3 desta dissertação, após a construção do *Modelo 1*, identificou-se a necessidade de se pensar de forma inversa, com o objetivo de ampliar o estudo, e assim, contribuir para a melhoria da tomada de decisão por parte do gestor da cadeia de fardamento do CCIM. Com isso, uma modelagem complementar foi proposta, visando a minimização do orçamento de forma a atender um nível de serviço previamente estabelecido. Logo, a modelagem complementar proposta foi descrita da seguinte forma:

$$\text{Função objetivo: } \min_{B2, Q2_i} B2 \quad (8)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n (P_i Q2_i) \leq B2$$

$$NS \leq \frac{(Q2_i + E_i)}{(2(DIC_i + DCF_i + DPart_i) + Div_i + ES_i)}, \quad \forall i = 1, \dots, n$$

$$(Q2_i + E_i) \geq DIC_i, \quad \forall i = 1, \dots, n$$

$$B2 \geq 0$$

$$Q_i \in \mathbb{Z}_+, \quad \forall i = 1, \dots, n$$

Sendo:

B2 = Orçamento necessário para atingir o nível de serviço desejado;

n = Número de itens considerados;

P<sub>i</sub> = Preço unitário por item;

Q2<sub>i</sub> = Quantidade total por item;

NS = Nível de serviço pretendido;

E<sub>i</sub> = Quantidade disponível em estoque por item;

DIC<sub>i</sub> = Demanda de incorporação por item;

$DCF_i$  = Demanda de CREDIFARDA por item;

$DPart_i$  = Demanda de venda particular por item;

$Div_i$  = Quantidade em dívida por item; e

$ES_i$  = Estoque de segurança por item.

Sendo assim, respeitando as variáveis de decisão, os parâmetros e as restrições definidas, o valor-alvo que se almeja alcançar por meio da Função Objetivo é o orçamento mínimo necessário para atingir o nível de serviço desejado.

As restrições que compõem o *Modelo 2* são as mesmas utilizadas no *Modelo 1*, com exceção da inequação (7) que foi retirada, pois não fazia mais sentido estabelecer um valor máximo para o nível de serviço dado que, nesta modelagem, ele se tornou um valor de entrada fixo e pré-definido. Contudo, foi imprescindível a alteração das variáveis Q para Q2, B para B2 e  $\delta$  para NS, a fim de diferenciar um modelo do outro e possibilitar a execução computacional dos mesmos.

Cabe ressaltar, ainda, que se anteriormente, o orçamento (B) era um parâmetro e o nível de serviço ( $\delta$ ) uma variável de decisão, na modelagem complementar estes papéis se inverteram. O nível de serviço (agora escrito como NS) passou a ser parâmetro e o orçamento (B2), uma variável de decisão.

Portanto, é importante salientar que o nível de serviço (NS) neste modelo é um nível mínimo imposto a todos os itens considerados, garantindo assim, total eficiência do sistema. Além disso, a extensão da formulação para contemplar um nível serviço mínimo por item é direta com a simples substituição do valor único para NS na segunda restrição do modelo por múltiplos níveis de serviço ( $NS_i$ ), definidos por item.

## 6. Resultados e discussões

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos através da implementação computacional dos dois modelos elaborados neste estudo. Conforme descrito no Capítulo 3, os modelos foram desenvolvidos no IDE *Juno for JuliaPro* e executado na plataforma *JuliaPro* 0.6.3.1. A otimização dos 3.300 itens de fardamento que compõem a carteira de produtos fornecidos pelo SAbM foi realizada por meio do *Solver Gurobi*, em um processador Intel i72600 CPU 3.40GHz e 3.40GHz com 16GB RAM. Utilizou-se como dados de entrada, valores armazenados em arquivos do Microsoft Excel<sup>®</sup> com a extensão “.csv”, sendo eles: demandas (incorporação, CREDIFARDA e particular), quantidade em dívida, estoque de segurança, preço e quantidade em estoque.

Cabe ressaltar que os dados de entrada utilizados nos modelos foram os mesmos usados na ferramenta Plano de Obtenção de 2018, incluindo a base orçamentária. Portanto, na implementação do *Modelo 1 – Inicial* considerou-se como recursos disponíveis o valor de R\$ 21.248.781,00 (vinte e um milhões, duzentos e quarenta e oito mil, setecentos e oitenta e um reais), pois este era a parcela do orçamento total livre para ser aplicado na aquisição de itens de fardamento.

Segundo Arenales *et. al.*, (2015), um modelo matemático só é validado quando a sua solução tem coerência com o contexto original. Sendo assim, para o autor, as conclusões retiradas de modelos validados têm significado suficiente para inferir conclusões ou decisões para o problema real. Neste contexto, uma vez que os modelos propostos neste trabalho foram devidamente validados, as interpretações à cerca dos seus resultados poderão ser aplicadas no caso real, ajudando a tomada de decisão do Encarregado da Divisão de Fardamento. Os resultados obtidos foram analisados e comparados com a solução gerada pelo Plano de Obtenção de 2018 e serão mostrados a seguir.

## 6.1.

### **Modelo 1 - Maximização do nível de serviço sob restrição orçamentária.**

Antes de tudo, é importante salientar que, respeitando-se todas as restrições, a solução gerada pelo programa, em relação ao *Modelo 1*, foi considerada ótima, significando que a função objetivo pôde ser maximizada. Logo, além de otimizar a alocação do orçamento, eliminando possíveis perdas e desperdícios, indicou a quantidade ideal a ser adquirida de cada item de fardamento, atingindo um nível de serviço mínimo de 74%.

Visando facilitar a comparação entre os níveis de serviços extraídos do Plano de Obtenção de 2018 e do modelo proposto, confeccionou-se a Tabela 3 contendo a quantidade de itens de fardamento classificados segundo estes níveis de serviços. Durante a análise dos dados, foi constatado que os 24 itens distribuídos no intervalo de 0 a 10% referenciavam-se a uniformes que ainda não foram fornecidos pelo SAbM, não possuindo, assim, estoque nem registro de demanda. Dessa forma, verificou-se que o menor nível de serviço do atual Plano de Obtenção é 24% e que 278 itens estão entre este percentual e 70%. Ademais, dentre os que estão classificados na faixa de 70% a 80%, 21 itens ainda se encontram abaixo do percentual mínimo alcançado com o modelo proposto, ou seja, são menores que 74%.

