



Jorge Eduardo Franco

**Localização de depósito central: Estudo de caso
sobre a localização de um depósito central para os
materiais de saúde essenciais da Marinha do
Brasil**

Dissertação de Mestrado

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

Orientador: Prof. Hugo Miguel Varela Repolho

Rio de Janeiro
Setembro de 2016



Jorge Eduardo Franco

Localização de depósito central: Estudo de caso sobre a localização de um depósito central para os materiais de saúde essenciais da Marinha do Brasil

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Hugo Miguel Varela Repolho

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Profa. Adriana Leiras

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. Marcio da Silveira Carvalho

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 12 de setembro de 2016.

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

Jorge Eduardo Franco

Graduado em Ciências Navais, com habilitação em Administração de Sistemas, pela Escola Naval, em 2005. Pós-Graduado no Curso de Aperfeiçoamento de Intendência para Oficiais, pelo Centro de Instrução Almirante Wandenkolk, em 2010.

Atualmente, desempenha as funções de Encarregado da Central de Operação e Arquivo da Marinha do Brasil no Núcleo de Catalogação do Material da Marinha pertencente a Diretoria de Abastecimento da Marinha, no que tange a responsabilidade pelo fiel cumprimento das diretrizes, normas, ordens e instruções referentes a catalogação de materiais no padrão do Sistema OTAN de Catalogação e a coordenação das atividades do Sistema de Catalogação da Marinha.

Ficha Catalográfica

Franco, Jorge Eduardo

Localização de depósito central: Estudo de caso sobre a localização de um depósito central para os materiais de saúde essenciais da Marinha do Brasil. / Jorge Eduardo Franco; Orientador: Hugo Miguel Varela Repolho. - Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Engenharia Industrial, 2016.

87f.: il. (color.); 30cm

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2016.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Localização de instalações. 3. Compartilhamento de riscos. 4. Depósito Central 5. Materiais de saúde. I. Repolho, Hugo Miguel Varela. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Para os meus pais
Jorge José Franco
Vera Lúcia Murat Franco,
Por tudo o que me ensinaram.

Agradecimentos

À Marinha do Brasil; instituição a qual tenho a imensa satisfação e gratidão em pertencer, pelos valores inculcados em minha pessoa desde a minha adolescência quando ingressei pelos portões do Colégio Naval em 1999 e as muitas oportunidades de crescimento profissional e pessoal.

Ao Vice-Almirante, do Corpo de Intendentes da Marinha, Hélio Mourinho Garcia Junior, pela confiança em mim depositada e pelas muitas lições de comando e liderança com base em seu exemplo de pessoa e de oficial.

Ao Capitão de Mar e Guerra, do Corpo de Intendentes da Marinha, Isaac Newton Vieira, pela confiança e pelo seu exemplo de oficial.

Ao Capitão de Mar e Guerra, do Corpo de Intendentes da Marinha, Rogério Moreira dos Santos, pela confiança e paciência que teve comigo por ocasião da confecção dessa dissertação.

Ao Capitão de Corveta, do Corpo de Intendentes da Marinha, Marcelo Reis Bezerra, pela amizade e pelo incentivo e apoio incondicional desde o início.

Aos amigos Bianca, Luiz Silva, Pacheco, Rafael, Igor e Heloísa pelo apoio durante o curso.

Aos meus pais Jorge e Vera, pelo amor, dedicação e apoio que sempre me deram.

Ao meu irmão Bruno pela amizade e cumplicidade.

A minha esposa Fátima, pela paciência, compreensão além do apoio incondicional nos momentos mais difíceis de minha vida.

Ao Grande Deus sem o qual nada disso poderia ser possível, o meu eterno agradecimento pelas vitórias alcançadas.

Resumo

Franco, Jorge Eduardo; Repolho, Hugo Miguel Varela (Orientador). **Localização de depósito central: Estudo de caso sobre a localização de um depósito central para os materiais de saúde essenciais da Marinha do Brasil.** Rio de Janeiro, 2016. 87p. Dissertação de Mestrado (opção profissional) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Nos últimos anos o Serviço de Saúde da Marinha do Brasil apresentou um crescimento na quantidade de atendimentos médico-hospitalares, logo aumentou também os gastos nessa área, principalmente com os materiais de saúde utilizados, cujas obtenções e estocagem são descentralizadas. As Organizações Militares de Saúde estão espalhadas pelos Estados do Brasil e muito distantes dos fabricantes e fornecedores, logo os custos com transporte e armazenagem tornam-se muito onerosos para essa cadeia de suprimentos. A localização de instalações é um fator estratégico com consequências diretas no desempenho e operação da cadeia de suprimentos e no seu sucesso ou fracasso. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo propor a melhoria da cadeia de suprimentos de materiais de saúde da Marinha através da localização de um depósito central para esses materiais. A localização do depósito central é determinada com recurso a um modelo matemático de localização com compartilhamento de riscos com o objetivo de minimizar o custo total do sistema de distribuição. Com base nas informações de demanda fornecidas pelas Organizações Militares de Saúde o modelo foi testado para nove depósitos candidatos tendo sido selecionado o candidato do Estado do Rio de Janeiro. A solução proposta permite reduzir em cerca de 32% os custos do sistema se comparado com os do atual e também ampliar o atendimento das demandas para um nível de serviço em 95%.

Palavras-chave

Localização de instalações; compartilhamento de riscos, depósito central; materiais de saúde.

Abstract

Franco, Jorge Eduardo; Repolho, Hugo Miguel Varela (Advisor). **Case study about hub location to essential health materials for the Brazilian Navy**. Rio de Janeiro, 2016. 87p. MSc. Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

In recent years the Brazilian Navy Health's Service grew in the amount of medical care as soon also increased spending in this area, especially with health supplies, whose obtainment and storage are decentralized. The Health Military Organizations are scattered by the States of Brazil and far from manufacturers and suppliers, so the costs of transport and storage become very costly to this supply chain. Facility location is a strategic factor with direct consequences on the performance and operation to the supply chain and its success or failure. In this context, this study aims to propose the improvement the Navy's health supplies supply chain through the location of a central warehouse of these supplies. The location of the central warehouse is determined using a mathematical location model with risk pooling aim to minimize the total distribution system cost. Based on demand information provided by the Health Military Organizations the model was tested for nine warehouse candidates and State of Rio de Janeiro was selected. The proposed solution allows reducing by about 32% the cost of the system compared with the current and also to expand meet the demands for a service level of 95%.

Keywords

Facility location; risk pooling; central warehouse; health supplies.

Sumário

| | |
|--|----|
| 1. Introdução | 16 |
| 2. Metodologia | 22 |
| 2.1. Projeto de estudo de caso | 23 |
| 2.2. Coleta de evidências | 25 |
| 2.2.1. Pesquisa documental | 26 |
| 2.2.2. Entrevistas | 27 |
| 2.2.3. Levantamentos | 29 |
| 2.3. Metodologia de análise | 30 |
| 3. Revisão Bibliográfica | 32 |
| 3.1. A logística | 32 |
| 3.2. Os custos na logística | 35 |
| 3.3. O gerenciamento na cadeia de suprimentos | 37 |
| 3.4. O estoque na cadeia de suprimentos | 39 |
| 3.5. O compartilhamento de risco | 41 |
| 3.6. Os tipos de sistemas | 42 |
| 3.7. A configuração de uma cadeia de suprimentos | 43 |
| 3.8. A localização de instalações em uma cadeia de suprimentos | 46 |
| 3.9. Os modelos de localização de instalações | 49 |
| 3.10. O modelo de localização com compartilhamento de riscos | 51 |
| 4. Estudo de Caso | 55 |
| 4.1. A cadeia de suprimentos de itens de saúde na Marinha | 56 |
| 4.2. Os itens de saúde e a sistemática da atual cadeia | 64 |
| 4.3. Parâmetros utilizados no modelo de localização | 66 |
| 4.3.1. Média e desvio padrão da demanda | 67 |
| 4.3.2. Custos de transporte | 67 |
| 4.3.3. Custo fixo de localização | 70 |

| | |
|--|----|
| 4.3.4. Custo fixo por encomenda e custo fixo por remessa | 71 |
| 4.3.5. Custo de manutenção de estoque | 73 |
| 4.3.6. Tempo de espera | 74 |
| 4.3.7. Outros parâmetros | 74 |
| 4.4. O modelo matemático utilizado | 74 |
| 4.5. Resultados obtidos para a localização do depósito central | 75 |
| 4.6. Os custos com a atual cadeia de suprimentos de saúde | 77 |
| 4.7. As economias geradas na cadeia de suprimentos | 79 |
| | |
| 5. Conclusão | 81 |
| | |
| 6. Referências bibliográficas | 85 |
| | |
| 7. Apêndice | 87 |

Siglas

| | |
|------------------------|---|
| AM | Estado do Amazonas |
| BA | Estado da Bahia |
| CCIM | Centro de Controle de Inventário da Marinha |
| CeIM | Centro de Intendência da Marinha |
| COMRJ | Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro |
| DAbM | Diretoria de Abastecimento da Marinha |
| DC | Depósito Central |
| DGMM | Diretoria Geral do Material da Marinha |
| DSM | Diretoria de Saúde da Marinha |
| DepMSMRJ | Depósito de Materiais de Saúde da Marinha no Rio de Janeiro |
| DepNavRJ | Depósito Naval do Rio de Janeiro |
| DF | Distrito Federal |
| EMA | Estado Maior da Armada |
| HCM | Hospital Central da Marinha |
| HNMD | Hospital Naval Marcílio Dias |
| HNBe | Hospital Naval de Belém |
| HNBra | Hospital Naval de Brasília |
| HNLa | Hospital Naval de Ladário |
| HNNa | Hospital Naval de Natal |
| HNRe | Hospital Naval de Recife |
| HNSa | Hospital Naval de Salvador |
| MB | Marinha do Brasil |
| MS | Estado do Mato Grosso do Sul |
| NAsH C Chagas | Navio de Assistência Hospitalar Carlos Chagas |
| NAsH Dr. Montenegro | Navio de Assistência Hospitalar Doutor Montenegro |
| NAsH O. Cruz | Navio de Assistência Hospitalar Osvaldo Cruz |

| | |
|------------------------|---|
| NAsH S. Meirelles | Navio de Assistência Hospitalar Soares de Meirelles |
| NAsH Ten. Maximiano | Navio de Assistência Hospitalar Tenente Maximiano |
| OCM | Odontoclínica Central da Marinha |
| OM | Organização Militar |
| OMFM | Organização Militar com Facilidades Médicas |
| OMH | Organização Militar Hospitalar |
| OMS | Organização Militar de Saúde |
| OTAN | Organização do Tratado do Atlântico Norte |
| PA | Estado do Pará |
| PE | Estado de Pernambuco |
| PNCG | Policlínica Naval de Campo Grande |
| PNN | Policlínica Naval de Niterói |
| PNNSG | Policlínica Naval Nossa Senhora da Glória |
| PNMa | Policlínica Naval de Manaus |
| PNRG | Policlínica Naval de Rio Grande |
| RMS | Relação de Materiais de Saúde |
| RMS-1 | Relação de Materiais de Saúde do Tipo - 1 |
| RJ | Estado do Rio de Janeiro |
| RN | Estado do Rio Grande do Norte |
| RS | Estado do Rio Grande do Sul |
| SAbM | Sistema de Abastecimento da Marinha |
| SGM | Secretaria-Geral da Marinha |
| SNNF | Sanatório Naval de Nova Friburgo |
| SP | Estado de São Paulo |
| UISM | Unidade Integrada de Saúde Mental |

Listas de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Estrutura do Sistema de Abastecimento da Marinha | 59 |
| Figura 2 - CeIM regionais com fabricantes e distribuidores | 62 |
| Figura 3 - Organizações Militares de Saúde da Marinha | 63 |
| Figura 4 - Depósito central localizado no CeIMRJ | 77 |

Listas de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Os custos de distribuição em uma cadeia de suprimentos | 36 |
| Tabela 2 - Atendimentos prestados pelas Organizações Militares de Saúde | 55 |
| Tabela 3 - Itens da RMS-1 por categorias | 66 |
| Tabela 4 - Índice i e j por CeIM regional por Estado | 67 |
| Tabela 5 - Média e desvio padrão da demanda (em unidades / dia) para os itens da RMS-1 das OMS por categoria e consolidados por CeIM regional | 67 |
| Tabela 6 - Distâncias médias (em quilômetros) entre os CeIM regionais | 68 |
| Tabela 7 - Distâncias médias (em quilômetros) entre os CeIM regionais e suas OMS clientes no Estado | 69 |
| Tabela 8 - Custos com transporte (em R\$/unidade) dos itens da RMS-1 entre os CeIM regionais | 69 |
| Tabela 9 - Custos com transporte (em R\$/unidade) dos itens da RMS-1 entre os CeIM regionais e suas OMS clientes no Estado | 70 |
| Tabela 10 - Custo por unidade (R\$/unidade) para enviar do fornecedor ou distribuidor de São Paulo para os CeIM regionais | 70 |
| Tabela 11 - Os custos fixos de localização (em R\$/ano) de um depósito central | 71 |
| Tabela 12 - Custo Fixo de Encomenda Estimado do fornecedor ou distribuidor de São Paulo para os CeIM regionais (em R\$/unidade) | 72 |
| Tabela 13 - Custo fixo por remessa Estimado do fornecedor ou distribuidor de São Paulo para os CeIM regionais (em R\$/unidade) | 73 |
| Tabela 14 - Custos com a manutenção do estoque para um depósito de materiais de saúde (em R\$/ano) | 73 |
| Tabela 15 - Tempo médio para entrega (L_j) dos fabricantes ou distribuidores em São Paulo para os CeIM regionais (em dia) | 74 |
| Tabela 16 - Custos (R\$/ano) do Sistema por CeIM candidato a depósito central | 76 |
| Tabela 17 - Custos com transporte (em R\$/unidade) dos itens da RMS-1 do fabricante ou distribuidor em São Paulo para as OMS regionais | 78 |

Tabela 18 - Custo estimado com mão de obra administrativa de um depósito de materiais de saúde na atual cadeia de suprimentos 78

Tabela 19 - Custos da atual cadeia de suprimentos consolidado por CeIM regional para os itens da RMS-1 (em R\$/ano) 79

Com respeito aos métodos militares, temos: primeiro, a medida; segundo, a estimativa de quantidade; terceiro, os cálculos; quarto, o equilíbrio de chances; e, quinto, a vitória.

Sun Tzu, *A Arte da Guerra*

1 Introdução

Atualmente, num mundo globalizado no qual as cadeias de suprimentos concorrem entre si pela fidelização de clientes e domínio de uma fatia de mercado, o estudo da logística de suprimentos e de distribuição e da logística reversa têm cada vez mais importância para as empresas que querem ser bem-sucedidas em suas áreas de atuação. Desprezar o potencial destas ferramentas pode trazer consequências graves para o plano estratégico das empresas, para a sua manutenção no mercado e para a sua saúde financeira de acordo com Simchi-Levi et al. (2010).

Uma cadeia de suprimentos eficaz e eficiente permite o bom desenvolvimento das atividades das empresas pelo apoio adequado às suas ações. Esse apoio é baseado na entrega do material ou serviço nas quantidades necessárias, no local exato e no prazo acordado, conforme Simchi-Levi et al. (2010).

Para que a eficácia e eficiência de uma cadeia de suprimentos sejam possíveis é necessária a coordenação dos fluxos de suprimentos, produtos e serviços no sentido de ida dessa cadeia e os de informações, de receitas e de produtos para reparos ou reciclagem no sentido de volta. A coordenação deve ainda ser pensada em consonância com as novas tecnologias que geram outras exigências competitivas e que muitas vezes obrigam as empresas a reverem seus planejamentos estratégicos para se readequarem as novas realidades de modo a obterem vantagem competitiva visando manterem-se no mercado de acordo com Novaes (2015).

A mudança no planejamento estratégico das empresas pode ir, conforme elencado por Ballou (2006), desde o desenvolvimento de relações fornecedor-comprador para uma empresa até à localização de instalações dentro de uma cadeia de suprimentos.

A localização de instalações é uma decisão de nível estratégico. Essa decisão é para um horizonte temporal de longo prazo, mais que um ano, e com um investimento de um montante considerável de recursos financeiros. É uma decisão que estabelece a forma de trabalho de uma cadeia de suprimentos com base nos objetivos determinados na missão da empresa e que define se a empresa sobrevive ou não no ambiente competitivo conforme Ballou (2006).

O enfoque deste estudo é uma das Forças Armadas Brasileiras, as quais são definidas como as instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República do Brasil, destinam-se a defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei de da ordem, conforme Brasil (2016).

De entre os ramos das Forças Armadas, este estudo foca na Marinha do Brasil, em particular a cadeia de suprimentos de materiais de saúde. De acordo com Brasil (2009), a prontidão operativa de uma Força Naval guarda uma estreita relação de dependência com o desenvolvimento e a operação de um adequado sistema de apoio logístico com enfoque nas principais funções logísticas afetas ao material, ou seja, o suprimento, o transporte e a manutenção, buscando o melhor rendimento dos recursos financeiros disponíveis e sem perder a prontidão, tanto na paz quanto em situações de conflito, visando atender as demandas das forças mobilizadas mantendo-as em condições combate. Para isso a Marinha do Brasil, particularmente o Setor do Abastecimento, busca manter um fluxo adequado do material necessário, desde as fontes de obtenção até às Organizações Militares Consumidoras, sejam Forças Navais ou demais Organizações Militares, com o propósito de prever e provê-las com os materiais necessários a manutenção de sua plena eficiência.

A cadeia de suprimentos dos itens essenciais de saúde atende principalmente as Organizações Militares de Saúde e dividem-se em:

- a) Organizações Militares Hospitalares, que são os Hospitais Navais;
- b) Organizações Militares com Facilidades Médicas, que são:
 - b.1) Policlínicas Navais;

- b.2) Ambulatórios Navais;
- b.3) Sanatórios Navais;
- b.4) Unidades Integradas de Saúde Mental; e
- b.3) Navios de Assistência Hospitalar.

As Organizações Militares de Saúde localizadas no Estado do Rio de Janeiro são atendidas pela atual cadeia de suprimentos de itens essenciais de saúde e eventualmente atende as demandas das demais Organizações Militares de Saúde dos outros Estados do Brasil (Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Pará, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal e Amazonas), onde a Marinha possui um Comando de Distrito Naval.