Portanto, ao se comparar os níveis de serviços obtidos nas duas ferramentas analisadas, ou seja, Plano de Obtenção de 2018 e o modelo de otimização, constata-se que o modelo proposto, além de considerar o atendimento máximo com 100% satisfação das demandas de incorporação para todos os itens e dos insumos adquiridos no Exterior, fez com que o menor nível de serviço tivesse um acréscimo de 200%, saindo dos atuais 24% e chegando ao patamar de 74%, com a aplicação do mesmo montante orçamentário. Com isso, garantiu-se que nenhum item terá um atendimento menor do que a solução ótima gerada pelo modelo.

Tabela 3 - Comparação da quantidade de itens de fardamento classificados por níveis de serviço.

NÍVEL DE SERVIÇO	QUANTIDADE DE ITENS	
	PLANO DE OBTENÇÃO	MODELO PROPOSTO
0-10%	24	0
10%-20%	0	0
20%-30%	41	0
30%-40%	16	0
40%-50%	44	0
50%-60%	86	0
60%-70%	91	0
70%-80%	95	852
80%-90%	139	155
90%-100%	2763	2292

Fonte: Autora.

Outro fator relevante, obtido com a solução do modelo, é a distribuição eficiente das quantidades ideais a serem adquiridas para cada item de fardamento. Com o intuito de exemplificar a sua atuação, explicando alguns dos resultados sugeridos na otimização, foi confeccionada a Tabela 4 com os 20 itens mais representativos em relação às diferenças de resultados entre as duas ferramentas analisadas. Sendo assim, a Tabela 4 foi composta por dez itens cuja solução do modelo indicou a necessidade de redução da quantidade a ser adquirida em relação à proposta no Plano de Obtenção 2018 e outros dez itens com a solução do modelo incentivando o aumento da quantidade.

Assim, é possível inferir, a partir dos dados analisados, que os itens cujas quantidades foram reduzidas, são frutos, na maioria dos casos, de estoques atualmente existentes que são suficientes para atender dois anos da demanda da incorporação, mais um ano das demandas de CREDIFARDA e venda particular, além da quantidade em dívida e do estoque de segurança, conforme demonstrado nos itens CALÇA AZUL-MESCLA 42, TOALHA DE BANHO e SAPATO PRETO 40 (Tabela 4).

Em contrapartida, alguns itens apresentaram situações inversas às descritas acima e demandaram um aumento das quantidades a serem adquiridas. Na maioria das vezes, a quantidade sugerida pelo Plano de Obtenção 2018 acrescida da quantidade disponível em estoque, é insuficiente para suportar dois anos da demanda da incorporação, mais um ano das demandas de CREDIFARDA e venda particular, mais a quantidade necessária para formar o estoque de segurança e a dívida existente para o item, como podem ser visualizados nos materiais CALÇA CAMUFLADA 40, MEIA PRETA e CAMISA BRANCA M/M S/PASS 2 (Tabela 4). A solução proposta pelo modelo atenderia perfeitamente esta sistemática.

Além disso, há situações em que o somatório do estoque existente com o resultado extraído do Plano de Obtenção 2018, se quer sustentaria a demanda total por um ano, como é o caso do GORRO CAMUFLADO e da INSIGNIA BRAÇO BRANCA CB-TI (Tabela 4). Assim, para estes itens específicos, a solução gerada pelo modelo, além de evitar a quebra de estoque, eleva sobremaneira o nível de atendimento das demandas.

Tabela 4 – Comparação entre a solução proposta pelo Plano de Obtenção 2018 e pelo Modelo de otimização.

NOME_ITEM	QTD DÍVIDA	EST. SEG	ESTOQUE	DEM INCORP.	DEM CRED.	DEM PARTIC.	RESULTADO PLANO OBT.	RESULTADO MODELO
CAMISETA BRANCA M/M G	6095	3048	81746	10662	15592	17206	4295	0
CALÇA AZUL-MESCLA 42	3102	463	13635	2790	2851	959	939	0
CALÇA CAMUFLADA 40	1441	442	5833	1738	2900	1662	2595	4828
CAXANGA 57	3756	568	16099	3126	4380	594	1328	0
GANDOLA CAMUFLADA 2	1446	793	9255	2058	5638	3604	4675	9029
GORRO CAMUFLADO	2670	1157	7275	3364	7146	5990	8866	19832
CALÇA AZUL GINASTICA PRAÇA M	9091	1157	31491	6120	5877	4503	3527	343
SAPATO BRANCO 42	366	119	1497	123	171	1406	716	1363
MEIA PRETA	33633	7014	112056	29972	47192	22836	38577	65076
TOALHA BANHO	13532	3114	78416	14851	13522	16027	8109	0

NOME_ITEM	QTD DÍVIDA	EST. SEG	ESTO-QUE	DEM INCORP.	DEM CRED.	DEM PARTIC.	RESULTADO PLANO OBT.	RESULTADO MODELO
BERMUDA AZUL-MESCLA 44	2624	210	7805	2343	27	630	309	0
CAMISA AZUL-MESCLA M/M 2	6549	828	25666	6017	4882	901	1593	0
CAMISA BRANCA M/M S/PASS 2	5589	959	18421	5653	5690	2327	4640	6523
INSIGNIA BRAÇO BRANCA CB-TI	415	118	718	437	709	534	952	2148
CAMISETA BRANCA GINASTICA M	5021	2174	48815	11014	10789	9197	6114	2117
SAPATO PRETO 40	2090	445	10825	1699	3000	1651	1323	389
TENIS EDUCACAO FISICA 41	2689	442	5891	1965	2927	1408	2952	5688
CAMISETA VERDE-MUSGO G	2728	835	15028	3988	2789	5123	3700	5113
GOLA DE MARINHEIRO	5555	610	17625	5354	2598	748	1782	0
CALCAO NATACAO GG	1411	302	3970	1140	1951	1209	1903	3622

Fonte: Autora.