O Comando da Marinha divide o território brasileiro em nove áreas de atuação, por meio de controle aquaviário e de salvamento e resgate, os chamados Comandos de Distritos Navais. A esses Distritos são vinculados, para a prestação de serviços na área da saúde aos militares e suas missões, Hospitais, Policlínicas, Ambulatórios e Navios de Assistência Hospitalar próprios da Força na região.

O Setor do Abastecimento, com base em critérios técnicos e gerenciais, relacionou os itens essenciais de saúde, em 326 itens necessários ao funcionamento de uma unidade hospitalar, que compõem uma listagem chamada de Relação de Materiais de Saúde do Tipo 1 e agrupados em cinco categorias: medicamentos controlados, materiais de grande volume, material médico cirúrgico, medicamentos e materiais odontológicos.

Este estudo procura dar resposta a seguinte questão: Como pode a Marinha do Brasil aperfeiçoar a sua cadeia de suprimentos de materiais de saúde? O objetivo geral do estudo é então propor a localização de um depósito central, que funcionará como um centro de distribuição (*hub*), no território brasileiro, que reduza os custos com distribuição e armazenagem dos itens essenciais de saúde pelo Sistema de Abastecimento e que atenda a demanda das Organizações Militares de Saúde pertencentes à Marinha do Brasil.

A partir da questão central surgem outras questões intermediárias às quais correspondem objetivos específicos. A saber:

a) Como é feita a obtenção, a armazenagem e a distribuição dos itens essenciais de saúde na cadeia de suprimentos da Marinha? Surge o seguinte objetivo específico: Apresentar a atual estrutura da cadeia de suprimentos e o seu tratamento dado à obtenção, a armazenagem e a distribuição dos itens essenciais de saúde pelo Sistema de Abastecimento para as Organizações Militares de Saúde.

b) Como a Marinha define quais são os dos itens essenciais de saúde e quem são seus principais consumidores? Surge o seguinte objetivo específico: Apresentar os itens essenciais de saúde, que são definidos pelo Sistema de Abastecimento em conjunto com a Área de Saúde da Marinha, e também os principais consumidores desses itens na Marinha.

c) Onde será localizado o depósito central para os itens essenciais de saúde? A partir dessa questão, foi estabelecido o seguinte objetivo específico: Propor a localização para a instalação de um depósito central que armazene e distribua os itens essenciais de saúde, no território brasileiro, que reduza o custo total do sistema a fim de atender em 95% a demanda das Organizações Militares de Saúde pertencentes à Marinha do Brasil.

d) Quais as economias esperadas com a localização de um depósito central? Surge o seguinte objetivo específico: Expor as potenciais economias com os custos de distribuição e armazenagem em decorrência da localização do depósito central proposto.

Para determinar a localização do depósito central foi utilizado um modelo matemático de localização com compartilhamento de riscos (*risk pooling*) apresentado por Snyder et al. (2007), o modelo busca localizar os depósitos centrais a fim de minimizarem a soma dos custos fixos de localização, custos de transporte e os custos de inventário, e aproveitando os efeitos do compartilhamento de riscos na consolidação dos locais de estoque na cadeia de suprimentos.

Esse modelo foi escolhido porque atende a questão central desse trabalho e visou à diminuição dos custos com armazenagem, distribuição e descarte dos

materiais de saúde. A opção por um depósito central em detrimento dos depósitos regionais pretende beneficiar-se do compartilhamento de riscos no remanejamento dos materiais para a cobertura de demandas.

O compartilhamento de riscos é um conceito que visa reduzir a formação de estoque de segurança devido à variabilidade da demanda com base na agregação de estoque de várias unidades. Uma vez agregada a demanda entre diferentes locais, aumenta-se a probabilidade de que a alta demanda de um cliente seja contrabalançada pela baixa demanda de outro, sendo que esta diminuição na variação permite a redução dos estoques de segurança e médio (Simchi-Levi et al., 2010).

Foram levantadas as demandas das Organizações Militares de Saúde dos nove Estados sede dos Comandos de Distritos Navais e consolidando-as no Centro de Intendência localizado no respectivo Estado de suas Organizações Militares de Saúde clientes.

No modelo foram introduzidas as informações das demandas dos anos de 2010 a 2015 fornecidas por vinte Organizações Militares de Saúde, previamente selecionadas com base em perfil de grande consumidora de itens essenciais de saúde e da grande quantidade de atendimentos médico-hospitalares prestados.

As bases do modelo matemático foram testadas, para cada um dos nove depósitos candidatos (cada um corresponde a uma das áreas de atuação do Comando da Marinha), e obtidos os seus custos de operação para a cadeia de suprimentos. Os depósitos candidatos foram aqueles que estão localizados no Estado brasileiro que possui um Comando de Distrito Naval ou uma Organização Militar de Saúde com porte de Hospital.

O critério de decisão para a escolha do local de implementação do depósito central foi o de menor custo total para a cadeia de suprimentos apresentado pelo Centro de Intendência regional candidato, após a utilização das bases modelo matemático de localização de Snyder et al. (2007).

Esta dissertação apresenta a seguinte divisão por capítulos, no Capítulo 1 é feita uma introdução ao trabalho, no Capítulo 2 apresenta a metodologia de pesquisa utilizada para a coleta de dados e a sua análise, além da elaboração e da condução do estudo de caso, no Capítulo 3 é feita uma revisão bibliográfica com vistas à identificação do método de localização mais apropriado para o estudo de caso apresentado, no Capítulo 4 é apresentado o estudo de caso de acordo com os parâmetros definidos no capítulo anterior e o modelo utilizado para a localização e no Capítulo 5 é apresentada a localização, seus benefícios e as sugestões para a possível implantação de um depósito central.

2 Metodologia

Neste capítulo, descreve-se a metodologia de pesquisa utilizada para a coleta de dados e sua análise, além da elaboração e da condução do estudo de caso.

De acordo com as referências de Yin (2015) e Vergara (2014), sobre o estudo da teoria voltada para a pesquisa e os questionamentos acima elencados, adotou-se o estudo de caso como o método de pesquisa. Ressalta-se, porém, que para a elaboração desse trabalho, foi utilizado um método misto, com a realização de pesquisas bibliográficas, documentais, de campo e *ex post facto*, na qual são considerados que os fatos observados no estudo de caso são espontâneos e não foram provocados pelo pesquisador, conforme a taxionomia proposta por Vergara (2014). E com base na mesma referência a pesquisa pode ainda ser classificada como exploratória em relação ao seu objetivo, pois torna o problema explícito e permitindo uma maior conscientização do mesmo.

A pesquisa bibliográfica foi a base para a fundamentação teórico-metodológica para a realização do trabalho, iniciando a investigação dos seguintes temas: *facility location*, *hub location*, *safety stock*, e *risk pooling*.

Quanto às pesquisas de campo e documental tiveram por objetivo o recolhimento de subsídios essenciais para a elaboração do estudo de caso apresentado nesse trabalho. A pesquisa de campo incluiu entrevistas e um levantamento de dados que compilados e analisados forneceram informações relevantes para o estudo de caso. A pesquisa documental, tanto dos documentos produzidos no âmbito da Marinha do Brasil quanto os produzidos externamente a ela, também forneceram evidências relevantes.

Em se tratando da abordagem de análise *ex post facto*, fez-se intrínseca ao processo de análise de dados pelo fato de questionar, baseados nas demandas dos

itens essenciais de saúde apresentados pelas Organizações Militares de Saúde, sobre as economias de escala pelas obtensões conjuntas e a redução nos custos com distribuição e armazenagem no Sistema e para cada Organização Militar de Saúde que poderiam ser obtidas se a hipótese da localização e instalação, em território brasileiro, de um depósito central para esses itens de saúde fosse implementada.

2.1 Projeto de estudo de caso

Na fase de projeto de estudo de caso, identificou-se a necessidade de realização de um estudo de caso exploratório único e também integrado. Esse estudo de caso apresenta-se exploratório em virtude de que, até o presente momento, não foram verificados trabalhos anteriores voltados para a localização em território brasileiro de um depósito central para os itens essenciais de saúde para atendimento das demandas das Organizações Militares de Saúde da Marinha do Brasil.

Este projeto é considerado único, pois o cerne do questionamento central é constituído por um caso particular no contexto das localizações de instalações e do tratamento do compartilhamento de riscos (*risk pooling*) com a consequente redução dos estoques médios e de segurança pela centralização da armazenagem desses itens em um único depósito central.

Em última análise, esse estudo de caso é classificado como integrado em razão das questões vinculadas expostas poderem ser agrupadas em diferentes unidades integradas de análise, conforme a metodologia de Yin (2015).

De acordo com os critérios de julgamento da qualidade dos projetos de pesquisa sugeridos por Yin (2015), foram definidos:

a) Como parâmetros para a investigação nas diferentes unidades e como critério de validade do constructo: foram identificadas as medidas operacionais corretas para os conceitos que estão sendo estudados neste trabalho;

b) Como critério de validade externa: foi definindo o domínio para o qual as descobertas desse trabalho podem ser generalizadas; e

c) Como critério de confiabilidade: foram demonstrados, em detalhes, os procedimentos de pesquisa (coleta de dados) e a possibilidade de poderem ser repetidos, com os mesmos resultados.

São descritos os parâmetros adotados para cada uma das unidades integradas de análise:

a) Unidade - 1: A estrutura organizacional e a sistemática da cadeia de suprimentos de itens essenciais de saúde na Marinha:

a.1) Apresentar a estrutura do Sistema de Abastecimento da Marinha para a cadeia de suprimentos dos itens essenciais de saúde;

a. 2) Mostrar a sistemática de obtenção, armazenagem e distribuição dos itens essenciais de saúde no Sistema de Abastecimento e nas Organizações Militares de Saúde da Marinha;

b) Unidade - 2: A seleção dos itens essenciais de saúde e das Organizações Militares de Saúde a serem trabalhados:

b.1) Apontar quais são os itens de saúde considerados como itens essenciais para o funcionamento das Organizações Militares de Saúde, com base em critérios estabelecidos pelo Sistema de Abastecimento em conjunto com Sistema de Saúde da Marinha; e

b.2) Delimitar quem são os clientes para os itens essenciais de saúde levando em consideração o perfil de demanda e os atendimentos médico-hospitalares prestados pelas Organizações Militares de Saúde.

c) Unidade - 3: A localização de um depósito central para armazenagem e distribuição dos itens essenciais de saúde para a Marinha do Brasil:

c.1) Apresentar o histórico das demandas das Organizações Militares de Saúde referentes aos itens essenciais de saúde dos anos de 2010 a 2015, que servirão de base para a aplicação em um modelo de localização; e

c.2) Utilizar um modelo matemático para que, com base nas demandas das Organizações Militares de Saúde e nos custos com transporte, seja localizado, no território brasileiro, um depósito central, que possibilite a diminuição dos custos com transporte, armazenagem e reduza os estoques

médio e de segurança dos itens essenciais de saúde nas Organizações Militares de Saúde.

d) Unidade - 4: As economias esperadas com a localização de um depósito central:

d.1) As economias geradas pelo novo processo na cadeia de suprimentos após a localização do depósito central em comparação com o processo atual; e

d.2) As economias de escala com as obtenções, armazenagem e distribuição dos itens essenciais de saúde pela centralização dos estoques.

No tocante ao presente estudo de caso, as descobertas feitas por este trabalho, em princípio, são válidas somente para a realidade vivida pela Marinha do Brasil. Destacam-se que as descobertas aqui encontradas podem ser utilizadas em outros estudos de localização de instalações até mesmo para outros tipos de materiais como os itens de suprimentos de intendência, os itens de sobressalentes de motores de navios e submarinos, itens de fardamento e itens de sobressalentes de aviação além de outros itens de materiais que necessitem ser logisticamente gerenciados pela Força.

Referente aos procedimentos de pesquisa serão detalhadamente apresentados em um roteiro para a coleta de dados, que também serão descritos e analisados.

2.2 Coleta de evidências

Com base na metodologia proposta por Yin (2015) para a verificação dos parâmetros apresentados nas quatro unidades integradas foram utilizadas as seguintes fontes de evidências que são a documentação, as entrevistas e os levantamentos.

A coleta de evidências referentes às demandas das Organizações Militares de Saúde foi dos anos de 2010 a 2015. Para os anos anteriores não foram selecionados, pois em algumas dessas Organizações Militares as comprovações

ainda eram feitas e armazenadas em papel, o que exigiria assim muito tempo de pesquisa e o deslocamento de militares de outras funções para fazerem esse levantamento, que acabaria por extrapolar o tempo máximo estabelecido para a prontificação deste trabalho.

2.2.1 Pesquisa documental

A pesquisa documental teve por objetivo a busca e obtenção de dados quantitativos e qualitativos. Os dados quantitativos serviram de subsídios para a solução da unidade de número 3, os dados qualitativos serviram de subsídios as demais unidades de análise.

Os dados quantitativos obtidos foram às demandas, extraídas das comprovações mensais de material, solicitadas diretamente às Organizações Militares de Saúde. Também foram obtidos os custos de transportes de carga de materiais de saúde válidos para os anos de 2011 a 2015, que foram fornecidos pelo Depósito Naval do Rio de Janeiro através de seu último processo licitatório e consultados pelo Portal de Compras do Governo Federal.

As demandas foram encaminhadas através de e-mail dos gestores de material das Organizações Militares de Saúde para o autor, o qual fez as compilações e adequações de formatação necessárias, para poderem ser utilizados no modelo de localização. Foram compilados os dados de demandas das seguintes Organizações Militares de Saúde das:

- a) Oito Organizações Militares Hospitalares;
- b) Odontoclínica Central da Marinha; e
- c) Onze Organizações Militares com Facilidades Médicas.

Os dados quantitativos dos valores do custo de transporte de carga para materiais de saúde foram encaminhados através de e-mail do gestor de tráfego de cargas nacional para o autor e validados pela consulta ao Portal de Compras do

Governo Federal e extraídos e compilados esses valores praticados pela Marinha do Brasil.

Os dados qualitativos são: as atribuições dos Órgãos pertencentes a estrutura do Sistema de Abastecimento da Marinha que atuam na cadeia de suprimentos dos itens essenciais de saúde; os processos logísticos para esses itens na Marinha; a seleção e definição dos itens essenciais de saúde.

2.2.2 Entrevistas

Por ocasião da pesquisa documental, foi identificado que na Marinha existe um Depósito de Materiais de Saúde, no Rio de Janeiro, responsável pela armazenagem e distribuição dos itens essenciais de saúde e que atendem, principalmente, as demandas das Organizações Militares de Saúde localizadas no Rio de Janeiro e eventualmente as Organizações Militares nos demais Estados brasileiros.

O controle dos estoques e as previsões de demanda dos itens essenciais de saúde são feitas pelo Centro de Controle de Inventário da Marinha (CCIM). A licitação para o fornecimento desses itens ao Depósito de Materiais de Saúde da Marinha no Rio de Janeiro (DepMSMRJ) é feita pelo Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro (COMRJ). E a distribuição para as Organizações Militares de Saúde fora do Rio de Janeiro é executada pelo Depósito Naval do Rio de Janeiro (DepNavRJ).

Com visto a obter informações mais detalhadas sobre a cadeia de suprimentos dos itens essenciais de saúde na Marinha foram realizadas três entrevistas, uma no DepMSMRJ, outra no CCIM e outra no DepNavRJ, de acordo com a metodologia sugerida por Yin (2015), com os seguintes objetivos específicos:

a) Conhecer o funcionamento da cadeia de suprimentos dos itens essenciais de saúde na Marinha e o papel que cada órgão exerce nessa cadeia e suas atribuições principais;

b) Apresentar os critérios de seleção, dentre todos os itens essenciais de saúde disponíveis no mercado, aqueles que compõem a relação de materiais de saúde do tipo 1 para o funcionamento de quaisquer Organizações Militares de Saúde da Marinha;

c) Conhecer o funcionamento do DepMSMRJ, capacidades, limitações de armazenagem, políticas de estoque e fornecimento dos itens essenciais de saúde para todas as Organizações Militares de Saúde;

d) Obter dados referentes às demandas das Organizações Militares de Saúde do Rio de Janeiro pelo CCIM, políticas de estoque, classificações dos materiais de saúde, critérios de obtenção, armazenagem e fornecimento; e

e) Obter informações da distribuição do DepNavRJ, nomeadamente dados referentes aos custos com transportes para os itens essenciais de saúde para as principais cidades dos Estados brasileiros, informações do processo licitatório para a contratação desse serviço e a sua dinâmica de funcionamento.

No DepMSMRJ foram entrevistados a Encarregada da Divisão Técnica, o Encarregado da Divisão de Abastecimento e a ajudante da Divisão de Abastecimento. No CCIM foi entrevistada a ajudante do Encarregado da Divisão de Material de Saúde. No DepNavRJ foi entrevistado o ajudante do Encarregado da Divisão de Tráfego de Cargas II.

Foram entrevistas abertas, nas quais se buscou obter minuciosamente informações relevantes do DepMSMRJ, do CCIM e do DepNavRJ referentes ao funcionamento da cadeia de suprimentos dos itens essenciais de saúde. Segundo a metodologia sugerida por Vergara (2014), em formato de reunião no DepMSMRJ da qual os três oficiais e o autor participaram, no CCIM e no DepNavRJ foram reuniões reservadas.

Com os dados fornecidos nessas entrevistas foi possível visualizar como funciona a cadeia de suprimentos dos itens essenciais de saúde pelo Sistema de Abastecimento da Marinha. E permitiu através de um modelo matemático a

localização para a instalação de um depósito central (*hub*) para a armazenagem e distribuição dos itens essenciais de saúde, no território brasileiro.

2.2.3 Levantamentos

Através da pesquisa documental, foram levantados os dados referentes às demandas de consumo dos itens essenciais de saúde.

Não foram considerados os Ambulatórios Navais, o Sanatório Naval de Nova Friburgo, a Unidade Integrada de Saúde Mental, o Hospital do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro e os Departamentos de Saúde das Organizações Militares de Formação da Marinha, pois apresentaram uma demanda muito pequena desses itens, praticamente não influenciando na localização do depósito central. Por isso, optou-se pelo levantamento junto às Organizações Militares de Saúde anteriormente selecionadas.

Foi encaminhado, via *e-mail*, um questionário, em forma de planilha, com as instruções necessárias ao preenchimento da mesma, para o levantamento dos dados referentes às demandas. As respostas foram recebidas também via *e-mail*. O modelo de questionário e as instruções de preenchimento constam no Apêndice 1.