A análise quantitativa dos dados revelou a eficiência do modelo de otimização. Contudo, restou ser efetuada a avaliação qualitativa dos instrumentos estudados. Sendo assim, na Tabela 5 foram descritas as principais diferenças entre a ferramenta de planejamento da obtenção usada na Divisão de Fardamento do CCIM e o modelo de programação linear inteira mista proposto nesta pesquisa.

Tabela 5 – Principais diferenças entre as ferramentas de planejamento da obtenção.

PLANO DE OBTENÇÃO 2018	MODELO PROPOSTO
Não considera demandas separadas.	Trabalha com as demandas separadas, priorizando as incorporações e os insumos.
Há intervenção manual do operador no ajuste das quantidades.	Não há intervenção do operador no ajuste das quantidades.
*Menor nível de serviço: 24%.	*Menor nível de serviço: 74%.
Problemas na distribuição dos recursos. A solução proposta não é ótima, pois aplica-se dinheiro onde não precisa e deixa-se de aplicar onde necessita.	Distribuição dos recursos é automatizada e otimizada. Oferece a solução ótima para o problema.
Demora na obtenção dos resultados.	Rapidez na obtenção dos resultados.

\* Ambos calculados com o mesmo orçamento.

Fonte: Autora.

## 6.2.

### **Modelo 2 - Minimização do orçamento para o atendimento do nível de serviço estabelecido.**

A elaboração do *Modelo 2* foi essencial para ampliar os elementos que auxiliarão a tomada de decisão por parte do gestor de fardamento. Esta ferramenta possibilitará a previsão dos recursos financeiros necessários para o atingimento de metas atreladas ao nível de serviço pretendido, facilitando, assim, a negociação do gestor com a Alta Administração Naval quando se tratar da fixação de valores destinados a futuras aquisições de itens de uniformes.

É importante frisar que, igualmente como no *Modelo 1*, a solução gerada pelo programa, para o *Modelo 2*, respeitou todas as restrições e também pôde ser considerada ótima, pois a função objetivo foi minimizada.

A execução da otimização foi iniciada a partir do estabelecimento de um nível de serviço mínimo de 70%. Com isso, o sistema forneceu como solução ótima para o problema real em estudo, o orçamento mínimo de R\$ 18.894.745 (dezoito milhões, oitocentos e noventa e quatro mil, setecentos e quarenta e cinco reais).

Visando aferir o comportamento do valor financeiro frente a elevação gradativa do percentual atrelado ao nível de serviço, executou-se o *Modelo 2* por diversas vezes, sempre acrescentando 3% ao nível de serviço mínimo desejado para todos os itens, até chegar ao patamar de 100%. Os valores orçamentários encontrados estão demonstrados na Figura 5, a seguir:

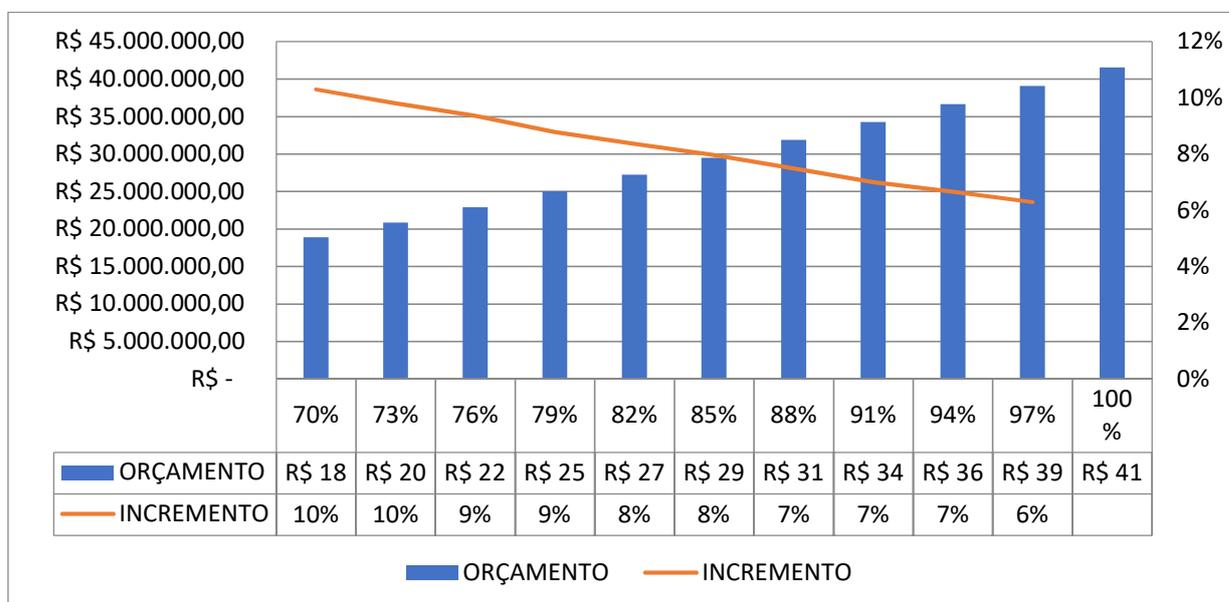


Figura 5 – Gráfico do Orçamento mínimo x Nível de serviço desejado

Fonte: Autora.

A Figura 5 evidencia que o modelo complementar, proposto, atingiu o objetivo pretendido e se configurou como uma ferramenta útil de planejamento, auxiliando a tomada de decisão por parte do gestor. Desta forma, ressalta-se que, no problema em estudo, as soluções obtidas apontam que é possível aumentar o percentual do nível de serviço com um pequeno incremento no orçamento, ou seja, com apenas 10% a mais no orçamento, passa-se de 73% para 76% de nível de serviço, estando este diretamente relacionado com a disponibilidade do item em estoque. Essa elevação, embora seja pequena, gera diversos efeitos positivos na cadeia logística, uma vez que o aumento da satisfação dos clientes revela a eficiência com que a organização administra os seus recursos. Ademais, o *Modelo 2* mostrou que com, aproximadamente, R\$ 41 milhões é possível atender 100% da demanda de todos os itens.