Os itens essenciais de saúde, que compõem uma relação de materiais de saúde do tipo 1, foram assim levantados e trabalhados para a localização do depósito central. Essa relação é composta por 326 itens catalogados, cujo critério é a alta criticidade, dificuldades na obtenção, seu o prazo de perecibilidade – que é em média de dois anos - são itens, em sua maioria, de pronto uso e considerados necessários ao funcionamento das Organizações Militares de Saúde, conforme estabelecido em Brasil (2009).

Segundo a metodologia sugerida por Yin (2015), trata-se de um levantamento formal. E conforme Vergara (2015) o questionário utilizado é estruturado e fechado. O levantamento visou coletar os dados quantitativos referentes às demandas, os quais foram compilados com os seguintes objetivos:

- a) Verificar o perfil de consumo das Organizações Militares de Saúde;
- b) Apurar a demanda real de cada Organização Militar de Saúde por meio de um tratamento estatístico;
- c) Utilizar as demandas e os custos com transportes como parâmetros no modelo matemático para a localização de um depósito central para os itens essenciais de saúde;
- d) Com base na combinação dos dados apresentados nas alíneas b e c, inferir a economia de processos e de escala que poderiam ser obtidas a partir da localização e implementação de um depósito central para esses itens se comparada com dinâmica e estrutura da atual cadeia de suprimentos existentes na Marinha.

Para a operacionalização do levantamento, os questionários e as instruções de preenchimento foram encaminhados via *e-mail* às 20 Organizações Militares de Saúde selecionadas para participarem da pesquisa. A Diretoria de Abastecimento da Marinha foi a Organização Militar de consolidação dos dados pelo Núcleo de Catalogação do Material da Marinha através de sua Central de Operação e Arquivo da Marinha, que é uma das Divisões onde está lotado o autor. Foi estipulado um prazo de cerca de quarenta dias para a restituição do questionário pelas Organizações Militares de Saúde, e todas as elas responderam à pesquisa, contemplando um total de cerca de 54 profissionais, entre servidores civis e militares, envolvidos na gestão e controle dos itens de RMS-1, entrevistados.

2.3 Metodologia de análise

As evidências coletadas foram aglutinadas em quatro unidades integradas de análises definidas no projeto de estudo de caso. Na sequência, para a análise das mesmas, foram utilizadas ferramentas estatísticas para a demanda e a aplicação de modelo matemático para a localização do depósito central para os itens essenciais de saúde.

Para a análise dos dados obtidos foi utilizado um tratamento estatístico para a obtenção da média e desvio padrão das demandas referentes ao período de 2010 a 2015 por categoria de material de saúde e por Organização Militar de Saúde.

Para solucionar o problema de localização do depósito central para os itens essenciais de saúde da Marinha utilizou-se modelo de localização de instalações com compartilhamento de riscos apresentado por Snyder et al (2007). As duas análises (estatística e de localização) foram processadas por planilhas eletrônicas com o auxílio do *software Microsoft Excel*[®] em sua versão 2013.

3 Revisão Bibliográfica

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

3.1 A logística

As referências mais antigas que se conhecem sobre a logística são encontradas nas obras de dois estudiosos da arte da guerra na primeira metade do século XIX. A primeira obra, que se tem notícia, pertence ao General Carl Phillip Gottlieb von Clausewitz (1780-1831), estrategista militar da antiga Prússia, em que dividia a Arte da Guerra em dois ramos um, a tática e o outro, a estratégia, mas não mencionou e nem definiu a logística especificamente, embora tenha reconhecido a existência de atividades de apoio, sustento e preparação para a guerra (Brasil, 2003). A segunda obra pertence ao Barão Antoine-Henri Jomini (1779-1869), contemporâneo de Clausewitz, que mencionou pela primeira vez a palavra logística definindo-a como a ação que conduz a preparação e sustentação das campanhas militares e sendo enquadrada como a ciência dos “detalhes” dentro dos Estados Maiores, de acordo com Brasil (2003).

No ano de 1917 o Tenente-Coronel George Cyrus Thorpe (1875-1936), do Corpo de Fuzileiros Navais dos Estados Unidos da América (EUA), em seu livro “Logística Pura: a ciência da preparação para a guerra” define que a estratégia e a tática proporcionam o esquema de condução das operações militares, enquanto a logística proporciona os meios, situando no mesmo patamar a logística, a estratégia e a tática na Arte da Guerra, conforme Brasil (2003).

Durante e após a 2ª Guerra Mundial, surgiu um dos maiores estudiosos da logística militar e considerado o “pai da logística moderna”, o Vice-Almirante Henry Effingham Eccles (1898-1986). Em seus estudos o Vice-Almirante concluiu que se os EUA seguissem os ensinamentos do Tenente-Coronel Thorpe

teriam sido economizados milhões de dólares na condução da 2ª Guerra Mundial, (Brasil, 2003).

No campo militar, a logística tem como papel primordial prever e prover o apoio necessário às Forças envolvidas no Teatro de Operações de maneira que cumpram os objetivos de suas missões. De acordo com o preconizado no manual de logística do Ministério da Defesa do Brasil, a logística militar é conceituada, de maneira geral, como o conjunto de atividades relativas à previsão e provisão dos recursos e dos serviços necessários à execução das missões das Forças Armadas, conforme Brasil (2003).

A Marinha do Brasil assim define a logística militar em seu Manual de Logística da Marinha, conforme Brasil (2003):

“Logística é a componente da arte da guerra que tem como propósito obter e distribuir às Forças Armadas os recursos de pessoal, material e serviços em quantidade, qualidade, momento e lugar por elas determinados, satisfazendo as necessidades na preparação e na execução de suas operações exigidas pela guerra”.

Não nos faltam exemplos históricos de conflitos militares que foram decididos em função do poder combatente e da capacidade logística, ou pela ausência ou falha dos mesmos. Para exemplificar o conceito, temos a Operação Tempestade no Deserto, que foi a invasão de uma coalisão de nações lideradas pelos Estados Unidos da América aos territórios do Kuwait e Iraque no ano de 1991, em que foi transportado por ar e por mar um grande volume, em quantidade e variedade, de materiais por longas distâncias em um tempo extremamente curto.

A Marinha executa missões de paz para a Organização das Nações Unidas, podemos citar a Missão de Paz no Haiti, pelo envio de um considerável contingente militar, em terra, e com suas instalações de apoio, cuja missão é patrulhar e conter quaisquer focos de conflito no país, o apoio a essa missão se dá via modais aéreo e marítimo. Outra missão de destaque é a Missão de Paz no Líbano, com o envio de um navio de guerra da MB, em regime de revezamento entre os navios, cuja missão são as ações de patrulhando no Mar Mediterrâneo na Costa do Líbano, no qual também a grande parte dos suprimentos e sobressalentes são transportados pelo modal aéreo e marítimo.

No princípio, o conceito logístico era exclusivamente ligado às operações militares, prestando o apoio silencioso e no momento certo de munições, víveres, equipamentos e serviço sanitário (médico e hospitalar) para o teatro de operações permitindo a continuação do avanço das tropas, segundo Novaes (2015). Esse conceito com o tempo também passou a ser absorvido e adaptado a realidade das empresas, surgindo a logística empresarial.

A logística empresarial surgiu pelo fato de as empresas terem a necessidade de transporte de produtos das unidades de produção para os depósitos e das lojas para os clientes, além da obtenção e armazenagem de matérias-primas para atender ao planejamento da produção e o estoque de produtos acabados para atender a demanda dos clientes, sendo atividades de apoio imprescindíveis, conforme Novaes (2015).

A logística empresarial moderna passou a agregar valores tanto à cadeia produtiva quanto ao consumidor. A saber, valor de lugar - a empresa transporta o produto até o cliente; o valor de tempo - o produto deve estar com o cliente no prazo combinado; o valor de qualidade - o produto chega ao seu destino final sem estar danificado ou com defeito; e o valor da informação - permite ao cliente rastrear, a qualquer momento, a encomenda. Adicionalmente, busca-se retirar do processo logístico todas as atividades, que não o agregam valor e representam somente custos e desperdício de tempo (Novaes, 2015).

Segundo referenciado por Novaes (2015) o *Council of Supply Chain Management Professionals*, norte americano, a logística é, assim conceituada:

“Logística é o processo de planejar, implantar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços de informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor.”

Os fluxos de matérias-primas, de produtos em processamento e de produtos acabados, estão presentes em todo o processo desde os fornecedores, durante a fabricação, seguindo para o varejista até ser entregue ao cliente final. O objetivo da cadeia de suprimentos é a satisfação dos seus requisitos e preferências. O fluxo

das receitas é em sentido contrário ao dos insumos e produtos. O fluxo de informações trafega em ambos os sentidos na cadeia. No sentido de ida ao consumidor, com informações de evolução dos materiais e, no sentido de volta do consumidor, com informações sobre a demanda, preferências, mudanças de hábitos e compras e do perfil socioeconômico, conforme Novaes (2015).

Como proposto por Ballou (2006), a logística ou cadeia de suprimentos é formada por um conjunto de atividades funcionais tais como: transporte, controle de estoques, manutenção de estoques, processamentos de pedidos, armazenagem, manuseio de materiais, embalagem, obtenção – seleção de fontes, obtenção – quantidades de compra, programação do produto – distribuição, programação do produto – fluxo de saída, programação do produto – orientar planejamento e controle da produção e a manutenção da informação.

Essas atividades são repetidas inúmeras vezes ao longo da cadeia pela qual as matérias-primas são convertidas em produtos acabados aos quais são agregados valor ao consumidor, de acordo com Ballou (2006). Dessas atividades elencadas, algumas serão destacadas na elaboração deste trabalho, são elas: as atividades de transporte, armazenagem e manutenção de estoques.

3.2 Os custos na logística

A distribuição física tem como finalidade levar os produtos certos, no momento certo, com o nível de serviço desejado, e pelo menor custo possível. Por outras palavras, distribuição física é o conjunto de processos operacionais e de controle que permite a transferência dos produtos desde o ponto de fabricação, até o ponto em que o produto é finalmente entregue ao consumidor final. Os custos decorrentes desta atividade estão ligados a quatro componentes essenciais: transporte, estoque, armazenagem e administração.

O transporte representa em média 4,43% das vendas conforme apresenta a Tabela 1, justificando a preocupação que assume na otimização de uma cadeia de suprimentos, que procura minimizar esse custo, desde que, seja mantido o nível de

serviço. No caso de uma Organização Governamental, cujo objetivo é fornecer um serviço público de qualidade a um menor custo possível, é importante que o custo com transporte seja minimizado e também seja mantido o mesmo nível de serviço prestado ao contribuinte.

Tabela 1: Os custos de distribuição em uma cadeia de suprimentos

| Categoria | Porcentagem de vendas | USD \$ / cwt |
|---|-----------------------|--------------|
| Transporte | 4,43% | 36,42 |
| Armazenagem | 1,99% | 16,16 |
| Serviço ao cliente / processamento de pedidos | 0,41% | 1,92 |
| Administração | 0,30% | 1,15 |
| Custo da manutenção de estoques a 18% ao ano | 2,22% | 14,09 |
| Custo total de distribuição | 9,34% | 69,74 |

Fonte: Davis e Drumm (2014)

Nos vários pontos ao longo de uma cadeia existem locais de acumulação de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados que são os chamados estoques, segundo definido por Ballou (2006). Esses estoques geram custos para a sua manutenção e controle, os quais podem ser minimizados visando maior agilidade e responsividade dessa cadeia.

Os custos com armazenagem e manutenção de estoques consomem respectivamente 1,99% e 2,22% em relação ao preço de venda, como apresentado na Tabela 1, e também podem ser minimizados. Uma cadeia de suprimentos, mais responsiva e ágil no atendimento aos requisitos e preferências de seus consumidores finais, deve diagnosticar, otimizar e monitorar seus custos com armazenagem, manutenção de estoques e distribuição.

O aumento da competitividade nos mercados levou as empresas a buscarem formas mais criativas e eficientes de atender as necessidades de seus clientes e conseqüentemente a uma forma de pensar todos os processos – compras, fornecimento, transporte, produção, armazenamento, estratégias de distribuição, desenvolvimento de produtos, marketing entre outros – de forma integrada com vista à redução de custos, tempos de entrega, preços e estoques e visando aumentar a flexibilidade da cadeia de suprimentos, a agilidade na produção e distribuição dos produtos e serviços. Então, com a evolução da logística, surgiu

um novo conceito o *Supply Chain Management* que traduzido para a Língua Portuguesa seria a Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.

3.3

O gerenciamento da cadeia de suprimentos

De acordo com Handfield e Ernest (1999), o gerenciamento da cadeia de suprimentos é definido como a coordenação estratégica de forma sistemática das funções de negócios e das táticas aplicadas a essas funções de negócio no interior de uma determinada organização e ao longo dos negócios no âmbito da cadeia de suprimentos, com o objetivo de otimizar o desempenho a longo prazo das empresas e instituições isoladamente e da cadeia como um todo.

Partindo dessa definição podemos observar que a logística é uma parte do processo referente ao gerenciamento da cadeia de suprimentos, que é definido por Simchi-Levi et al. (2010) como:

“Um conjunto de abordagens, que integra, com eficiência, fornecedores, fabricantes, depósitos e pontos comerciais, de forma que a mercadoria é produzida e distribuída nas quantidades corretas, aos pontos de entrega e nos prazos corretos, com o objetivo de minimizar os custos totais do sistema sem deixar de atender às exigências em termos de nível de serviço.”

Nesta definição entende-se que a gerenciamento da cadeia de suprimentos considera todas as instalações que tenham impacto no custo e que desempenhem um papel na fabricação do produto conforme as exigências do consumidor tomando como ponto de partida as instalações do fornecedor e do fabricante, passando pelos depósitos e centros de distribuição e indo até os varejistas e os pontos de comércio.

O conceito é ainda mais abrangente, pois inclui os clientes dos clientes e os fornecedores dos fornecedores, pois impactam no desempenho da cadeia de suprimentos do produto, cuja gestão tem por objetivo a eficiência na produção e dos custos para todo o sistema.

Os custos com transporte, distribuição, estoques de matérias-primas, de produtos em processamento e de produtos acabados são custos globais do sistema que precisam ser minimizados de forma sistêmica e não pontualmente.

Uma cadeia de suprimentos com seus elos integrados de forma eficiente acaba por englobar as atividades de uma empresa em diversos níveis, desde o estratégico, o tático até o operacional.

Segundo Simchi-Levi et al. (2010), para um eficiente gerenciamento da cadeia de suprimentos, alguns desafios devem ser superados, tais como:

a) As estratégias da cadeia de suprimentos não podem ser definidas isoladamente, pois são afetadas (e afetam) a cadeia de desenvolvimento a qual se preocupa com a apresentação de novos produtos. Além disso, as estratégias da cadeia devem estar alinhadas com os objetivos específicos da organização, como a expansão da fatia no mercado ou maximização dos lucros;

b) Projetar e operar uma cadeia de suprimentos maneira que os custos totais do sistema fossem minimizados e mantidos os níveis de serviço;

c) Todas as cadeias de suprimentos têm como aspectos inerentes a incerteza e o risco, um deles é a não exatidão da demanda do cliente e o segundo são os aumentos dos riscos advindos das tendências de terceirização e de produção enxuta, que visam a redução dos custos da cadeia. Elas devem ser projetadas e administradas para eliminar o máximo possível as incertezas e o risco, além de lidar eficientemente com os riscos e incertezas ainda remanescentes.

As principais decisões afetas ao gerenciamento da cadeia de suprimentos são elencadas por Simchi-Levi et al. (2010), nos três níveis de decisão estratégico, tático e operacional:

a) No nível estratégico: decisões com efeito duradouro para a organização; são as decisões de projeto do produto, produção interna ou terceirização, seleção de fornecedores, alianças estratégicas, número de depósitos e unidades de produção, suas localizações, suas capacidades e do fluxo de material na cadeia de suprimentos.

b) No nível tático: decisões com revisão semestral ou anual; são as decisões de compras e produção, políticas de estoque, estratégias de transporte e programação e o gerenciamento da produção e a frequência de visita aos clientes.

c) No nível operacional: decisões tomadas diariamente; são as decisões de programação e gerenciamento da produção, estimativas de *lead time*, definições de rotas e carregamento dos veículos.

3.4

O estoque na cadeia de suprimentos

Os estoques, conforme definidos por Ballou (2006), são acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, produtos em processamento e produtos acabados que surgem em vários pontos do canal de produção e na distribuição. As justificativas para a formação de estoque são a melhora do serviço ao cliente, disponibilidade do produto ou serviços, e a redução nos custos, principalmente por permitir que o volume de produção seja desacoplado da variação da demanda, além das economias em escala nas compras, nos transportes, nas compras antecipadas, inconstâncias nos prazos de produção e transporte e casos fortuitos. Porém manter estoques gera um custo de manutenção de cerca de 20 a 40% do seu valor por ano.

De acordo com Chopra e Meindl (2011), o estoque existe na cadeia de suprimentos devido a um descompasso entre a oferta e a demanda, sendo ele intencional ou não. Um papel importante desempenhado pelo estoque na cadeia é o de aumentar a quantidade de demanda que pode ser atendida por ter o produto pronto e disponível quando o cliente o solicita. Outro papel seria a redução dos custos através das economias de escala que podem existir durante a produção e a distribuição.

Segundo Simchi-Levi et al. (2010), o gerenciamento da cadeia de suprimentos não é sinônimo de redução de níveis de estoque em seu interior. Uma gestão de estoques eficientes é ter o estoque certo, no local exato, que minimize os custos do sistema e simultaneamente satisfaça as necessidades dos clientes. As decisões relativas aos estoques geralmente vão exercer algum impacto no nível de serviço ao cliente e nos custos globais do sistema da cadeia de suprimentos.

Conforme apresentado nos trabalhos de Daskin et al. (2002) e Shu et al. (2005) a gestão de estoques envolve duas tarefas fundamentais, a primeira, refere-se à determinação do número de pontos de estocagem, tais como centros de distribuição e depósitos, e o segundo, refere-se à definição do nível de estoque a ser mantido em cada um destes pontos. Para evitar a sub-otimização essas duas decisões devem ser tratadas em uma perspectiva integrada com as decisões de localização.

Para Chopra e Meindl (2011), o estoque é uma importante fonte de custo em uma cadeia de suprimentos se tem um grande impacto sobre a responsividade. Dependendo do local e da quantidade do estoque, a cadeia pode ter um alto nível de responsividade, com altos níveis de estoques localizados mais próximos ao cliente, reforçando uma estratégia competitiva altamente responsiva; ou pode ser muito eficiente, com pouco estoque e mais centralizada, reforçando uma estratégia competitiva de ser um produtor de baixo custo.

Cada tipo de estoque na cadeia de suprimentos deve ser devidamente controlado por um mecanismo próprio, que é difícil de ser definido, pois as estratégias de produção, distribuição e controle de estoques, que reduzem os custos globais do sistema e melhoram o nível de serviço, devem levar em conta as interações entre os diversos níveis da cadeia, mas ao se determinar os mecanismos de controle de estoque surgem muitas vantagens (Simchi-Levi et al., 2010).

Manter a quantidade certa de produtos em estoque, para serem utilizados no tempo exato e no local certo, é uma tarefa árdua. Para cumprir essa tarefa são elaboradas estratégias para administrar os estoques, as quais são conhecidas como políticas de estoque.

As políticas de estoque devem levar em consideração as características da cadeia de suprimentos, que segundo Simchi-Levi et al. (2010), são a demanda do cliente, o *lead time* de reabastecimento, o número de diferentes produtos trabalhados, a extensão do horizonte de planejamento, os custos de pedidos (composto de custo do produto e custo de transporte), os custos de armazenagem

de estoques (composto por impostos governamentais, de propriedade, de seguros, de manutenção das instalações, de obsolescência e de oportunidade) e as necessidades geradas pelo nível de serviço aceitável.

Segundo Chopra e Meindl (2011), as decisões relacionadas a estoques definirão se a cadeia de suprimentos será mais responsiva ou eficiente, assim:

a) Estoque cíclico, que é a quantidade média de estoque usada para atender a demanda entre os recebimentos de remessas do fornecedor, cujo tamanho é o resultado da produção, transporte ou compra de materiais em grandes lotes visando explorar as economias de escala, entretanto também sofrerão com o aumento dos custos de manutenção de estoque. O dilema para o gestor está em ter o custo de manter maiores lotes de estoques, quando o estoque cíclico é alto, contra o custo de pedir produtos com frequência, quando o estoque cíclico é baixo;

b) Estoque de segurança é o estoque mantido para o caso de a demanda ultrapassar a expectativa, visando combater a incerteza. Ao optar-se pelo estoque de segurança, faz-se a escolha entre o custo de ter muito estoque e custos de perder vendas por não possuir estoque suficiente;

c) Estoque sazonal é criado para combater a variabilidade previsível na demanda. O dilema para o decisor de quanto gerar de estoque sazonal é o custo de manter o estoque sazonal adicional contra o custo de ter uma taxa de produção mais flexível; e

d) Nível de disponibilidade de produto é a fração de demanda que é atendida prontamente a partir do produto mantido no estoque. O dilema ao ser determinar o nível de disponibilidade do produto está entre o custo de estoque para aumentar a disponibilidade do produto e a perda por não atender prontamente aos clientes.

3.5

O compartilhamento de risco

As variações de demandas na cadeia de suprimentos são tratadas pelo compartilhamento de riscos (*risk pooling*), que, segundo Simchi-Levi et al. (2010), tem por princípio que a variação na demanda é reduzida se ela for agregada entre locais, em razão do balanceamento entre as demandas dos clientes,

permitindo uma redução nos estoques de segurança e por consequente uma redução nos estoques médios. Para os mesmos autores, o compartilhamento de risco apresenta os seguintes pontos:

a) A centralização de estoque reduz tanto o estoque de segurança quanto o estoque médio no sistema, pois os estoques no depósito podem ser realocados para atender as demandas extras de mercados com maior consumo naquele período. Sendo tal relocação impossível se o sistema de distribuição for descentralizado;

b) Quanto maior o coeficiente de variação (o desvio-padrão da demanda sobre a demanda média), maior o benefício obtido com a implementação de um sistema centralizado, ou seja, é maior a vantagem do compartilhamento de risco, levando-se em conta que o estoque médio é composto proporcionalmente pela demanda média do período e pelo desvio na demanda média do período (estoque de segurança);

c) Os benefícios do compartilhamento de risco são dependentes do comportamento da demanda de um mercado em relação à demanda de outro. Quanto mais positiva for a correlação da demanda entre dois mercados, menor será o benefício do compartilhamento de risco.

3.6 Os tipos de sistemas

De acordo com Simchi-Levi et al. (2010), existem alguns *trade-offs* a serem considerados na escolha entre sistemas de distribuição centralizados e sistemas descentralizados, são eles:

a) O estoque de segurança, que diminui à medida que o sistema de distribuição passa a ser centralizado, com base nos coeficientes de variação e a correlação entre as demandas nos distintos mercados;

b) O nível de serviço, quando em ambos os sistemas possuem o mesmo nível de estoque total de segurança, no sistema de distribuição centralizado o nível de serviço é maior;

c) Os custos indiretos que costumam ser maiores em um sistema de distribuição descentralizado, pelo fato de existirem menos economias de escala;

d) O *Lead time* para o cliente, em um sistema descentralizado o tempo de reação é mais curto, pois os depósitos estão mais perto dos clientes; e

e) Os custos de transportes, não ficam bem claros pelo fato de que se há mais depósitos os custos de distribuição diminuem pelo fato dos depósitos estarem perto dos clientes, mas os custos com transporte de suprimentos e de produtos acabados para os depósitos aumentam.

Pelos *trade-offs* apresentados e se tratando de uma cadeia de suprimentos de itens essenciais de saúde para atender as demandas das Organizações Militares de Saúde da Marinha, a fim de que cumpram com a missão de prestar apoio em serviços de saúde aos militares e seus dependentes, um sistema de distribuição centralizado seria considerado ideal. Principalmente pelas seguintes reduções no sistema nos: níveis de estoque médio, níveis de estoque de segurança, custos com armazenagem e com transporte tanto dos fornecedores para o depósito central quanto do depósito central para os centros de distribuição regionais e destes para as Organizações Militares de Saúde clientes, e também dos benefícios advindos do compartilhamento de riscos, pelo remanejamento de itens para atender as variações de demanda dos clientes.

3.7

A configuração de uma cadeia de suprimentos

Simchi-Levi et al. (2010) define o planejamento de uma cadeia de suprimentos como o processo por meio do qual a empresa estrutura e administra a cadeia de forma a, primeiramente, encontrar o melhor equilíbrio entre os custos de estoque, transporte e de produção, bem como, equilibrar a oferta e a demanda em um cenário de incerteza com a posição e gestão eficazes dos estoques, e por último a utilização eficaz dos recursos na obtenção de produtos da unidade de fabricação mais apropriada.

O processo de planejamento é complexo e necessita de uma abordagem hierárquica, na qual as decisões tomadas são combinadas a fim de reduzir custos e aumentar o nível de serviço. Sendo assim dividido, por Simchi-Levi et al. (2010):

a) O projeto de uma cadeia de suprimentos, cujas decisões são acerca do número, locais, tamanhos das unidades produtoras e depósitos, a alocação dos depósitos aos varejistas, a obtenção de produtos e o horizonte de planejamento são de anos;

b) A posição de estoques na cadeia de suprimentos, cujas decisões são a identificação dos pontos de estocagem, a seleção das fábricas que produzem e armazenam (possui estoque) e as fábricas que produzem só por encomenda (sem depósitos) em alinhadas com as políticas de estoques anteriormente definidas; e

c) A alocação de recursos, em que são decididos se a produção e a embalagem dos diferentes produtos são feitas na unidade correta, além das estratégias de obtenção de produtos e as capacidades das unidades para atendimento das demandas sazonais.

O objetivo da etapa do projeto de uma cadeia de suprimentos é projetar ou reconfigurar uma cadeia de maneira a minimizar o custo anual do sistema, incluindo os custos de produção, compra, armazenagem, custos das unidades (custos fixos, de estocagem, e manuseio) e os custos de transporte, restritos às exigências do nível de serviço. Com o seguinte *trade-off* a ser considerado: a empresa necessita encontrar o ponto de equilíbrio entre os custos de abrir novos depósitos e as vantagens de se estar próximo ao seu cliente. Nessa etapa as decisões de localização de depósitos são fatores cruciais para a eficiência da cadeia como um canal de distribuição de produtos.

Na etapa da posição de estoques é necessária uma coordenação entre as decisões relativas a eles e às políticas de transporte, e como resultado, temos o estoque de segurança estratégico que estabelece quais as instalações da cadeia de suprimentos devem produzir para estoque e quais devem produzir sob encomenda, levando em conta o nível de serviço desejado, os tempos de espera, as disponibilidades e as restrições operacionais. Também temos a integração da posição de estoque com o projeto da cadeia de suprimentos, ou seja, a posição do

estoque na mesma deve ser trabalhada com a utilização de modelos que levem em consideração a cadeia de suprimentos por completa.

Para os produtos com alta variação na demanda e baixo volume, pela estratégia puxada de uma cadeia de suprimentos, com o objetivo de minimizar os efeitos da incerteza da demanda através do compartilhamento de riscos, os estoques deverão ser concentrados em centros de distribuição, conforme Simchi-Levi et al. (2010).

Os produtos com baixa variação na demanda e grande volume, pela estratégia empurrada para a cadeia de suprimentos, com o objetivo de usufruir das economias de escala com os custos de transporte, esses produtos devem ser posicionados o mais perto possível dos clientes segundo Simchi-Levi et al. (2010).

Na etapa de alocação de recursos são tomadas decisões a partir de um plano de desenvolvimento de mercado para a cadeia de suprimentos e gerado o plano mestre para essa cadeia, o qual auxilia no tratamento dos *trade-offs* como: os custos de preparação para a produção contra os custos de transportes; ou o tamanho dos lotes de produção contra as capacidades. Levando em consideração os custos da cadeia como: produção, suprimentos, transportes, estocagem, estoques e taxas, assim como as capacidades e as alterações nesses parâmetros que ocorrem ao longo do tempo, de acordo com Simchi-Levi et al. (2010).

Para Melo et al (2006) uma cadeia de suprimentos é configurada para ser utilizada por um período de tempo considerável, durante o qual muitos parâmetros podem mudar. Os parâmetros incertos podem ser associados a um comportamento probabilístico, pois eles mudam ao longo do tempo de uma forma previsível, então essas previsões podem ser inclusas no modelo a fim de obter um projeto de cadeia que leve em consideração as mudanças futuras desses parâmetros.

Para um único período, o modelo de localização de instalações pode ser considerado suficiente para encontrar um projeto de cadeia de suprimentos e um conjunto de decisões táticas e operacionais robustas. Como uma segunda opção seria uma solução de compromisso que é possível desde que as decisões

estratégicas de localização sejam implementadas no início do horizonte de planejamento, embora as decisões táticas e operacionais, como a alocação das demandas dos clientes às instalações, possam mudar ao longo do tempo. Quando o comportamento probabilístico dos parâmetros incertos muda ao longo do tempo deve ser feito um planejamento específico para cada período de tempo, conforme Melo et al (2006).

Para Owen e Daskin (1998) os tomadores de decisão devem levar em conta eventos futuros incertos e selecionar os locais, não somente por um bom desempenho de acordo com o estado atual do sistema, mas que continuem a ser lucrativos durante o tempo de vida da instalação. Os fatores do ambiente, as populações e a evolução das tendências do mercado mudam com o tempo, logo as instalações poderão ser realocadas, expandidas ou adaptadas visando assegurar a evolução dos novos desafios de planejamento. Uma grande quantidade de capital deve ser alocada fazendo com que um projeto de localização seja um investimento de longo prazo e um importante desafio estratégico.

3.8

A localização de instalações em uma cadeia de suprimentos

A teoria de localização e modelagem tem suas origens na obra de Weber (1909), a qual considerava o problema de localizar uma única instalação a fim de minimizar a distância total de viagem entre o local e um conjunto de clientes.

De acordo com Chopra e Meindl (2011), em uma cadeia de suprimentos, as instalações desempenham o papel de:

- a) Os locais “*de*” e “*para*” onde o estoque é transportado;
- b) O local onde o estoque é transformado em outro Estado;
- c) O local quando o estoque se transforma em um produto manufaturado ou é armazenado em um depósito.

Localizar instalações fixas em uma cadeia de suprimentos, de acordo com Ballou (2006), é um problema de decisão que molda a forma, estrutura e os contornos do conjunto completo da cadeia. Essa estruturação define as

alternativas, com os custos e os montantes de investimentos necessários para a operação do sistema.

Essas decisões sobre a localização de instalações definem o número, o local e o uso proporcional dessas instalações, que incluem os pontos nodais da cadeia de suprimentos (fábricas, depósitos, portos, distribuidores, vendedores e pontos de varejo) em que os produtos ficam parados por certo período de tempo durante o caminho até o consumidor final, segundo Ballou (2006).

A escolha do local das instalações vive do *trade off* entre o custo da quantidade a ser produzida, o local escolhido para a instalação a infraestrutura oferecida, a capacidade alocada a instalação e o tipo de instalações, em resumo a eficiência (produção com o menor custo) e o nível de responsividade oferecido com o atendimento das demandas dos clientes. Com o aumento do número de instalações, aumentam-se os custos de instalação e de estoque, porém são diminuídos os custos de transporte e reduzidos os tempos de resposta. Com o aumento da flexibilidade ou da capacidade da instalação, aumentam-se os custos da mesma, porém os custos de estoque e tempo de resposta diminuem (Chopra e Meindl, 2011). Conforme Melo et al (2006) a localização de instalações é frequentemente combinada com decisões de estoques e produção.

De acordo com Chopra e Meindl (2011) tanto os modelos de otimização de rede quanto os de gravidade podem ser utilizados para se projetar uma cadeia de suprimentos, começando pelos modelos de otimização de rede. O gestor deverá considerar a demanda regional, tarifas, economias de escala e custos de fator agregado para subsidiar as decisões de escolha das regiões onde serão localizadas as instalações.

Uma solução seria uma instalação em cada região, com a vantagem de reduzir os custos com transporte e evitar os impostos entre regiões, mas as instalações seriam para atendimento da demanda local e não se explorariam as economias de escala. Uma solução alternativa seria a consolidação das instalações em apenas algumas regiões, o que melhoraria as economias de escala, mas aumentaria o custo de transporte e os impostos entre as regiões. O gestor deve

ainda administrar os dilemas quantificáveis conjuntamente com os fatores não quantificáveis tais como o risco e o ambiente competitivo, de acordo com Chopra e Meindl (2011).

Os problemas de localização de instalações são classificados em um número limitado de categorias, conforme Ballou (2006) descreveu:

a) Pela força direcionadora ou fator fundamental: para a localização de uma fábrica ou depósito seriam os econômicos, para o varejo as receitas e a lucratividade, para a operação de serviços como, por exemplo, os hospitais seria a facilidade de acesso um fator relevante;

b) Pelo número de instalações: com a localização de muitas instalações simultaneamente devem ser consideradas as forças competitivas, a divisão da demanda, a consolidação dos estoques e os custos da instalação, mesmo assim, o custo com transporte é o fator mais relevante;

c) Pela descontinuidade das escolhas: as seleções são regiões contínuas para os métodos de localização contínuos, e para áreas pré-selecionadas, viáveis, para os métodos de localização discretos (para múltiplas instalações);

d) Pelo grau de agregação de dados: quanto mais agregadas são os dados, métodos mais acurados limitam as localizações a amplas áreas geográficas como cidades inteiras e isso permite um melhor gerenciamento e facilita a localização de fábricas e depósitos; e

e) Pelo horizonte de tempo cuja natureza pode ser estática ou dinâmica: os métodos estáticos as localizações utilizam dados de um período único, e os métodos dinâmicos trabalham com o planejamento de localização multi-períodos, que planejam a realocação das instalações, se economicamente viável.

Para alguns problemas de localização de instalações são trabalhados com variações a fim de adaptá-los às configurações mais realistas das cadeias de suprimentos, tais como:

a) Considerar que os parâmetros mudam ao longo do tempo de uma forma previsível, logo o horizonte de tempo de planejamento deve ser dividido em vários períodos de tempo, conforme apresentado por Melo et al (2006);

b) Incluir componentes estocásticos, pela incerteza associadas a alguns parâmetros como as demandas futuras dos clientes e os custos, de acordo com Owen e Daskin (1998);

c) Trabalhar com os diferentes tipos de instalações e com um fluxo hierarquizado de material, fazendo com que instalações de mesmo tipo e função indiquem uma camada ou escalão e com isso um nível de hierarquia das instalações, segundo estudos de Sahin e Süral (2007); e

d) Lidar com problemas com vários produtos, conforme apresentado pelo trabalho de Klose e Drexl (2005).

3.9

Os modelos de localização de instalações

A localização de instalações ao longo da cadeia de suprimentos é um problema de decisão que dá forma, estrutura e contornos ao conjunto completo dessa cadeia e pode ser feita através de diversos modelos de apoio à decisão. Ballou (2006) elenca alguns desses modelos de acordo com o grau de dificuldade apresentado pelo problema de localização:

- a) Para a localização de instalação única – modelos estáticos:
 - a.1) Modelo do centro de gravidade exato ou p -gravidade – modelo de localização contínua: utilizado para a localização de fábricas, terminais e depósitos, ponto de varejo ou serviço únicos;
 - a.2) Modelos com técnicas gráficas; e
 - a.3) Modelos com métodos de aproximação;
- b) Para a localização de instalações múltiplas – modelos estáticos:
 - b.1) Métodos matemáticos ou exatos de localização: fornecem a solução matemática ótima do problema de localização ou com aceitável precisão:
 - b.1.1) Modelo de cálculo com abordagem de múltiplo centro de gravidade: localização do centro de gravidade exato num formato de multi-localizações para cada um dos conglomerados formados pelos pontos de origem e destino que serão alocados a essa nova instalação a ser localizada;
 - b.1.2) Modelos de programação matemática:

b.1.2.1) Método de programação de metas;

b.1.2.2) Método de árvore de decisão;

b.1.2.3) Método de programação dinâmica; e

b.1.2.4) Método de programação linear inteira combinada.

b.2) Métodos de simulação: fornecem uma solução melhorada, porém menos do que a solução ótima. A simulação é um modelo de representação matemática de um sistema logístico por demonstrações algébricas e lógicas manipuláveis em computador, cujo objetivo é avaliar o impacto das várias configurações para este sistema;

b.3) Métodos heurísticos: não garantem uma solução ótima, mas seus princípios e conceitos aplicados ao processo de resolução do problema de localização contribuem para redução do tempo médio gasto na busca de uma solução a partir de numerosas alternativas. Este método permite uma boa representação da realidade. São alguns exemplos:

b.3.1) Abordagem de avaliação seletiva: um procedimento de tentativa e erro, e uma solução satisfatória para o problema da localização depende da qualidade das localizações selecionadas para avaliação; e

b.3.2) Programação linear dirigida: procedimentos heurísticos são empregados com programação linear a fim de criar um modelo eficiente para a localização de instalações;

c) Modelos de localização dinâmica de instalações: consideram as mudanças nos padrões de demanda e custos com o passar do tempo, logo variam de configuração em configuração da rede ao longo de um horizonte de planejamento para a manutenção da configuração ótima com o correr do tempo;

De acordo com Chopra e Meindl (2011), nos modelos gravitacionais de localização, o gestor busca identificar localizações potenciais em cada região onde foi decidido estabelecer uma instalação. Sendo úteis para identificar locais geográficos adequados dentro de uma região que minimizem o custo de transporte de matérias-primas dos fornecedores e produtos acabados aos mercados a serem atendidos. Um modelo gravitacional para a localização de uma única instalação

que recebe matérias-primas de fontes de suprimentos e envia o produto acabado a mercados.