## 7. Conclusão

A evolução do orçamento público em termos de aperfeiçoamento e elevação da transparência da sua aplicação tem exigido maior responsabilidade dos seus gestores, de forma que esses deverão não somente ser éticos como também eficientes e eficazes nas suas funções (GRACILIANO & DA COSTA MARQUES, 2008). Esta preocupação se reflete, também, no âmbito das Forças Armadas, uma vez que é através da execução do orçamento público que estes Órgãos mantêm as condições necessárias para a manutenção do estado de constante prontidão, exigidos aos seus militares, para assegurar a soberania nacional.

Nesse contexto, devido à importância da utilização dos recursos públicos, esta pesquisa teve como ideia central analisar como está sendo realizada a aplicação do orçamento na Divisão de Fardamento do CCIM, efetuada por meio de uma ferramenta denominada “Plano de Obtenção” e, respeitando as suas principais características, verificar como a Pesquisa Operacional poderia propor melhorias a este planejamento, visando elevar o nível de serviço oferecido aos militares que utilizam o SAbM como fonte de aquisição de uniformes, por meio do aumento da disponibilidade do item no estoque.

Dessa forma, o presente estudo procurou dar resposta a seguinte questão de pesquisa: Como obter o melhor nível de serviço na aquisição de itens de fardamento a partir da alocação ótima de recursos com restrição orçamentária? Para isso, sugere como resposta a esta questão, bem como ao objetivo geral de propor um modelo de alocação ótima de recursos, de forma a maximizar o nível de serviço, sob restrição orçamentária, a implantação de uma ferramenta baseada em Programação Linear Inteira Mista, desenvolvida no IDE *Juno for JuliaPro* e executado na plataforma *JuliaPro 0.6.3.1*.

Os resultados demonstraram que o *Modelo 1* possibilitou o alcance do objetivo pretendido, elevando o menor nível de serviço dos atuais 24% para o patamar de 74%, com a revelação da quantidade ótima a ser adquirida por cada

item. Já o *Modelo 2* mostrou que pequenos incrementos no orçamento fazem com que a satisfação dos clientes seja expandida. Com isso, a segunda modelagem trouxe para o gestor uma ferramenta útil de planejamento, onde é possível prever o montante necessário para atingir o nível de serviço desejado. Se a ferramenta atualmente utilizada na Divisão de Fardamento, leva o gestor a crer que o valor total necessário para atender a 100% da demanda de todos os itens, seja em torno de R\$ 69 milhões, o *Modelo 2* revelou que com técnicas de otimização é possível alcançar este mesmo nível de atendimento com aproximadamente R\$ 41 milhões, possibilitando uma economia de R\$ 28 milhões.

Cabe salientar, ainda, que as diferenças existentes entre as soluções propostas pelo Plano de Obtenção 2018 e pelo *Modelo 1*, no que tange ao aumento ou à diminuição das quantidades de compra, baseiam-se nas limitações inerentes à ferramenta que sustenta o Plano de Obtenção, uma vez que não utiliza técnicas de otimização em sua operação. Em que pese o cálculo das quantidades sugeridas para compra, seja feito por meio de fórmulas matemáticas, o mesmo é realizado de forma isolada por item, não considerando, assim, a composição de todos os materiais que compõem a planilha

Portanto, conclui-se que os modelos propostos trouxeram para o gestor as seguintes implicações práticas:

- Maior agilidade na obtenção dos resultados;
- Maior confiabilidade nas quantidades a serem adquiridas por item, visto que foram estabelecidas por um sistema de otimização;
- Redução de erros e falhas na formação dos estoques;
- Melhor aproveitamento dos recursos financeiros disponíveis;
- Aumento do nível de serviço em consequência da elevação da disponibilidade dos itens em estoque; e
- Aumento da capacidade de planejamento por meio da melhoria na previsão dos recursos necessários para a manutenção dos estoques atrelados ao nível de serviço desejado.

Retomando aos objetivos específicos definidos com o intuito de facilitar o atingimento do objetivo geral, temos:

Em relação ao primeiro objetivo específico que pretendia apresentar a cadeia de suprimento da Marinha do Brasil na área de fardamento, conclui-se que visando atender ao princípio da segregação de funções, a cadeia de suprimento de fardamento da Marinha do Brasil é estruturada por diversas Organizações Militares subdivididas em Órgãos de Supervisão Geral, de Superintendência, de Supervisão Técnica, de Direção Gerencial, de Direção Técnica e Órgãos de Execução, cujas atribuições e responsabilidades estão estabelecidas na legislação interna da MB denominada “Normas para a Execução do Abastecimento”. (BRASIL, 2009)

Quanto ao segundo objetivo específico: Descrever as modalidades de venda/distribuição de uniformes na MB e seus principais consumidores, constatou-se que durante a fase de pesquisa bibliográfica, as normas internas da MB que versam sobre a sistemática de aquisição de fardamento demonstraram que há basicamente três principais modalidades de fornecimento de uniformes, ou seja, incorporação, CREDIFARDA e venda particular, e que as demais modalidades são desdobramentos destas ou a junção delas. Ademais, verificou-se que para cada uma dessas modalidades, há um público específico de clientes. Sendo assim, os itens fornecidos por meio de incorporação são para atender aos militares que estão ingressando na MB; CREDIFARDA é direcionado a cabos, marinheiros e soldados e aos alunos das escolas de formação e a venda particular fornece uniformes a todos os militares, sem exceção, mediante indenização.

No tocante ao terceiro objetivo específico que visava apresentar o atual plano de obtenção utilizado pela MB na aquisição de itens de fardamento, observou-se que conforme descrito no capítulo 4 do presente estudo, o planejamento das obtenções de itens de fardamento na MB está pautado em uma ferramenta denominada “Plano de Obtenção”, desenvolvida no programa Excel<sup>®</sup>, cujas limitações impactam diretamente no nível de serviço oferecido aos militares, uma vez que este instrumento estabelece a política de compras utilizada para reabastecer os estoques de uniformes da MB.