3.10

O modelo de localização com compartilhamento de riscos

De acordo com Snyder et al. (2007) as decisões de projeto de uma cadeia de suprimentos são, por natureza, caras e de difícil reversão, e seu impacto abrange um horizonte de tempo de longo prazo. Durante o tempo de efeito das decisões de projeto, qualquer um dos parâmetros do problema – custos, demandas, distâncias, *lead times* – podem mudar drasticamente.

O compartilhamento de riscos ou *risk pooling* é definido segundo Simchi-Levi et al. (2010) como uma ferramenta em cuja variação na demanda é reduzida se a mesma for agregada entre locais. Uma vez agregada a demanda entre diferentes locais, aumenta-se a probabilidade de que a alta demanda de um cliente seja contrabalançada pela demanda menor do outro, sendo que esta diminuição na variação permite a reduzir os estoques de segurança e médio no sistema.

O modelo de localização com compartilhamento de riscos (*risk pooling*) considera explicitamente os custos com estoque esperados quando são tomadas as decisões de localização de instalações, combinando as decisões estratégicas (localização de instalações) e as decisões táticas (gerenciamento de estoque) em um único modelo. Esse modelo incorpora as demandas estocásticas, que seguem uma distribuição normal. Mesmo esse modelo assumindo a distribuição estacionária da demanda, não leva em consideração as mudanças no ambiente nas quais a cadeia de suprimentos irá operar, segundo Snyder et al. (2007).

Para Snyder et al. (2007) o objetivo do modelo é escolher os locais dos centros de distribuição, atribuir-lhes os varejistas, e definir os níveis de estoque em cada centro de distribuição a fim de minimizar o custo total esperado de todo o sistema.

O modelo trabalha com um conjunto de varejistas, cujo problema é escolher um subconjunto dos varejistas para servir como centros de distribuição para os outros varejistas. Estes centros de distribuição encomendam um único produto de um único fornecedor em intervalos regulares e distribuem o produto para os varejistas. Os centros de distribuição mantêm estoques de trabalho (estoques médios) representando um produto que foi encomendado a partir do fornecedor, mas ainda não solicitado pelos varejistas e o estoque de segurança projetado para amortecer as quebras de estoque no sistema durante o tempo de espera da encomenda, de acordo com Snyder et al. (2007).

Para um conjunto de I de varejistas, que trabalham com demandas normalmente distribuídas e independentes. A organização paga um custo fixo de localização para o estabelecimento de um centro de distribuição em um varejista, bem como um custo fixo para cada encomenda feita em um centro de distribuição e um custo de manutenção do estoque. Há custos fixos e variáveis para o transporte do fornecedor para os centros de distribuição e um custo variável para o transporte dos centros de distribuição para os varejistas. O objetivo é escolher os locais para centros de distribuição (CD) que minimizam a soma de todos esses custos. Conforme a notação que segue apresentada por Snyder et al. (2007).

Parâmetros:

Demanda:

- a) μ_i = demanda diária média do varejista i , para $i \in I$;
- b) σ_i^2 = variância da demanda diária do varejista i , para $i \in I$;

Custos:

- a) d_{ji} = custo por unidade do transporte do CD localizado no varejista j para o varejista i , para $i, j \in I$;
- b) f_j = custo fixo anual da localização de um CD localizado no varejista j , para $j \in I$;
- c) F_j = custo fixo por pedido para o fornecedor por um CD localizado no varejista j , para $j \in I$;

- d) g_j = custo fixo por remessa do fornecedor para um CD localizado no varejista j , para $j \in I$;
- e) a_j = custo para enviar uma unidade do fornecedor para um CD localizado no varejista j , para $j \in I$;
- f) h = custo de manutenção anual de estoque por unidade.

Pesos:

- a) β = fator associado ao custo de transporte, para $\beta \geq 0$;
- b) θ = fator associado ao custo de estoque, para $\theta \geq 0$;

Outros parâmetros:

- a) L_j = tempo de espera, em dias, do fornecedor para um CD localizado no varejista j ;
- b) α = probabilidade da não falta de estoque no CD durante o tempo de espera do varejista, ou seja, o nível de serviço;
- c) z_α = desvio da curva normal padrão tal que $P(z \leq z_\alpha) = \alpha$;
- d) χ = número de dias de trabalho por ano.

A principal contribuição desse modelo é que os custos com estoque são calculados endogenamente, o que significa que as decisões de localização e alocação são tomadas simultaneamente com as de estoque. Define-se o modelo, conforme Snyder et al. (2007):

Variáveis de decisão:

- a) $X_j = \begin{cases} 1, & \text{se localizar um CD no varejista } j; \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases}$
- b) $Y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se o varejista } i \text{ é servido pelo CD no varejista } j; \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases}$

A função objetivo:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & \sum_{j \in I} f_j X_j + \beta \chi \sum_{j \in I} \mu_i (d_{ij} + a_j) Y_{ij} + \\ & + \sum_{j \in I} \sqrt{2\theta h \chi (F_j + \beta g_j) \sum_{i \in I} \mu_i Y_{ij}} + \theta h z_\alpha \sum_{j \in I} \sqrt{\sum_{i \in I} L_j \sigma^2 Y_{ij}} \end{aligned} \quad (1)$$

Restrições:

$$\sum_{j \in I} Y_{ij} = 1, \forall i \in I; \quad (2)$$

$$Y_{ij} \leq X_j, \forall i \in I, \forall j \in I; \quad (3)$$

$$X_j \in \{0, 1\}, \forall j \in I; \quad (4)$$

$$Y_{ij} \in \{0, 1\}, \forall i \in I, \forall j \in I. \quad (5)$$

A função objetivo pode ser dividida em:

- a) Primeiro termo: custo fixo de localizar os centros de distribuição;
- b) Segundo termo: custo de transporte de mercadorias do fornecedor para os centros de distribuição, bem como os custos variáveis de transporte dos centros de distribuição para os varejistas;
- c) Terceiro termo: custo de manutenção de estoque de trabalho (médio) nos centros de distribuição, assumindo que cada centro de distribuição siga uma política de lote econômico de compra, bem como os custos fixos de transporte do fornecedor para os centros de distribuição; e
- d) Quarto termo: custo de manter o estoque de segurança para os centros de distribuição para manterem um nível de serviço α .

A restrição (2) exige que cada varejista seja atribuído a exatamente um CD. A restrição (3) proíbe que um varejista seja atribuído a um CD que não foi aberto. As restrições (4) e (5) são as restrições padrão de integralidade.

4 Estudo de Caso

Neste capítulo, é apresentado o estudo de caso de acordo com os parâmetros definidos anteriormente. Ressalta-se a importância de se ter uma cadeia de suprimentos de itens essenciais de saúde eficiente e eficaz para o atendimento das necessidades básicas de itens críticos para o perfeito funcionamento das Organizações Militares de Saúde da Marinha, as quais apoiam de forma crucial, em tempos de paz, prestando atendimento médico-hospitalar aos militares e seus dependentes e durante as ações cívico-sociais à população ribeirinha nos Estados da Região Norte do Brasil; em situações de conflito, pelo atendimento médico-hospitalar aos militares feridos e a conservação e traslado dos militares mortos em combate.

Com base no comportamento dos atendimentos médicos, odontológicos, internações e cirúrgicos prestados aos militares da ativa, da reserva e seus dependentes, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Atendimentos prestados pelas Organizações Militares de Saúde

| Ano | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Atendimento Médico | 993.740 | 1.090.476 | 1.101.725 | 1.079.956 | 1.136.703 | 1.148.368 |
| Atendimento Odontológico | 396.829 | 413.179 | 419.775 | 411.203 | 366.351 | 371.822 |
| Internações | 22.765 | 23.407 | 23.887 | 24.320 | 24.093 | 23.379 |
| Cirurgias | 13.272 | 15.175 | 15.029 | 15.004 | 15.511 | 16.296 |

Fonte: Brasil (2015).

A seguir é o estudo de caso, o qual encontra-se dividido nas seguintes etapas:

a) Na primeira etapa é descrita a estrutura atual da cadeia de suprimentos dos itens essenciais de saúde da Marinha do Brasil e seus clientes;

- b) Na segunda etapa são apresentados quais são os itens de saúde e a sistemática para a obtenção, armazenagem e distribuição;
- c) Na terceira etapa é apresentar os parâmetros utilizados no modelo;
- d) Na quarta etapa é mostrar o modelo matemático utilizado;
- e) Na quinta etapa é apresentar os resultados obtidos para cada localização;
- f) Na sexta etapa expor o critério de decisão e a melhor localização;
- g) Na sétima etapa é apresentar os custos com a atual cadeia; e
- h) Na oitava etapa é exibir as economias geradas comparando a sistemática proposta e com a atual.

4.1

A cadeia de suprimentos de itens de saúde na Marinha

Em relação à Marinha do Brasil, os conceitos doutrinários básicos da Logística Militar são normatizados pelo Manual de Logística da Marinha de acordo com Brasil (2003) o qual define o ciclo logístico como sendo o processo onde se desenvolve a logística e são identificadas três fases básicas no ciclo denominadas determinação de necessidades, obtenção e distribuição.

Para Brasil (2003), essas fases incluem: a determinação de necessidades, com base no planejamento estratégico ou tático, o qual definirá o que é necessário (especificando a qualidade), o quanto é necessário (estabelecendo a quantidade), quando será necessário (definindo o tempo em que a necessidade deve ser satisfeita), onde será necessário (indicando o local onde deve ser satisfeita a necessidade) e o que é mais importante (apontando a prioridade a ser atribuída a cada necessidade), com o objetivo de atender as demandas identificadas e planejadas, considerando as disponibilidades existentes e a definição do que deve ser obtido e verificando-se a exequibilidade do planejamento.

A obtenção consiste na identificação e seleção das fontes (fornecedores), a aquisição dos materiais, serviços ou do recrutamento dos recursos humanos que atenderão as necessidades determinadas, o acompanhamento, que é o controle do cumprimento dos prazos estabelecidos para a entrega do que foi encomendado, e o recebimento, que é a conferência quantitativa e qualitativa do que foi adquirido, conforme explicado em Brasil (2003).

De acordo com Brasil (2003), a distribuição é definida como a ação de fazer chegar, oportuna e eficazmente, aos utilizadores, os recursos logísticos fixados pela determinação de necessidades e viabilizados na fase de obtenção.

Na distribuição existem dois elementos: um que é o responsável por sua execução, que é o Órgão de Apoio Logístico, e outro o receptor, que é a Organização Militar Consumidora. Ao conjunto desses órgãos de apoio dá-se o nome de Sistema de Distribuição e destacam-se entre esses órgãos de apoio os estabelecimentos continentais que são as bases navais, arsenais, depósitos, hospitais, quartéis, escolas e centros de instrução.

Segundo Brasil (2003), a distribuição compreende as tarefas de acumulação, transporte e entrega. A acumulação é a atividade relacionada com o recebimento e a armazenagem do material e o preparo das instalações prestadoras de serviços. Essa tarefa depende do planejamento que determinará os níveis a serem alcançados a fim de satisfazer as necessidades normais e emergenciais, decorrendo daí a manutenção de níveis de estoque de material para atender as demandas previstas e imprevistas. A acumulação faz a ligação entre a obtenção e a distribuição e atua como elemento regulador do fluxo logístico.

O transporte é a parte dinâmica da distribuição e abrange a transferência dos recursos logísticos obtidos até os pontos de acumulação e destes aos consumidores e requer a conjugação de fatores como tempo, espaço e volume, com vias de comunicação, meios de transporte e prioridades. A entrega faz chegar aos utilizadores os recursos logísticos necessários.

Os materiais utilizados pela Marinha do Brasil, por questões de peculiaridades técnicas e gerenciais, são identificados em conjuntos homogêneos de itens, caracterizados por responsabilidades de gestão, agregados internamente na Força sob o conceito de Jurisdição do Material, em consonância com Brasil (2009).

O símbolo de jurisdição define para cada item um conjunto de Órgãos responsáveis pelo gerenciamento da cadeia de suprimentos, desde a especificação técnica do material e as instruções de utilização passando pela previsão da demanda, a seleção de fornecedores, as compras, a armazenagem, a distribuição, o controle da manutenção, a logística reversa e o descarte seguro. Esses itens são catalogados nos padrões do Sistema de Catalogação da Organização do Tratado do Atlântico Norte, vinculados a uma aplicação específica e armazenados para consulta no banco de dados do Sistema de Gerenciamento Logístico da Marinha.

Os medicamentos, artigos de saúde, substâncias e produtos químicos de uso específico da área de saúde são agregados sob o símbolo de jurisdição “Q” de responsabilidade técnica da Diretoria de Saúde da Marinha, segundo Brasil (2009).

O Sistema de Abastecimento da Marinha é definido como o conjunto de constituído de Órgãos, processos e recursos de qualquer natureza, 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, de acordo com Brasil (2009).

O Sistema de Abastecimento, sendo um subsistema do Sistema de Apoio Logístico da Marinha do Brasil, é o responsável pelo exercício da logística do suprimento e apresenta a seguinte estrutura de funcionamento de acordo com Brasil (2009) e apresentado na Figura 1.

O Estado Maior da Armada (EMA) é o Órgão de Supervisão Geral do Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM) ao qual cabe a orientação, coordenação e controle das atividades dos Órgãos de Superintendência e de Supervisão Técnica por meio da formulação e aprovação dos seus planos e programas, referentes aos suprimentos destinados à manutenção das Forças Navais e demais Organizações Militares em condição de plena eficiência.

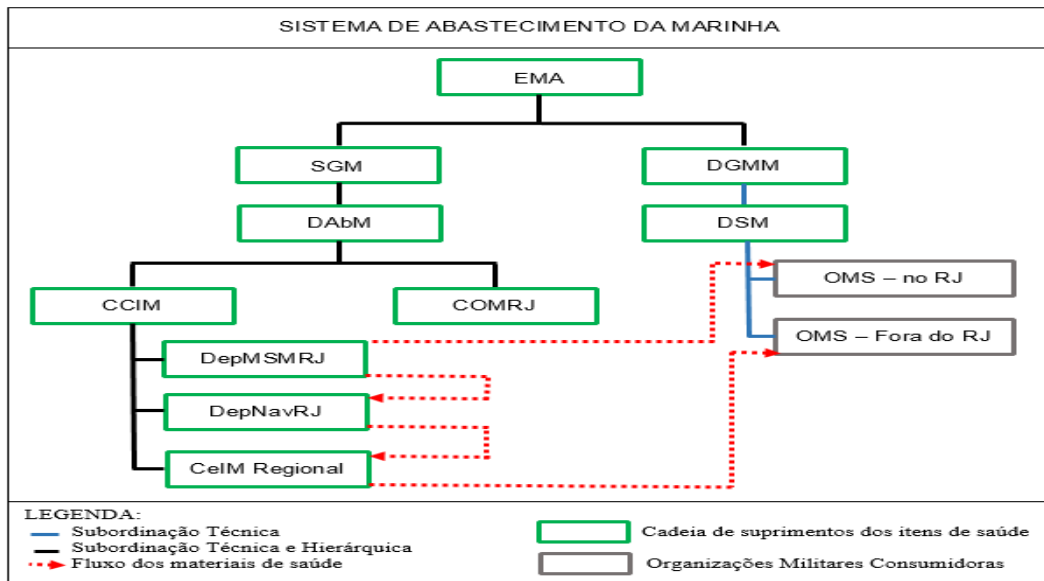


Figura 1: Estrutura do Sistema de Abastecimento da Marinha
 Fonte: Adaptada de Brasil (2009).

A Secretaria-Geral da Marinha (SGM) é o Órgão de Superintendência ao qual cabe a supervisão gerencial e o zelo pelo cumprimento das diretrizes, normas, ordens e instruções referentes ao assunto e pelo funcionamento eficiente e coordenado desse Sistema.

A Diretoria Geral do Material da Marinha (DGMM) é o Órgão de Supervisão Técnica ao qual cabe orientar, coordenar e controlar o exercício das atividades técnicas, pelas Organizações Militares subordinadas hierarquicamente ou não. As atividades técnicas são: a pesquisa, o desenvolvimento, a avaliação técnica, a avaliação operativa, a especificação, a inspeção, a determinação técnica de necessidades (listas de dotação de materiais aplicadas aos meios operativos e às Organizações Militares), a orientação técnica do fornecimento, a orientação técnica da catalogação no padrão internacional, a orientação técnica da armazenagem, a orientação técnica da destinação de excessos (logística reversa) e a orientação técnica da utilização.

A Diretoria de Saúde da Marinha (DSM), para os materiais e equipamentos de saúde, é o Órgão de Direção Técnica ao qual cabe o planejamento e a direção das atividades técnicas e também é o Órgão de Execução Técnico a qual tem a responsabilidade pelo exercício dessas atividades.

A Diretoria de Abastecimento da Marinha (DAbM) é o Órgão de Direção Gerencial desse Sistema ao qual cabe o planejamento e a direção das atividades gerenciais para os suprimentos inclusive os materiais de saúde. As atividades gerenciais são: a catalogação (atualização do catálogo da Marinha), a contabilidade do material, a determinação corrente de necessidades (projeções de demanda e níveis de estoque), o controle de estoque (quantidade e localização de estoque), o controle de inventário (recompletamento e distribuição de estoque), a obtenção (procura e aquisição do material), a armazenagem (recebimento, perícia, estocagem, guarda e conservação do material), o tráfego de carga (seleção e contratação do modal), o fornecimento (transporte e entrega do material) e a destinação de excessos (redistribuição, transferência, alienação, cessão, distribuição e confinamento do material).

O Centro de Controle de Inventário da Marinha (CCIM) é o Órgão de Execução de Controle o qual cabe à responsabilidade pelo controle dos níveis de estoque e resultando nas ações de recompletamento, redistribuição e destinação de excessos.

O Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro (COMRJ) é o Órgão de Execução de Obtenção ao qual cabe a execução da atividade de obtenção, no país, dos materiais de saúde. A atividade de obtenção é composta pelas etapas da procura das fontes de obtenção (pesquisa, identificação e seleção), da aquisição ou encomenda (compra do material ou contratação de serviços) e do acompanhamento dos prazos e das condições de entrega. Para as obtenções no exterior a Marinha possui as Comissões Navais Brasileiras para a execução dessa atividade. Uma nos Estados Unidos da América na cidade de Washington e outra na Europa na Inglaterra na cidade de Londres.

O Depósito de Materiais de Saúde da Marinha no Rio de Janeiro é o Órgão de Execução de Distribuição ao qual cabe a responsabilidade pela acumulação e fornecimento dos materiais de saúde.

Esse depósito funciona como um depósito primário e um centro de distribuição, porém seus clientes principais são as Organizações Militares de

Saúde localizadas no Estado do Rio de Janeiro (hospitais, policlínicas e ambulatórios navais) e, quando solicitado, atende as demandas das Organizações Militares de Saúde localizadas fora do Estado do Rio de Janeiro (hospitais, policlínicas e navios de assistência hospitalar) sendo o transporte desses itens de saúde gerenciados pelo DepNavRJ, Organização Militar responsável pelo tráfego de cargas na Marinha.

As tarefas de um depósito de materiais de saúde são definidas como atividades gerenciais de abastecimento (a contabilidade, o armazenamento, o controle de estoque e o fornecimento) para os materiais sob o símbolo de jurisdição “Q” (Quebec), os quais são medicamentos, materiais de saúde, substâncias e produtos químicos de uso específico da área de saúde.

Um depósito desse porte possui quatro armazéns, isotérmicos, para estocar os materiais de saúde num total de cerca de 2.500 metros quadrados de área de armazenagem e capaz de acondicionar, em média, 1900 *pallets*, além de um setor de preservação com cerca de 160 metros quadrados, sem porta pallets.

Cada armazém possui sua área de recebimento, medicamentos controlados, expedição e geladeira para os medicamentos e materiais de saúde que necessitam de temperatura controlada entre +2°C a +8°C.

O depósito de materiais de saúde atualmente tem como clientes principais as Organizações Militares de Saúde localizadas no Estado do Rio de Janeiro e o Hospital Naval de Ladário. Esse tipo de depósito possui frota própria para as entregas no Estado do Rio de Janeiro e é composta por caminhões isotérmicos. Quando as entregas são para as Organizações Militares de Saúde em outros Estados o Depósito Naval do Rio de Janeiro se encarrega de executá-las com frota contratada por meio de processo licitatório.

Os Centros de Intendência da Marinha (CeIM) regionais estão localizados nos Estados brasileiros e também é apresentado o Estado onde estão localizados os principais fabricantes e fornecedores dos itens de saúde conforme a Figura 2. Esses centros são Organizações Militares que funcionam como depósitos e centros

de distribuição regionais dos suprimentos para o apoio aos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais, sediados ou em trânsito pelas áreas de responsabilidade desses centros, e também aos estabelecimentos de terra, as Organizações Militares de Saúde regionais e ao próprio Comando de Distrito Naval. Dentre os itens de suprimentos fornecidos por esses centros, destacamos os itens essenciais de saúde e estudados nesse trabalho.

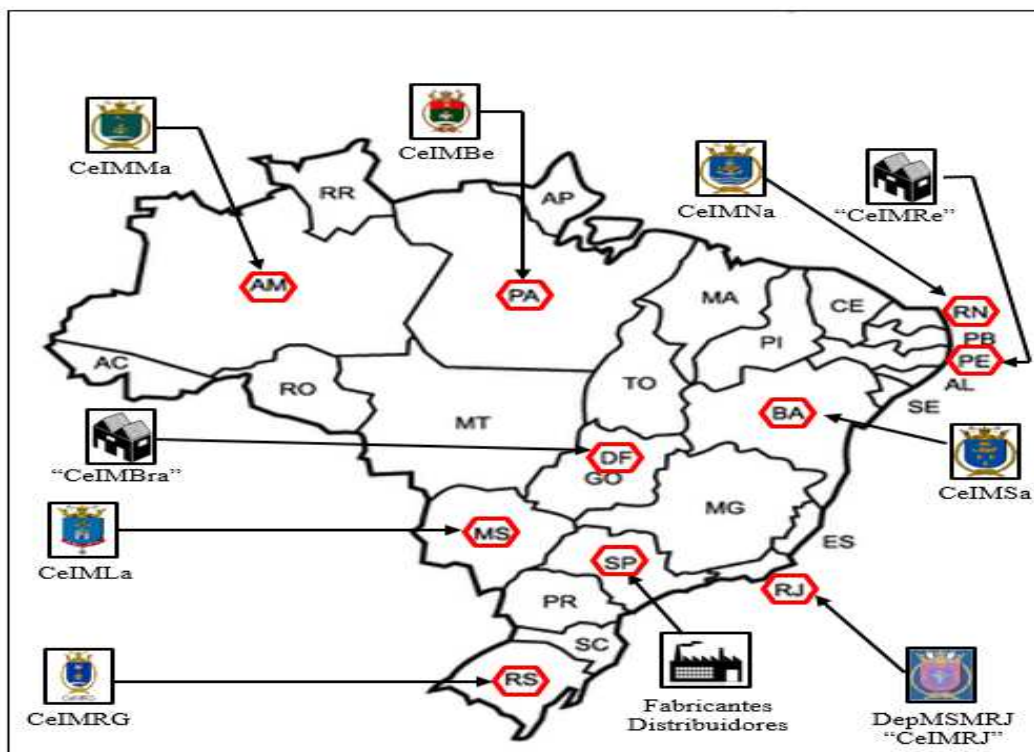


Figura 2: CeIM regionais com fabricantes e distribuidores
Fonte: Adaptada de Brasil (2009).

Esses Centros de Intendência podem ser convertidos de centros de distribuição regional para um depósito central na cadeia de suprimentos dos itens essenciais de saúde, mais facilmente, pois já possuem uma estrutura prévia e estão próximos às Organizações Militares de Saúde em seus Estados sede.

A exceção são os Estados de Pernambuco e do Distrito Federal que não possuem Centros de Intendência, a localização do futuro depósito central seria próxima ao Hospital Naval do Recife no caso do Estado de Pernambuco e próxima ao Hospital Naval de Brasília no caso do Distrito Federal.

Para este trabalho, não foi considerado o Centro de Intendência da Marinha em São Pedro da Aldeia (CeIMSPA), pois este Centro gerencia basicamente a cadeia de suprimentos de materiais para aviação e sobressalentes de aeronaves.

Foi considerada a localização para uma possível construção de um depósito central para os itens essenciais de saúde de acordo com os padrões estabelecidos para a sua construção, levando-se em conta as exigências estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária brasileira que versam sobre a armazenagem, conservação, manuseio e transporte desses itens.

A maioria dos maiores produtores e distribuidores de itens essenciais de saúde concentram-se no Estado de São Paulo. Como uma adaptação para os cálculos de localização foi utilizada a capital desse Estado como referência de distância de partida para a entrega dos itens essenciais de saúde dos fabricantes ou distribuidores para os Centros de Intendência da Marinha regionais. As Organizações Militares de Saúde por Estado são apresentadas na Figura 3.

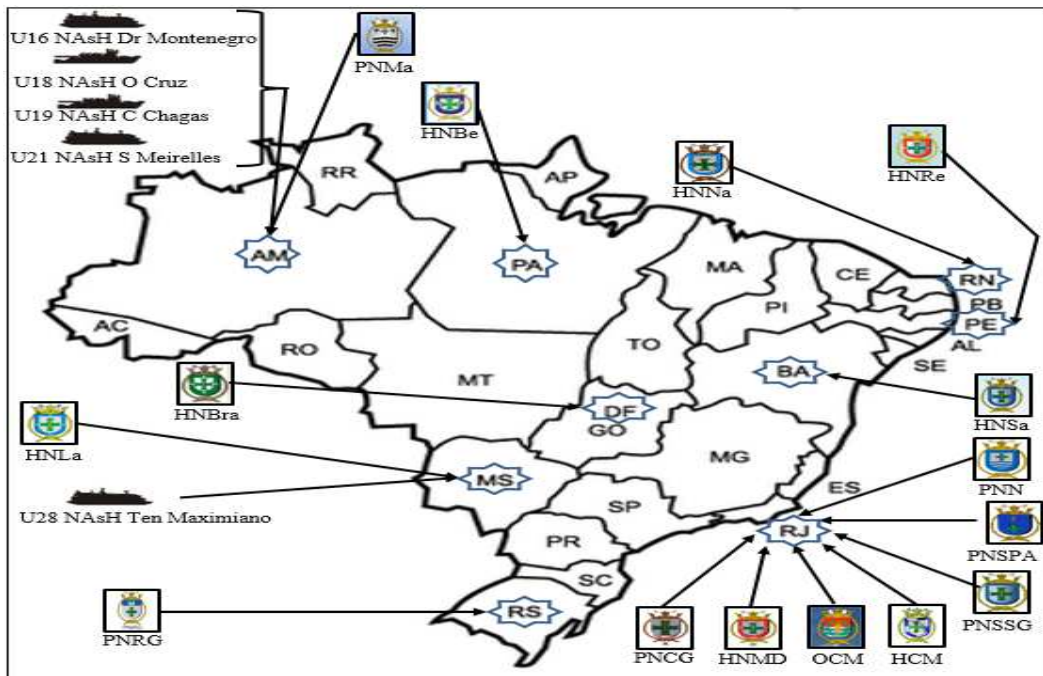


Figura 3: Organizações Militares de Saúde da Marinha
Fonte: Autor (2016).

As Organizações Militares de Saúde, no Estado e fora do Estado do Rio de Janeiro, são: os hospitais navais, as policlínicas navais e os navios de assistência hospitalar, que são as Organizações Militares Consumidoras dos itens essenciais

de saúde. Elas são Organizações Militares de apoio local e responsáveis pela obtenção, armazenagem e consumo de itens essenciais de saúde em suas localidades na atual dinâmica da cadeia de suprimentos.

4.2

Os itens de saúde e a sistemática da atual cadeia

Conforme Brasil (2009), o Sistema de Abastecimento da Marinha divide os itens de saúde em quatro Relações de Materiais de Saúde (RMS), cujo critério da divisão dá-se em razão da criticidade, da perecibilidade, do perfil de demanda, da imobilização de recursos financeiros em estoque, da dificuldade de obtenção, obsolescência do item e área de armazenagem. São elas:

a) Relação de Materiais de Saúde do tipo – 1 (RMS-1): são os itens essenciais de saúde e são mantidos em estoque pelo Sistema de Abastecimento para o pronto atendimento das demandas das Organizações Militares de Saúde localizadas no Estado do Rio de Janeiro;

b) Relação de Materiais de Saúde do tipo – 2 (RMS-2): são os itens de saúde atendidos por meio de aquisição específica feita pelas Organizações Militares de Saúde diretamente com os fornecedores por meio de processo licitatório local, exceto para algumas Organizações Militares de Saúde no Rio de Janeiro cuja licitação é feita pelo Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro;

c) Relação de Materiais de Saúde do tipo – 3 (RMS-3): são os itens de saúde em consignação no Hospital Naval Marcílio Dias e são atendidos por meio de aquisição específica feita pelas Organizações Militares de Saúde diretamente com os fornecedores por meio de processo licitatório local, exceto para algumas Organizações Militares de Saúde no Rio de Janeiro cuja licitação é feita pelo Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro;

d) Relação de Materiais de Saúde do tipo – 4 (RMS-4): são itens pertencentes ao Sistema de Distribuição de Medicamentos definidos pela Diretoria de Saúde da Marinha destinados ao atendimento das demandas dos usuários do Sistema de Saúde da Marinha (militares da ativa, da reserva e seus dependentes) e sendo suas atividades gerenciais também controladas por aquela Diretoria.

A RMS-1 é composta por 326 itens distintos e classificados tecnicamente em cinco categorias pelo Sistema de Abastecimento em conjunto com a Diretoria de Saúde da Marinha, sendo assim composta: 15 itens de medicamentos controlados, 09 itens de grande volume, 103 itens de materiais médico-cirúrgicos, 162 itens de medicamentos simples e 37 itens de material odontológico. Esses são itens considerados essenciais para o perfeito funcionamento de qualquer Organização Militar de Saúde.

A RMS-2 é composta por itens para laboratório, nutrição e medicamentos especiais. A RMS-3 é composta por itens de órteses, próteses e hemodinâmica. A RMS-4 é composta por itens que, em sua maioria, são os medicamentos utilizados internamente na Força.

De acordo com Brasil (2009), atualmente, os itens da RMS-1 para as Organizações Militares de Saúde localizadas fora do Estado do Rio de Janeiro poderão ser atendidas pelo Sistema de Abastecimento da Marinha, mas em função da necessidade de agilidade no atendimento a essas demandas ou do reduzido perfil de demanda, que em princípio não justificariam os recursos gastos para o seu transporte, logo essas Organizações têm por recomendação priorizar a aquisição dos itens desses itens nos fornecedores locais.

O Sistema de Abastecimento estabelece a política de estoques para os itens da RMS-1. Os níveis de estoque para esses itens no Depósito de Materiais de Saúde são estabelecidos pelo Centro de Controle de Inventário da Marinha de maneira que atendam as demandas por planejadas por aquele Centro. A política para o estoque de segurança baseia-se em uma cobertura de oito meses de demanda. O cálculo tem por base o período estimado para a prontificação de um processo licitatório de uma ata de registro de preços somado tempo médio de entrega dos itens pelos fornecedores licitados além das peculiaridades desse mercado e o alto impacto causado pelo desabastecimento dos itens contemplados por essa licitação, justificando a necessidade de manter um estoque de segurança com essa cobertura.

Segundo Brasil (2009) as requisições dos itens da RMS-1 são atendidas pelo Sistema de Abastecimento, de acordo com a localidade da Organização Militar de Saúde, e cumprindo os seguintes prazos:

a) Para as Organizações Militares de Hospitalares pertencentes ao Estado do Rio de Janeiro, o tempo mínimo de atendimento é de cinco dias úteis;

b) Para as Organizações Militares com Facilidades Médicas pertencentes ao Estado do Rio de Janeiro, o tempo mínimo de atendimento é de dez dias úteis; e

c) Para as Organizações Militares Hospitalares e as com Facilidades Médicas localizadas fora do Estado do Rio de Janeiro, o tempo de atendimento mínimo é de trinta dias corridos.

4.3

Parâmetros utilizados no modelo de localização

Para resolver um problema de localização de instalações com compartilhamento de riscos para vários produtos ao mesmo tempo, desde que não haja restrições de capacidade, pode-se agregá-los e modelá-los como um só, conforme mencionado por Snyder et al (2007). Por questões técnicas os itens da RMS-1 foram divididos em cinco categorias conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Itens da RMS-1 por categorias

| s | Categorias | Quantidades de Itens (p_s) |
|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| A | Medicamentos Controlados | 15 |
| B | Grande Volume | 09 |
| C | Material Médico Cirúrgico | 103 |
| D | Medicamento | 162 |
| E | Odontológico | 37 |
| Total de Itens da RMS-1 (P) | | 326 |

Fonte: Autor (2016)

O índice i por CeIM regional e concentrador das demandas das OMS clientes no Estado e o índice j para o candidato a depósito central (DC) para os itens da RMS-1, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Índice i e j por CeIM regional por Estado

| i | j | Estado | CeIM |
|-----|-----|--------|---------|
| 1 | 1 | RJ | CeIMRJ |
| 2 | 2 | BA | CeIMSa |
| 3 | 3 | PE | CeIMRe |
| 4 | 4 | RN | CeIMNa |
| 5 | 5 | PA | CeIMBe |
| 6 | 6 | RS | CeIMRG |
| 7 | 7 | MS | CeIMLa |
| 8 | 8 | DF | CeIMBra |
| 9 | 9 | MA | CeIMMa |

Fonte: Autor (2016).

4.3.1 Média e desvio padrão da demanda

As demandas dos anos de 2010 a 2015 das Organizações Militares de Saúde, consolidadas por categoria e por Centro de Intendência Regional, foram calculadas a média (μ_i) e o desvio padrão (σ_i) para cada uma delas e apresentadas pela Tabela 5. Para os cálculos da média e desvio padrão da demanda diária foram utilizadas planilhas eletrônicas, com o auxílio do *software Microsoft Excel*® em sua versão 2013.

Tabela 5: Média e desvio padrão da demanda (em unidades / dia) para os itens da RMS-1 das OMS por categoria e consolidados por CeIM regional

| CeIM (un/dia) | A | | B | | C | | D | | E | |
|------------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
| | μ_i | σ_i | μ_i | σ_i | μ_i | σ_i | μ_i | σ_i | μ_i | σ_i |
| CeIMRJ | 1.264 | 182 | 3.193 | 420 | 27.238 | 3.336 | 12.623 | 1.912 | 90 | 15 |
| CeIMSa | 61 | 7 | 157 | 17 | 1.364 | 130 | 894 | 118 | 10 | 3 |
| CeIMRe | 47 | 5 | 121 | 13 | 1.052 | 100 | 690 | 91 | 6 | 2 |
| CeIMNa | 62 | 7 | 161 | 17 | 1.392 | 132 | 913 | 120 | 8 | 2 |
| CeIMBe | 44 | 5 | 115 | 12 | 995 | 94 | 653 | 86 | 13 | 3 |
| CeIMRG | 8 | 11 | 23 | 32 | 191 | 271 | 117 | 167 | 2 | 3 |
| CeIMLa | 78 | 9 | 202 | 21 | 1.371 | 116 | 1.025 | 135 | 13 | 3 |
| CeIMBra | 46 | 5 | 118 | 12 | 1.024 | 97 | 671 | 88 | 16 | 4 |
| CeIMMa | 141 | 18 | 366 | 43 | 2.585 | 284 | 1.889 | 277 | 24 | 7 |

Fonte: Autor (2016).

4.3.2 Custos de transporte

Os custos com transporte foram levantados com base os preços apresentados pelos licitantes ao término da na licitação do tipo menor preço pelo do Pregão na forma Eletrônica nº 025/2013 do Centro de Obtenção da Marinha no Rio de Janeiro para o transporte de itens da RMS-1 por empresas especializadas em

transporte desses materiais, cujo ponto de origem, é o Estado do Rio de Janeiro para os demais Estados do Brasil.