Por fim, com referência ao quarto objetivo específico de construir e aplicar um modelo de otimização para alocação ótima de recursos, visando maximizar o nível de serviço com restrição orçamentária, identificando os possíveis benefícios gerados pelo modelo, constatou-se que o desafio inicial foi saber se a modelagem baseada em Programação Linear Inteira Mista seria uma ferramenta eficiente para

aprimorar o atual plano de obtenção de itens de fardamento. Ao implementar a solução do modelo foi possível verificar que não houve apenas o aperfeiçoamento da alocação dos recursos, mas também, a redução de erros e falhas na formação dos estoques. Os benefícios gerados com a aplicação dos modelos foram, dentre outros: a considerável elevação do nível de serviço, uma vez que ficou maior do que o dobro do valor inicial; a rapidez na obtenção dos resultados e a distribuição automatizada e otimizada dos recursos financeiros. Sendo assim, este estudo demonstrou que a Pesquisa Operacional é um excelente instrumento de apoio a tomada de decisão, moldando-se perfeitamente às peculiaridades das aquisições desenvolvidas pela MB.

Para a Força Naval, o tema em lide desperta grande interesse, haja visto os tão difundidos benefícios da aplicação da Pesquisa Operacional nas organizações públicas e privadas. Por conseguinte, os resultados obtidos com as ferramentas propostas podem vir a contribuir para a MB, a partir da sua efetiva utilização na Divisão de Fardamento do CCIM, bem como na possível extensão de seu emprego no planejamento das obtenções de outras categorias de materiais fornecidas pelo SAbM, como material de saúde, gêneros alimentícios, material comum, munição, sobressalentes, viatura, combustíveis, lubrificante e graxas.

Sendo assim, a presente dissertação traz para o mundo acadêmico, para a Marinha do Brasil e também para a sociedade, as seguintes contribuições:

**a) Para a Academia:**

- Aumento do debate já existente no campo de aplicação da PO e nas ferramentas utilizadas para a gestão de estoques; e
- Ajuda a preencher a lacuna presente na literatura;

**b) Para a Marinha do Brasil:**

- Aumento da eficiência e da eficácia na aplicação dos recursos;
- Aumento do nível de serviço e da credibilidade no SAbM; e
- A possível extensão de seu emprego no planejamento das obtenções de outras categorias de materiais fornecidas pelo SAbM; e

**c) Para a sociedade:**

- Aprimoramento da atuação do gestor público;
- Melhoria na aplicação dos recursos públicos; e

- Elevação dos níveis de atendimentos dos anseios da sociedade.

É importante salientar, que o Centro de Controle de Inventário da Marinha declarou através de um atestado (Anexo A) que os modelos propostos, nesta dissertação, serão aplicados na Divisão de Fardamento em substituição à ferramenta atualmente utilizada no planejamento das obtenções de itens de uniformes. Com isso, visando garantir a manutenção da eficiência dos modelos e o seu aperfeiçoamento, vislumbra-se a necessidade do desenvolvimento de ações complementares ao processo de implementação, envolvendo a capacitação de pessoal em linguagem de programação *JuliaPro*; bem como, o aprimoramento das técnicas de previsão de demanda e a constante revisão dos itens de fardamento que compõem a carteira de materiais fornecidos pelo SAbM, de forma a deixar o sistema limpo de itens obsoletos, desnecessários ou duplicados.

Dentre as limitações encontradas durante a execução desta pesquisa, destaca-se a rigidez dos resultados, pois por ser um modelo determinístico, não possibilita a inclusão de variáveis que assumam valores incertos, podendo fazer com que as soluções não sejam mais viáveis, caso imprevistos aconteçam. Agregado a isso, soma-se a ausência de análise da demanda, pois optou-se por trabalhar com dados previamente conhecidos ao invés de aplicar técnicas de análise de previsão de demanda.

Dessa forma, conclui-se a presente dissertação recomendando a realização de estudos futuros voltados para a ampliação da complexidade do modelo, incluindo variáveis incertas traduzidas em modelos estocásticos de forma a propor melhorias nos sistemas e nos processos de estimação da demanda e na modelagem de reposição dos estoques, ou seja, que caracterizem a dinâmica futura da demanda por cada produto. Além disso, sugere-se estudos que visem o cálculo do custo de venda perdida, decorrente da ruptura de estoque; e que possam definir, baseado nos históricos de demanda, quais os itens que devam ser mantidos em estoque pela MB e quais poderiam ficar armazenados com os fornecedores. Recomenda-se, ainda, a adoção de estudos similares em outras áreas das Forças Armadas.

## 8.

**Referências bibliográficas**

- AGUIAR, T. **Personal stylist: guia para consultores de imagem**. 3.ed. São Paulo: SENAC, 2004.
- ALÉM, A. C.; GIAMBIAGI, F. **O ajuste do governo central: além das reformas**.1999. <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9814> Acesso em 15jan 2019.
- ARENALES, M.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R; YANASSE, H. **Pesquisa operacional: para cursos de engenharia**. Elsevier Brasil, 2015.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. 5ªed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BARBOZA, A. O.; JUNIOR, F. N.; BORTOLOTTI, S. L. V.; & DE SOUZA, R. A. **Programação Linear Inteira mista e algoritmo genético aplicados ao problema de transferência e estocagem de produtos em uma indústria petrolífera**. *Sistemas & Gestão*, v. 10, n. 4, p. 561-74, 2016.
- BARZELAY, M.; SHVETS, E. **Innovating government-wide public management practices to implement development policy: the case of “Brazil in Action”**. *Public Management Review*, v. 9, n. 1, p. 47-74, 2006.
- BATTESINI, M.; COELHO, H. dos S.; SETA, M. H. de. **Uso de programação linear para otimizar o acesso geográfico em redes temáticas de atenção à saúde**. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 34, n. 7, p. 1-14, 2018.
- BENDER, E. A. **An Introduction to mathematical modelling**. Wiley, New York. City Press, Cambridge, UK.1978.
- BERNARDO, D. J.; WHITTLESEY, N. K.; SAXTON, K. E.; & BASSETT, D. L. **Irrigation optimization under limited water supply**. *Transactions of the ASAE*. v.31, n. 3, p.712-719, 1988.
- BERNARDONI, D. L; CRUZ, J. A. W. **Planejamento e orçamento na administração pública**. 2. ed. rev., atual. e ampl. Curitiba: Ibpex, 2010 (série Gestão Pública).
- BIDERMAN, C.; LIMA, F.; TYSLER, M.; & AVARTE, P. **Um estudo considerando a “guerra fiscal” como elemento de interação na renda tributária dos estados brasileiros entre 1988/1998**. Série para Discussão Cepsesp, GV Pesquisa (NPP), n. 03, 2004.
- BIJVANK, M.; VIS, I. F. A. **Lost-sales inventory systems with a service level criterion**. Elsevier: *European Journal of Operational Research*, v.220, p.610-618, 2012.
- BORGES, D. O. **Orçamento Público: um novo enfoque**. Brasília: UnB, 2006.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2011
- BRASIL. Câmara dos Deputados. LDO 2019 - Proposta do Poder Executivo **Projeto de Lei nº 2/2018-CN (MSG nº 187/2018 - Origem)** <http://www2.camara.leg.br/orcamento-da-uniao/leis-orcamentarias/ldo/2019/tramitacao/proposta-do-poder-executivo> Acesso em: 26dez 2018.