Para o cálculo da unidade transportada dos itens de saúde do fabricante ou distribuidor para os Centros de Intendência Regionais candidatos foi utilizado um caminhão baú isotérmico tipo *truck* ou caminhão pesado de 16 toneladas à diesel com carga cheia e com capacidade útil de carga de 6.000Kg.

Para o cálculo da unidade transportada dos materiais de saúde dos Centros de Intendência Regionais candidatos até as suas Organizações Militares de Saúde clientes considerou-se um caminhão baú isotérmico tipo toco ou semi-pesado de 07 toneladas à diesel com consumo de 05 Km/litro com plena carga e com capacidade útil de carga de 4.000Kg.

Os custos com transporte dos itens da RMS-1 foram calculados através da divisão dos valores de frete apresentados na licitação pelas distâncias médias entre os pontos de demandas em si, e destes entre o Depósito de Materiais de Saúde da Marinha no Rio de Janeiro, essas distâncias foram obtidas pelo *Google Earth*® e calculadas as médias conforme a Tabela 6. A distância média entre os CeIM regionais e suas OMS clientes no Estado, conforme a Tabela 7.

Tabela 6: Distâncias médias (em quilômetros) entre os CeIM regionais

| Distância (Km) | CeIM RJ | CeIM Sa | CeIM Re | CeIM Na | CeIM Be | CeIM RG | CeIM La | CeIM Bra | CeIM Ma |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| CeIMRJ | 0 | 1.738 | 2.413 | 2.619 | 3.234 | 1.791 | 1.853 | 1.214 | 4.384 |
| CeIMSa | 1.738 | 0 | 826 | 1.140 | 2.096 | 3.454 | 2.908 | 1.514 | 4.767 |
| CeIMRe | 2.413 | 826 | 0 | 285 | 2.076 | 4.146 | 3.485 | 2.189 | 5.103 |
| CeIMNa | 2.619 | 1.140 | 285 | 0 | 1.991 | 4.290 | 3.762 | 2.658 | 5.010 |
| CeIMBe | 3.234 | 2.096 | 2.076 | 1.991 | 0 | 4.258 | 3.172 | 2.099 | 3.639 |
| CeIMRG | 1.791 | 3.454 | 4.146 | 4.290 | 4.258 | 0 | 2.183 | 2.349 | 4.944 |
| CeIMLa | 1.853 | 2.908 | 3.485 | 3.762 | 3.172 | 2.183 | 0 | 1.546 | 3.486 |
| CeIMBra | 1.214 | 1.514 | 2.189 | 2.658 | 2.099 | 2.349 | 1.546 | 0 | 3.662 |
| CeIMMa | 4.384 | 4.767 | 5.103 | 5.010 | 3.639 | 4.944 | 3.486 | 3.662 | 0 |

Fonte: Google Earth® (2016).

Tabela 7: Distâncias médias (em quilômetros) entre os CeIM regionais e suas OMS clientes no Estado

| Distância (Km) | CeIM RJ | CeIM Sa | CeIM Re | CeIM Na | CeIM Be | CeIM RG | CeIM La | CeIM Bra | CeIM Ma |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| CeIMRJ | 47 | | | | | | | | |
| CeIMSa | | 27 | | | | | | | |
| CeIMRe | | | 1 | | | | | | |
| CeIMNa | | | | 1 | | | | | |
| CeIMBe | | | | | 16 | | | | |
| CeIMRG | | | | | | 14 | | | |
| CeIMLa | | | | | | | 1 | | |
| CeIMBra | | | | | | | | 1 | |
| CeIMMa | | | | | | | | | 1 |

Fonte: Google Earth[®] (2016)

Os custos com transporte (d_{ij}) dos itens da RMS-1 entre os CeIM regionais são apresentados na Tabela 8. Os custos com transporte (d_{ij}) dos itens da RMS-1 entre os CeIM regionais e suas OMS clientes no Estado, conforme a Tabela 9.

Tabela 8: Custos com transporte (em R\$/unidade) dos itens da RMS-1 entre os CeIM regionais

| Custo (d_{ij}) (R\$/un) | CeIM RJ | CeIM Sa | CeIM Re | CeIM Na | CeIM Be | CeIM RG | CeIM La | CeIM Bra | CeIM Ma |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| CeIMRJ | 0 | 1,05 | 1,65 | 1,17 | 1,32 | 1,78 | 1,86 | 1,32 | 2,58 |
| CeIMSa | 1,05 | 0 | 0,78 | 1,08 | 1,98 | 3,26 | 2,75 | 1,43 | 4,50 |
| CeIMRe | 1,65 | 0,78 | 0 | 0,27 | 1,96 | 3,92 | 3,29 | 2,07 | 4,82 |
| CeIMNa | 1,17 | 1,08 | 0,27 | 0 | 1,88 | 4,05 | 3,55 | 2,51 | 4,73 |
| CeIMBe | 1,32 | 1,98 | 1,96 | 1,88 | 0 | 4,02 | 3,00 | 1,98 | 3,44 |
| CeIMRG | 1,78 | 3,26 | 3,92 | 4,05 | 4,02 | 0 | 2,06 | 2,22 | 4,67 |
| CeIMLa | 1,86 | 2,75 | 3,29 | 3,55 | 3,00 | 2,06 | 0 | 1,46 | 3,29 |
| CeIMBra | 1,32 | 1,43 | 2,07 | 2,51 | 1,98 | 2,22 | 1,46 | 0 | 3,46 |
| CeIMMa | 2,58 | 4,50 | 4,82 | 4,73 | 3,44 | 4,67 | 3,29 | 3,46 | 0 |

Fonte: Autor (2016).

Tabela 9: Custos com transporte (em R\$/unidade) dos itens da RMS-1 entre os CeIM regionais e suas OMS clientes no Estado

| Custo (d_{ij}) (R\$/un) | CeIM RJ | CeIM Sa | CeIM Re | CeIM Na | CeIM Be | CeIM RG | CeIM La | CeIM Bra | CeIM Ma |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
| CeIMRJ | 0,02 | | | | | | | | |
| CeIMSa | | 0,09 | | | | | | | |
| CeIMRe | | | 0,04 | | | | | | |
| CeIMNa | | | | 0,04 | | | | | |
| CeIMBe | | | | | 0,07 | | | | |
| CeIMRG | | | | | | 0,06 | | | |
| CeIMLa | | | | | | | 0,04 | | |
| CeIMBra | | | | | | | | 0,04 | |
| CeIMMa | | | | | | | | | 0,04 |

Fonte: Autor (2016).

Os custos com transporte (a_j) dos itens da RMS-1, partindo dos fabricantes ou distribuidores, que em sua imensa maioria localizam-se no Estado de São Paulo, com destino aos CeIM regionais, são discriminados na Tabela 10.

Tabela 10: Custo por unidade (R\$/unidade) para enviar do fornecedor ou distribuidor de São Paulo para os CeIM regionais

| j | CeIM | Custo (R\$/unidade) |
|-----|---------|------------------------|
| 1 | CeIMRJ | 0,79 |
| 2 | CeIMSa | 1,24 |
| 3 | CeIMRe | 1,87 |
| 4 | CeIMNa | 1,34 |
| 5 | CeIMBe | 1,26 |
| 6 | CeIMRG | 1,52 |
| 7 | CeIMLa | 1,48 |
| 8 | CeIMBra | 1,20 |
| 9 | CeIMMa | 2,34 |

Fonte: Autor (2016).

4.3.3 Custo fixo de localização

Todos os CeIM regionais têm o seguinte custo fixo anual caso sejam selecionados para a instalação de um depósito central para os itens da RMS-1 que atendam todas as demandas das OMS da Marinha.

Para os custos com os CeIM regionais não fizeram parte do cálculo o aluguel, pois os terrenos e as construções pertencem a Marinha. Também a depreciação dos equipamentos não é considerada para efeito de cálculo, pois os veículos especiais não fazem parte da gerência dos CeIM e são obtidos, controlados e distribuídos por uma outra Estrutura do Apoio Logístico.

Os custos fixos anuais para a localização de um depósito central (f_i) são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Os custos fixos de localização (em R\$/ano) de um depósito central

| Mão de Obra | Total anual (R\$/ano) |
|--|-----------------------|
| Oficiais | 369.288,00 |
| Praças | 2.451.600,00 |
| Total Mão de Obra (1) | 2.820.888,00 |
| Custos do Armazém | |
| Estiva | 880.000,00 |
| Limpeza e Conservação | 36.000,00 |
| Manutenção ar-condicionado | 54.000,00 |
| Manutenção de alarme contra incêndio | 28.000,00 |
| Descarte de Material | 36.000,00 |
| Total com Custos do Armazém (2) | 1.034.000,00 |
| Custos Administrativos | |
| Escritório - telefonia e reprografia | 26.000,00 |
| Total com Custos Administrativos (3) | 26.000,00 |
| Custos Fixos anuais de Localização (4) = (1) + (2) + (3) | 3.880.888,00 |

Fonte: SIAFI (2015).

4.3.4

Custo fixo por encomenda e custo fixo por remessa

Este modelo foi utilizado, com algumas adaptações em razão de peculiaridades na condução das cadeias de suprimentos da Marinha do Brasil.

A primeira adaptação feita foi a aplicação de um mesmo valor para os custos fixos por encomenda (F_j) para o fornecedor ou distribuidor do Estado de São Paulo para cada CeIM regional.

A segunda adaptação feita foi a aplicação de um mesmo valor para os custos de remessa (g_j) do fornecedor ou distribuidor do Estado de São Paulo para cada CeIM regional.

Tais custos fixos encontram-se previstos e acrescidos ao valor de cada item na cotação de preços que compõe a pesquisa de mercado, a qual estipula o preço máximo a ser oferecido pelos licitantes para o valor final de venda do item para a Marinha na abertura do certame licitatório.

O Custo Fixo por encomenda estimado (F_j) para o fornecedor ou distribuidor, situado no Estado de São Paulo, por um CeIM regional localizado em j é apresentado na Tabela 12.

Tabela 12: Custo Fixo de Encomenda Estimado do fornecedor ou distribuidor de São Paulo para os CeIM regionais (em R\$/unidade)

| j | CeIM | Custo (R\$ /unidade) |
|-----|---------|-------------------------|
| 1 | CeIMRJ | 10,00 |
| 2 | CeIMSa | 10,00 |
| 3 | CeIMRe | 10,00 |
| 4 | CeIMNa | 10,00 |
| 5 | CeIMBe | 10,00 |
| 6 | CeIMRG | 10,00 |
| 7 | CeIMLa | 10,00 |
| 8 | CeIMBra | 10,00 |
| 9 | CeIMMa | 10,00 |

Fonte: Autor (2016).

O Custo Fixo por Remessa Estimado (g_j) do fornecedor ou distribuidor, situado no Estado de São Paulo, para um CeIM regional em j é apresentado na Tabela 13.

Tabela 13: Custo fixo por remessa Estimado do fornecedor ou distribuidor de São Paulo para os CeIM regionais (em R\$/unidade)

| j | CeIM | Custo (R\$/unidade) |
|-----|---------|---------------------|
| 1 | CeIMRJ | 50,00 |
| 2 | CeIMSa | 50,00 |
| 3 | CeIMRe | 50,00 |
| 4 | CeIMNa | 50,00 |
| 5 | CeIMBe | 50,00 |
| 6 | CeIMRG | 50,00 |
| 7 | CeIMLa | 50,00 |
| 8 | CeIMBra | 50,00 |
| 9 | CeIMMa | 50,00 |

Fonte: Autor (2016).

4.3.5 Custo de manutenção de estoque

O custo de manutenção de estoque (h), para este trabalho, é considerado a soma dos custos com mão de obra aplicada diretamente ao manuseio do estoque e os custos administrativos do armazém, conforme a Tabela 14.

Tabela 14: Custos com a manutenção do estoque para um depósito de materiais de saúde (em R\$/ano).

| Mão de Obra Direta | Total (R\$/ano) |
|---|-----------------|
| Encarregado Técnico | 211.464,00 |
| Auxiliar Técnico | 157.824,00 |
| Praças | 2.451.600,00 |
| Total Mão de Obra Direta (1) | 2.820.888,00 |
| Custos do Armazém | |
| Estiva | 880.000,00 |
| Limpeza e Conservação | 72.000,00 |
| Manutenção ar-condicionado | 54.000,00 |
| Manutenção de alarme contra incêndio | 28.000,00 |
| Descarte de Material | 36.000,00 |
| Total com Custos do Armazém (2) | 1.070.000,00 |
| Custo com a manutenção de estoque (1) + (2) = (3) | 3.890.888,00 |
| Estoque médio anual em unidades (4) | 1.166.070,00 |
| Custo de manutenção de estoque (unidade /ano) (3) / (4) = (h) | 3,34 |

Fonte: SIAFI (2015).

4.3.6 Tempo de espera

O tempo médio para a entrega (L_j) dos fabricantes/distribuidores para os CeIM regionais, partindo do Estado de São Paulo, conforme a Tabela 15, feitos os cálculos de acordo com a Lei nº 12.619 de 30 de abril de 2012.

Tabela 15: Tempo médio para entrega (L_j) dos fabricantes ou distribuidores em São Paulo para os CeIM regionais (em dias).

| CeIM | Tempo de entrega médio (dias) |
|---------|-------------------------------|
| CeIMRJ | 4 |
| CeIMSa | 7 |
| CeIMRe | 8 |
| CeIMNa | 9 |
| CeIMBe | 9 |
| CeIMRG | 7 |
| CeIMLa | 8 |
| CeIMBra | 7 |
| CeIMMa | 11 |

Fonte: Autor (2016).

4.3.7 Outros parâmetros

A probabilidade esperada da não falta de estoque (α) no CeIM regional durante o tempo de espera da entrega pelo fornecedor ou distribuidor em São Paulo é de 0,95.

O desvio da normal padrão (z_α) tal que $P(z \leq z_\alpha)$, ou seja, para um nível de serviço (α) de 95% o (z_α) é igual a 1,96.

O número de dias úteis de trabalhos por ano χ é igual a 200 dias.

4.4 O modelo matemático utilizado

A localização do novo Depósito Central (DC) para os itens da RMS-1, que minimiza os custos com transporte e armazenagem, foi determinada com recurso aos conceitos implícitos no modelo de localização de instalações com compartilhamento de riscos apresentado de Snyder et al (2007) apresentado na seção 3.10. Tratando-se da localização de um único depósito o modelo fica

bastante simplificado e passível de ser resolvido com planilhas eletrônicas. Do modelo original foi utilizada a função objetivo com algumas alterações. Atribuíram-se pesos iguais para o fator de ponderação do custo de transporte (β) e para o fator de ponderação do custo do estoque (θ). P é o número total de itens de saúde componentes da RMS-1 e s é o índice da categoria do item e p_s é o número de itens distintos na categoria s .

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & \sum_{j \in I} \left(\frac{p_s}{P} \right) f_j X_j + \beta \chi \sum_{j \in I} \mu_i (d_{ij} + a_j) Y_{ij} + \\ & + \sum_{j \in I} \sqrt{2\theta h \chi (F_j + \beta g_j)} \sum_{i \in I} \mu_i Y_{ij} + \theta h z_\alpha \sum_{j \in I} \sqrt{\sum_{i \in I} L_j \sigma^2 Y_{ij}} \end{aligned} \quad (6)$$

A função objetivo (6) calcula o valor esperado dos custos para cada uma das cinco categorias de itens da RMS-1.

As variáveis de decisão são:

- a) $X_j = \begin{cases} 1, & \text{se localizado um depósito central no CeIM regional em } j; \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases}$
- b) $Y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se o CeIM regional em } i \text{ é atendido pelo depósito central em } j; \\ 0, & \text{caso contrário.} \end{cases}$

4.5

Resultados obtidos para a localização do depósito central

Os cálculos para a localização do depósito central foram feitos em planilhas eletrônicas com o auxílio do *software Microsoft Excel*[®] em sua versão 2013. Foram utilizadas as equações e inequações do modelo de localização de instalações com compartilhamento de riscos, apresentado por Snyder et al (2007), como base para a obtenção dos valores de cada CeIM regional candidato a depósito central. São apresentados em cada uma dos nove candidatos:

a) Os custos fixos anuais do sistema pela localização do depósito central no CeIM regional selecionado;

b) Os custos anuais do sistema com transporte dos itens da RMS-1 dos fabricantes ou distribuidores para o depósito central, deste para os CeIM regionais nos não candidatos e desses últimos para as suas Organizações Militares de Saúde clientes no Estado;

- c) Os custos de manutenção dos estoques de segurança no depósito central para o sistema dos itens da RMS-1; e
- d) O custo total do sistema com a localização do novo depósito central por CeIM regional candidato.

Foram testadas as localizações para cada um dos CeIM regionais candidatos a depósito central e levantados os seus custos totais anuais do sistema para a cadeia de suprimentos de itens da RMS-1. Conforme os parâmetros, elencados no item 4.3, deste trabalho são apresentadas nos próximos subitens os resultados por CeIM candidato. Os resultados para cada um dos nove CeIM candidatos são descritos na Tabela 16, a qual especifica os custos de transporte e manutenção de estoques de segurança e o custo total do sistema. A Tabela 16 ordena as alternativas de localização do depósito central por ordem crescente de custos totais do sistema.

Tabela 16: Custos (R\$/ano) do Sistema por CeIM candidato a depósito central.

| CeIM (R\$ 1,00/ano) | Custo do transporte | Custo da manutenção do estoque de segurança | Custo total do sistema |
|------------------------|---------------------|--|------------------------|
| CeIMRJ | 16.570.000 | 52.000 | 20.573.000 |
| CeIMSa | 33.320.000 | 68.000 | 37.339.000 |
| CeIMRe | 47.140.000 | 73.000 | 51.164.000 |
| CeIMNa | 36.500.000 | 78.000 | 40.529.000 |
| CeIMBe | 36.410.000 | 78.000 | 40.439.000 |
| CeIMRG | 48.240.000 | 68.000 | 52.259.000 |
| CeIMLa | 44.710.000 | 73.000 | 48.734.000 |
| CeIMBra | 34.780.000 | 69.000 | 38.800.000 |
| CeIMMa | 63.600.000 | 86.000 | 67.637.000 |

Fonte: Autor (2016).

Os custos de fixo de localizar o DC e de manutenção do estoque de trabalho no DC são iguais para todas as alternativas e tomam o valor R\$ 3.880.000,00 e R\$ 71.000,00, respectivamente.