\_\_\_\_\_. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm) Acesso em: 26dez 2018.

\_\_\_\_\_. Lei n.º 6.880 de 9 de dezembro de 1980. **Estatuto dos Militares.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6880.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6880.htm). Acesso em 23jun 2019.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. Diretoria de Administração da Marinha. **Anuário Estatístico da Marinha (ANEMAR).** 2017.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. Secretaria Geral da Marinha. **SGM-201: Normas para Execução do Abastecimento.** 6ª. rev. 2009.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. Secretaria-Geral da Marinha. **Regulamento de Uniformes (RUMB),** 2018. Disponível em: [https://www.marinha.mil.br/dabm/sites/www.marinha.mil.br.dabm/files/arquivos/Rumb%20parte%201\\_0.pdf](https://www.marinha.mil.br/dabm/sites/www.marinha.mil.br.dabm/files/arquivos/Rumb%20parte%201_0.pdf). Acesso em 20abr 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MPOG). Secretaria de Orçamento Federal. **Manual técnico de orçamento.** Edição 2018. Brasília, 2018. [www.planejamento.gov.br/assuntos/orcamento-1/informacoes.../MTOs/mto\\_atual.pdf](http://www.planejamento.gov.br/assuntos/orcamento-1/informacoes.../MTOs/mto_atual.pdf) Acesso em 27dez 2018.

CABRAL, V. M. N. **A programação linear como ferramenta estratégica para otimização de orçamentos públicos.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 100 f. 2005.

CARREIRA, M. L.; DOS SANTOS, R. C. R. **Decisões de Investimento com o Auxílio dos Métodos Determinísticos.** Revista de Ciências Gerenciais, v. 21, n. 34, p. 142-144, 2018.

CARVALHO, D. F. de; SOARES, A. A.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SEDIYAMA, G. C.; & PRUSKI, F. F. **Otimização do uso da água no perímetro irrigado do Gorutuba, utilizando-se a técnica da programação linear.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, n. 2, p. 203-209, 2000.

CATELLI, A.; SANTOS, E. S. **Mensurando a criação de valor na gestão pública.** Revista de Administração Pública, v. 38, n. 3, p. 423-450, 2004.

CESCONETTO, A.; LAPA, J. dos S.; CALVO, M. C. M. **Avaliação da eficiência produtiva de hospitais do SUS de Santa Catarina, Brasil.** Cadernos de Saúde pública, v. 24, p. 2407-2417, 2008.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços.** São Paulo: Pioneira, 1997.

COLIN, E. C. **Pesquisa Operacional: 170 Aplicações em Estratégia, Finanças, Logística, Produção, Marketing e Vendas.** 1 ed. Rio De Janeiro. LTC –Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 2007.

CONCEIÇÃO, C. S. R. da. **Modelos determinísticos e estocásticos aplicados ao cálculo de provisões para sinistros.** Tese de Doutorado. Pós-graduação em Matemática e Aplicações. Universidade Nova de Lisboa, 2014.

COUTINHO, M. J. V. **Administração pública voltada para o cidadão: quadro teórico-conceitual.** Revista do Serviço Público, v. 51, n. 3, p. 40-73, 2014.

DA SILVA, C. M. P.; NEVES, C. E. V.; DE OLIVEIRA, D. J.; NETO, E. F.; & MENDES, O. L. **Estudo comparativo entre o método simplex e o método evolutionary para a otimização de rotas de distribuidores na**

- cidade de São José do Rio Preto-SP.** Revista Interface Tecnológica, v. 15, n. 2, p. 265-275, 2018.
- DA SILVA, V. J. A.; DE OLIVEIRA, A. L. **Análise do Nível de Serviço Logístico nas Entregas de Mercadorias em uma Empresa de Bebidas na Cidade de Juazeiro do Norte-CE.** Id online Revista Multidisciplinar e de Psicologia, v. 13, n. 43, p. 761-783, 2019.
- DA SILVA, A. F.; MARINS, F. A. S. **Revisão da literatura sobre modelos de Programação por Metas determinística e sob incerteza.** Production, v. 25, n. 1, p. 92-112, 2015.
- DE CARVALHO FER, F. G. B.; LIMA, R. A. **A Desvinculação das Receitas da União (DRU) como Instrumento de Flexibilização do Orçamento Público no Brasil: Necessidade ou Distorção?** Revista de Direito Tributário e Financeiro, v. 2, n. 2, p. 309-330, 2017.
- DE OLIVEIRA, I. G. S. **Análise de correspondência aplicada a preposições sobre a eficiência e eficácia do processo de compras públicas a partir da percepção de diferentes atores envolvidos** (Public procurement in brazilian universities: analysis of correspondence on applied to prepositions efficiency and effective ness from different players involved perception). Revista Ciências Administrativas ou Journal of Administrative Sciences, v. 21, n. 1, 2015.
- DOS SANTOS, M. **O uso da Programação Linear Inteira (PLI) no Apoio à Decisão e a Otimização do Mix de Produção.** ENEGEP. Joinville - Santa Catarina, Brasil. 2017.
- FARIA, A. C.; COSTA, M. F. G. **Gestão de custos logísticos: custeio baseado em atividades (ABC), balanced scorecard (BSC), valor econômico agregado (EVA).** São Paulo: Atlas, 2008.
- FERREIRA, M. A. M.; MEDINA, S. A.; DE OLIVEIRA REIS, A. **Pregão eletrônico e eficiência nos gastos públicos municipais.** Administração Pública e Gestão Social, v. 6, n. 2, p. 74-81, 2014.
- FLEURY, F. P.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. (Org.). **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira.** São Paulo: Editora Atlas, 2000.
- FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística empresarial.** São Paulo: Atlas, 2007.
- GALLMANN, F.; BELVEDERE, V. **Linking service level, inventory management and warehousing practices: a case-based managerial analysis.** Springer Science, Business Media, v.4, p.28-38, 2011.
- GIACOMONI, J. **Orçamento público** - 15. ed, ampliada, revista e atualizada - São Paulo: Atlas, 2010.
- GIAMBIAGI, F. ALÉM, M. C. **Finanças Públicas: Teoria e Prática no Brasil.** 4º ed. Rio de Janeiro, 2011.
- GOLDBARG, M.; LUNA, H. P.; GOLDBARG, E. **Programação linear e fluxos em redes.** Elsevier Brasil, 2016.
- GOMES, E. G. M. **Gestão por resultados e eficiência na administração pública: uma análise à luz da experiência do governo de Minas Gerais.** Tese de Doutorado do Curso de Doutorado em Administração Pública e Governo da FGV/EAESP. São Paulo. 2009.
- GOMIDE, L. R.; ARCE, J. E.; DA SILVA, A. C. L. **Comparação entre a meta-heurística simulated annealing e a programação linear inteira no agendamento da colheita florestal com restrições de adjacência.** Ciência Florestal, v. 23, n. 2, p. 449-460, 2013.

- GONÇALVES, R. dos R. **Modelos de programação linear inteira mista para resolver problemas de otimização de sistemas de distribuição de energia elétrica radiais**. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia do Câmpus de Ilha Solteira – UNESP, São Paulo. 2013.
- GRACILIANO, E. A.; DA COSTA MARQUES, J. A. V. **Planejamento orçamentário da Marinha do Brasil: uma aplicação do conceito de orçamento-programa**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. Curitiba, Paraná. 2008.
- GUTIERREZ, R. B.; CRUZ, E. P.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. **Enfoque multicritério para Decisões de Investimento Público em Saúde**. Anais do ENANPAD2002. São Paulo: ANPAD, 2002.
- HABCKOST, F. T. S. **Contabilidade governamental: uma abordagem prática**. 1. ed. Porto Alegre: Sagra, 1991.
- HADDAD, R. C.; MOTA, F. G. L. **Contabilidade pública**. – Florianópolis : Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília] : CAPES : UAB, 2010.
- HAYES, B. E. **Medindo a Satisfação do Cliente: Desenvolvimento e uso de questionários e métodos de análise estatística**. São Paulo: Quality Press, 2008.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução a Pesquisa Operacional**. 8ª Edição. AMGH Editora Ltda. Porto Alegre, 2006.
- KOTLER, P; ARMSTRONG G. **Princípios de marketing**. 7.ed. Rio de Janeiro: Prentice - Hall do Brasil Ltda, 1995.
- LACHTERMACHER , G . **Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões**. Editora CAMPUS , Rio de Janeiro, 2002.
- LAMY, M. **Metodologia da pesquisa jurídica: técnicas de investigação, argumentação e redação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- LIMA, I. C.; SANTOS, M.; LIMA, A. C.; & QUINTAL, R. S. **Otimização do portfólio de uma confecção de moda íntima: uma abordagem utilizando Programação Matemática**. 4º CONTEXMOD, v. 1, n. 4, Blumenau, Santa Catarina. 2016.
- LONGARAY, A. A. **Introdução a Pesquisa Operacional**. São Paulo: Saraiva, 2013.
- LUCHI, J. S. P; CARNEIRO, T. C. J. **Análise de eficiência e eficácia do pregão presencial**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, XXVI, Fortaleza. Anais. Fortaleza: ENEGEP, 2006. p. 1-9.
- MACIEL, W. M. **Otimização econômica do uso da água no perímetro irrigado tabuleiro de russas utilizando programação linear e não-linear**. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp – Campus de Botucatu, 2017.
- MEIRELLES, H. L. **Direito Administrativo Brasileiro**. 30. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2005.
- MIGUEL, P. A. C. *et al.* **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012
- MONTE, A. C. F.; PINHEIRO, A. M.; & ALVES, P. C. **Técnicas de compras**. Editora FGV, Rio de Janeiro, RJ. 2015.
- NUNES, J.; LUCENA, R. L.; SILVA, O. G. **Vantagens e Desvantagens do pregão na gestão de compras no setor público: o caso da Funasa - PB**. Revista do Serviço Público, Brasília, v.58, n.2, Abr./Jun. 2007.
- PEREIRA, J. M. **Finanças Públicas**. São Paulo, Atlas, 1999.

- PEREIRA, T. R.; ARAÚJO, A. O. **Estado da Arte dos Custos Aplicados ao Setor Público e a Informação Contábil**. Revista de Administração e Contabilidade da FAT, v. 6, n. 3, p. 26-37, 2015.
- PERES, M. A. de A.; BARREIRA, I. de A. **Significado dos uniformes de enfermeiras nos primórdios da enfermagem moderna**. Escola Anna Nery - Revista de Enfermagem. UFRJ, v.7 n.1 Abril de 2003.
- PERIN FILHO, C. **Introdução à simulação de sistemas**. Campinas, SP: Editora Unicamp, 1995. (Coleção livro-texto).
- PINHO, T. C. N. D. **Modelo para otimização do orçamento público municipal: Estudo de caso – Prefeitura Municipal de Fortaleza**. Mestrado em Informática Aplicada, Universidade de Fortaleza. Fortaleza, p. 106 f. 2004.
- PIRES, V. A. **Orçamento público: abordagem tecnopolítica**. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2011.
- PIRES, J. S. D. B.; MOTTA, W. F. **A evolução histórica do orçamento público e sua importância para a sociedade**. Revista Enfoque Reflexão Contábil, vol. 25, n. 2, maio-agosto 2006, p. 16-25.
- PISCITELLI, T. **Direito financeiro**. – 6. ed. rev. e atual. – Rio de Janeiro: Forense, São Paulo: MÉTODO, 2018.
- PROCOPIUCK, M.; MACHADO, E. T.; REZENDE, D. A.; & BESSA, F. L. B. N. **O Plano Plurianual Municipal no sistema de planejamento e orçamento brasileiro**. Revista do Serviço Público, v. 58, n. 4, p. 397-415, 2014.
- RIBEIRO, R. R. M. **Orçamento público da saúde: um estudo do ciclo orçamentário no município de Maringá-PR**. Tese de Doutorado. Escola de Administração de Empresas de São Paulo. Fundação Getúlio Vargas, 2017.
- RODRIGUES, J. A. L.; COSTA, R., FRIZZONE, J., & AGUIAR, J. **Plano ótimo de cultivo no projeto de irrigação morada nova, Ceará, utilizando modelo de programação linear**. IRRIGA, v. 5, n. 3, p. 167, 2018.
- SANTOS, A. J. dos. **Orçamento público e os municípios: alguns conceitos de orçamento e suas repercussões na administração pública municipal**. REAd: revista eletrônica de administração. Porto Alegre. Edição 22, vol. 7, n. 4 (jul/ago 2001), documento eletrônico, 2001. Acesso em 20jan 2019.
- SANTOS, R. C. L. F. **Orçamento público**. – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2011.
- SANTOS, L. A. dos; CAMACHO, E. U. **Orçamento Público Municipal: uma análise no município de Cosmópolis/SP com enfoque no equilíbrio das receitas x despesas no período de 2007 a 2012**. Revista Evidenciação Contábil & Finanças, v. 21, n. 2, 2014.
- SESSA, C. B.; VARGAS, N. C. **A Lei da Transparência e a Lei de Responsabilidade Fiscal e sua Aplicação ao Governo Subnacional no Brasil**. Revista Pesquisa & Debate. São Paulo, v. 27, n. 2, p. 50, 2016.
- SILVA, M. C.; OLIVEIRA, A., MARTINS, J., & SILVA, J. D. **Análise Envoltória de Dados na avaliação da eficiência das despesas de investimentos dos Estados e do Distrito Federal**. Revista Universo Contábil, Blumenau, v. 10, n. 3. p. 114-133, jul./set. 2014.

SOBRAPO – **Sociedade Brasileira de Pesquisa Organizacional. O que é Pesquisa Operacional.** <https://www.sobrapo.org.br/o-que-e-pesquisa-operacional> Acesso em 23fev 2019.

SOUSA, F. M. P. de; COTA JÚNIOR, G. Á., FONSECA, G. P. S., & RODRIGUES, R. V. A. **A rigidez orçamentária e seus impactos no planejamento das políticas públicas: o exemplo do estado de Minas Gerais.** In: 8º Congresso CONSAD de Gestão Pública. Brasília. Anais...Brasília: Centro de convenções Ulysses Guimarães. 2015.

STINNETT, A. A.; PALTIEL, A. D. **Mathematical programming for the efficient allocation of health care resources.** Journal of Health Economics, v. 15, n. 5, p. 641 -665, 1996.

TAHA, H. A. **Pesquisa Operacional.** 8. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

THESARI, S. S. **Modelo para distribuição de recursos nos municípios brasileiros baseado na lei de diretrizes orçamentárias, análise multicritério e programação linear.** Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção: Estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas.** Itajubá, MG. UNIFEI, 2012. Disponível em [http://www.marco.eng.br/adm-organizacao-//Apostila\\_Metodologia\\_Completa\\_2012\\_%20UNIFEI.pdf](http://www.marco.eng.br/adm-organizacao-//Apostila_Metodologia_Completa_2012_%20UNIFEI.pdf) Acesso em 24fev 2019.

TRIVELATO, P. V.; SOARES, M. B.; ROCHA, W. G.; & DE FARIA, E. R. **Avaliação da eficiência na alocação dos recursos econômicos financeiros no âmbito hospitalar.** RAHIS, v. 12, n. 4, 2015.

VARELA, P. S.; MARTINS, GA de; FÁVERO, L. P. L. **Ineficiência do gasto público e ilusão fiscal: uma avaliação do flypaper effect na atenção básica à saúde.** In: IV Congresso ANPCONT, Anais... Natal. 2010.

VILHENA, R. M. P. de; HIRLE, A. L. Ca. **Gestão de compras e qualidade do gasto público: A experiência de Minas Gerais com o planejamento de compras e a integração da gestão de compras à gestão orçamentária.** In: 6º Congresso CONSAD de Gestão Pública. Brasília. Anais...Brasília: Centro de convenções Ulysses Guimarães. 2013.

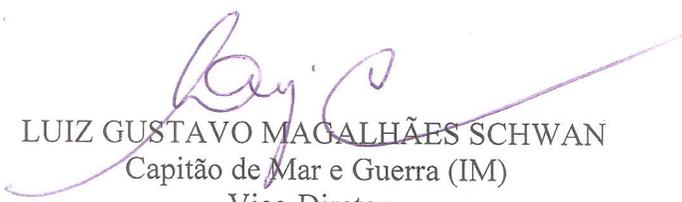
**MARINHA DO BRASIL****CENTRO DE CONTROLE DE INVENTÁRIO DA MARINHA**

14/037.2

**ATESTADO**

Atesto, para prova junto a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), que os modelos de otimização desenvolvidos pela Capitão de Corveta (IM) Karina da Paz Bentes, aluna do Mestrado Profissional de Logística, serão aplicados na Divisão de Fardamento deste Centro de Controle, em substituição à ferramenta atualmente utilizada no planejamento das obtenções de itens de fardamento.

Rio de Janeiro, 26 de setembro de 2019.

  
LUIZ GUSTAVO MAGALHÃES SCHWAN  
Capitão de Mar e Guerra (IM)  
Vice-Diretor