O critério de decisão para a escolha do local de implementação do depósito central foi o de menor custo total para a cadeia de suprimentos apresentado pelo Centro de Intendência regional candidato, após a utilização das bases modelo matemático de localização de Snyder et al. (2007). Pelo critério exposto, o CeIMRJ (Depósito de Materiais de Saúde da Marinha no Rio de Janeiro) apresentou o menor custo total anual para o sistema se comparado aos demais

CeIM candidatos, logo foi selecionado como a localização de depósito central que minimiza os custos da cadeia de suprimentos para os itens de saúde essenciais ou RMS-1. As parcelas de custos de transporte e de custo de manutenção do estoque de segurança no sistema apresentaram os menores valores se comparados com os demais oito CeIM candidatos a depósito central e contribuíram para o menor custo total para o sistema.

A Figura 4 ilustra a proposta de localização do depósito central no CeIMRJ onde hoje está localizado o Depósito de Materiais de Saúde da Marinha no estado do Rio de Janeiro e o fabricante ou fornecedor em São Paulo

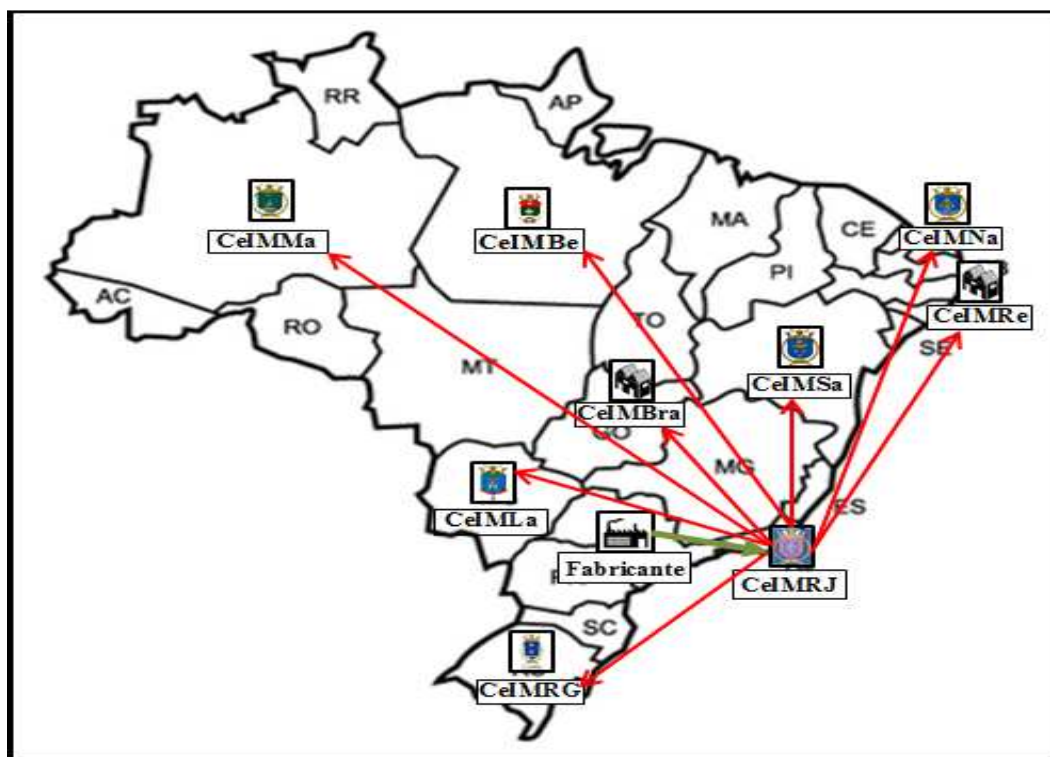


Figura 4: Depósito central localizado no CeIMRJ
Fonte: Autor (2016).

4.6 Os custos com a atual cadeia de suprimentos de saúde

Os custos com transporte, na atual cadeia de suprimentos dos itens da RMS-1, foram levantados e apresentados na Tabela 17. Esse custo tem como ponto de partida os fabricantes ou distribuidores, que em sua imensa maioria localizam-se no Estado de São Paulo, e como ponto de destino às Organizações Militares de Saúde regionais.

Tabela 17: Custos com transporte (em R\$/unidade) dos itens da RMS-1 do fabricante ou distribuidor em São Paulo para as OMS regionais

| <i>j</i> | <i>i</i> | Estado | OMS | Custo (R\$/un) |
|---|----------|--------|---|----------------|
| Fabricante ou distribuidor em São Paulo | 1 | RJ | HNMD; HCM; OCM; PNSPA; PNNSG; PNN e PNCG. | 1,31 |
| | 2 | BA | HNSa | 1,26 |
| | 3 | PE | HNR _e | 1,87 |
| | 4 | RN | HNNa | 1,34 |
| | 5 | PA | HNBe | 1,26 |
| | 6 | RS | PNRG | 1,53 |
| | 7 | MS | HNL _a e NAsH U-28 | 1,48 |
| | 8 | DF | HNBra | 1,20 |
| | 9 | AM | PNMa; NAsH U-16, U-18, U-19 e U-21 | 2,35 |

Fonte: Autor (2016).

O custo anual aproximado da mão-de-obra administrativa do depósito de materiais de saúde para gerenciar a atual cadeia de suprimentos dos itens da RMS-1 é apresentado na Tabela 18.

Tabela 18: Custo estimado com mão de obra administrativa de um depósito de materiais de saúde na atual cadeia de suprimentos.

| Mão de obra administrativa | Total (R\$ 1,00/ano) |
|----------------------------|----------------------|
| Diretoria | 107.892 |
| Divisão de Abastecimento | 184.644 |
| Divisão Técnica | 184.644 |
| Divisão de Serviços | 1.652.364 |
| Total da mão de obra | 2.129.544 |

Fonte: Brasil (2015).

Os custos administrativos de manutenção de um depósito de materiais de saúde, na atual estrutura, giram em torno de R\$ 600.000,00 anuais, esses custos são referentes a conta de luz, água, manutenção do sistema de ar-condicionado, limpeza e conservação das instalações e estiva. Esse custo foi extraído do Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (SIAFI) para o ano de 2015, para a estrutura atualmente existente.

O custo de manutenção de estoque na atual cadeia de suprimentos, para esse trabalho, a soma dos custos com a mão de obra aplicada diretamente ao manuseio do estoque e os custos administrativos do armazém. Durante o ano 2015 teve em

média um estoque, para RMS-1 de 326 itens distintos, com 583.035 unidades (CCIM). Fornecendo um custo de manutenção de estoque na ordem de R\$ 3,34.

Ao fazer os levantamentos dos custos da atual cadeia de suprimentos para os itens da RMS-1, em que praticamente todas as Organizações Militares de Saúde regionais fazem seus próprios processos licitatórios de obtenção, armazenam, consomem e descartam os itens de saúde. Foram apurados e obtidos os seguintes custos como apresentados pela Tabela 19.

Tabela 19: Custos da atual cadeia de suprimentos consolidado por CeIM regional para os itens da RMS-1 (em R\$/ano)

| CeIM (R\$1,00/ano) | Custo de localização | Custo de transporte | Custo estoque médio | Custo estoque de segurança | Custo total por CeIM |
|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|
| CeIMRJ | 4.305.640 | 11.778.339 | 124.848 | 103.986 | 16.312.813 |
| CeIMSa | 574.028 | 669.996 | 30.282 | 6.677 | 1.280.982 |
| CeIMNa | 1.148.056 | 1.646.186 | 56.961 | 13.130 | 2.864.333 |
| CeIMBe | 574.028 | 485.875 | 26.167 | 5.506 | 1.091.576 |
| CeIMRG | 574.028 | 108.676 | 11.288 | 11.751 | 705.743 |
| CeIMLa | 1.756.140 | 817.238 | 34.266 | 8.411 | 2.616.056 |
| HNBra | 574.028 | 464.413 | 26.666 | 5.002 | 1.070.108 |
| CeIMMa | 1.756.140 | 2.389.919 | 50.233 | 25.356 | 4.221.649 |
| Total da cadeia | 11.262.088 | 18.360.642 | 360.711 | 179.819 | 30.163.261 |

Fonte: Autor (2016).

4.7

As economias geradas na cadeia de suprimentos

Os resultados apresentados na Tabela 16 revelam que a instalação de um depósito central para os itens da RMS-1 apresentou um menor custo total do sistema para o RJ e o que contribuiu para tal foram os menores custos apresentados pelas parcelas do custo com transporte no sistema do fabricante/distribuidor para o depósito central, deste para os Centros de Intendência da Marinha em cada Estado e deste último para as suas Organizações Militares de Saúde clientes e também dos custos com a manutenção do estoque de segurança no depósito central para o sistema logístico.

A sistemática da atual cadeia de suprimentos para os itens essenciais de saúde custa para a Marinha do Brasil cerca de 30,2 milhões de reais por ano para atender as demandas das Organizações Militares de Saúde, porém com a localização de um depósito central para esses itens no Estado do Rio de Janeiro, que concentraria o atendimento das demandas de todas as Organizações Militares de Saúde, apresentou um custo para essa cadeia em torno de 20,6 milhões de reais por ano.

5 Conclusão

Este trabalho abordou o atual sistema de distribuição de itens essenciais de saúde na Marinha, o qual é exclusivamente operado pelas próprias Organizações Militares de Saúde com os seus processos licitatórios e seu gerenciamento descentralizado para esses materiais. A política de suprimentos atual respalda esse procedimento com a justificativa de que tais itens em função da eventual necessidade de agilidade no atendimento das necessidades dessas Organizações ou dos seus reduzidos perfis de consumo deverão priorizar a aquisição em fornecedores locais.

O trabalho propõe como resposta ao objetivo geral de aperfeiçoar a atual cadeia de suprimentos de materiais de saúde da Marinha do Brasil a implantação de um depósito central no qual os custos com obtenção e distribuição são otimizados pela consolidação da demanda principalmente na obtenção e no transporte beneficiando do volume de escala e do compartilhamento de risco. O compartilhamento de riscos com a centralização dos estoques possibilita remanejar as demandas das OMS compensando as suas variações e com isso um maior controle dos itens de saúde especialmente quanto a sua validade e o seu descarte seguro.

A solução encontrada com base nos princípios do modelo de localização de instalações com compartilhamento de riscos apresentado por Snyder et al. (2007), defende a centralização do estoque de bens essenciais de saúde da Marinha do Brasil no DepMSMRJ, depósito central no Rio de Janeiro, como forma de minimização da soma dos custos de transporte e de inventário da cadeia. Esta solução representa uma redução de cerca de 32% dos custos em relação ao custo total da atual cadeia (de 30,2 para 20,6 milhões de reais por ano), garantindo um nível de serviço de 95%.

Um fato, que pode esclarecer, e provavelmente pesou para a localização

apontar para o Depósito de Materiais de Saúde no Rio de Janeiro, foi a grande demanda apresentada pelas Organizações Militares de Saúde localizadas nesse Estado, pois é onde boa parte do efetivo dessa Força Armada se concentra. Dentro desse Estado uma das demandas que mais se destacaram foi a do Hospital Naval Marcílio Dias, único hospital de terceiro porte da Força, que absorve as demandas dos casos mais difíceis vindos das Organizações de Saúde dos demais Estados, por não possuírem estrutura ou profissionais especialistas no assunto.

Pode ser observado que tal localização proporcionará uma economia em cerca de 9,6 milhões de reais por ano, ou seja, em torno de 32% menos sobre o custo operacional da atual cadeia de suprimentos, que em se tratando de eficácia e eficiência logística, acaba por ser uma linha de ação economicamente interessante, porém existem outros fatores que necessitam ser estudados e avaliados quanto a adequabilidade, exequibilidade e aceitabilidade desta linha de ação em implementar um depósito central para concentração e distribuição dos itens essenciais de saúde.

O trabalho deu ainda resposta ao objetivo específico de caracterização da atual estrutura da cadeia de suprimentos da Marinha e de definição dos itens essenciais de saúde e seus principais consumidores.

Atualmente, cada Organização Militar de Saúde da Marinha é responsável pela obtenção, armazenagem, consumo e descarte dos itens essenciais de saúde e as suas políticas de estoque baseiam-se em previsões de demanda cujos métodos utilizados, muitas vezes, não são os mais adequados causando a imobilização de recursos financeiros de forma não eficiente e com muitas perdas desses itens por término de validade para o consumo.

Os itens essenciais de saúde como os itens da RMS-1 composta por 326 itens catalogados que, por critérios técnicos e gerenciais, são classificados como: medicamentos controlados, materiais médico-cirúrgicos, medicamentos simples e material de grande volume e material odontológico. São itens essenciais para o funcionamento de qualquer unidade de saúde que são os principais consumidores e são divididas em Organização Militar Hospitalar – são os Hospitais Navais

Distritais; e Organização Militar com Facilidades Médicas – são as Policlínicas, Odontoclínicas, Ambulatórios e Navios de Assistência Hospitalar.

Na hipótese de ser implantado um depósito central, onde hoje é localizado o Depósito de Materiais de Saúde da Marinha no Rio de Janeiro, sugere-se as seguintes tarefas para verificar a viabilidade da implementação:

- a) Um estudo sobre o aumento da mão de obra deste Depósito para atender as demandas de todas as Organizações Militares de Saúde da Marinha; e
- b) Um estudo sobre a ampliação das áreas dos armazéns para poderem acomodar os itens da RMS-1 após a consolidação das demandas de todas as Organizações Militares de Saúde da Marinha.
- c) Um estudo para otimizar as potencialidades da terceirização da frota para a entrega desses itens do depósito central para os Centros de Intendência da Marinha localizados nos outros Estados com base em roteirizações eficientes visando a manutenção do nível de serviço em 95%;
- d) Um estudo visando a manutenção de frota própria ou a terceirização para as entregas dentro do Estado do Rio de Janeiro;
- e) Um estudo de as obtenções serem centralizadas pelo COMRJ e a entrega ser no DepMSMRJ.

Perante a análise feita no trabalho o autor propõe ainda que a licitação seja feita na modalidade pregão na forma eletrônica do tipo menor preço por item e, cujo produto final, seja uma ata de registro de preços, que concentre as entregas no DepMSMRJ, depósito central no Rio de Janeiro, e que sejam parceladas e programadas por este Depósito, sendo alimentado pelos setores de material das respectivas Organizações Militares de Saúde em cada Estado.

Este trabalho serve de base para o desenvolvimento de futuras localizações de depósitos centrais para outros tipos de materiais, tais como: sobressalentes para os navios e aeronaves, materiais de uso administrativo, gêneros alimentícios, tintas e produtos químicos, fardamentos, combustíveis, lubrificantes, graxas; e munições; Tanto para uma Força quanto para as três Forças Armadas sob a gerência conjunta permitindo uma maior integração entre elas principalmente nas

Operações Militares Conjuntas ou Combinadas aumentando a interoperabilidade logística.

6

Referências bibliográficas

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial**. 5. ed. Tradução Raul Rubenich. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 29. Título Original: Business Logistics/ Supply Chain Management.

BRASIL. Constituição (1988). Vade Mecum Saraiva. 21 ed. Editora Saraiva, São Paulo, 2016.p.5-76.

_____. Ministério da Defesa. **Tabela de Soldo dos Militares das Forças Armadas**. Brasília, DF, 2015. Disponível em <http://www.defesa.gov.br/arquivos/2015/mes12/tabela_de_soldos_militares_ffaa.pdf>. Acesso em: 24jun2016.

_____. Marinha do Brasil. Estado Maior da Armada. **Manual de Logística da Marinha – EMA-400**. 2. rev. Brasília, DF, 2003.

_____. Marinha do Brasil. Secretaria Geral da Marinha. **Normas para Execução do Abastecimento– SGM-201**. 6. rev. Brasília, DF, 2009.

_____. Marinha do Brasil. Secretaria Geral da Marinha. **Anuário Estatístico da Marinha – 2010 a 2014**. Brasília, DF, 2015.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da Cadeia de Suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 4.ed. Tradução Daniel Vieira. Revisão Técnica Marilson Alves Gonçalves, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 520p. Título Original: Supply Chain Management: strategy, planning, and operation.

DASKIN, M.S.; COULLARD, C.; SHEN, Z.-J.M. **An inventory-location model: formulation, solution algorithm and computational results**. Annals of Operations and Research. Vol. 110. 2002. p. 83-106.

DAVIS, H.W.; DRUMM, W.H. **Logistics Costs and Service Database-2014**. Annual Conference Proceedings. São Francisco, CA, 2014. Disponível em: <<https://cscmp.org/establish-davislogisticscostandservicepresentation2014>> Acesso em 25 abril 2016.

- HANFIELD, R. B.; ERNEST, L.N. **Introduction to Supply Chain Management**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999.
- KLOSE, A.; DREXL, A. **Facility location models for distribution system design**. European Journal of Operational Research. Vol. 162. 2005. p. 4-29.
- NOVAES, A.G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- MELO, M.T.; NICKEL, S.; SALDANHA-DA-GAMA, F. **Dynamic multi-commodity capacited facility location: a mathematical modeling framework for strategic supply chain planning**. Computers & Operations Research. Vol. 33. 2006. p. 181-208.
- OWEN, S.H.; DASKIN, M.S. **Strategic facility location: a review**. European Journal of Operational Research. Vol. 111. 1998. p. 423-447.
- SAHIN, G.; SÜRAL, H. **A review of hierarchical facility location models**. Computers & Operations Research. Vol. 34. 2007. p. 2310-2331.
- SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos: projeto e gestão**. 3. ed. Tradução Félix Nonnenmacher. Porto Alegre: Bookman, 2010. 584p. Título Original: Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies.
- SHU, J.; TEO, C.-P.; SHEN, Z.-J.M. **Stochastic transportation-inventory network design problem**. Operations Research. Vol. 53. 2005. p. 48-60.
- SNYDER, L.V.; DASKIN, M.S.; TEO, C.P. **The stochastic location model with risk pooling**. European Journal of Operational Research. Vol. 179. 2007. p. 1221-1238.
- VERGARA, S.C. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 15. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- YIN, R.K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 5. ed. Tradução Cristhian Matheus Herrera. Porto Alegre: Bookman, 2015. 290p. Título Original: Case Study Research: Design and Methods.

7 Apêndice

**MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ABASTECIMENTO DA MARINHA
NÚCLEO DE CATALOGAÇÃO DO MATERIAL DA MARINHA**

1- Objetivo

Subsídios para a elaboração de um estudo do consumo dos materiais de saúde componentes da Relação de Material de Saúde do Tipo 1 (RMS-1) e seus níveis de estoque de segurança a fim de permitir a localização de um novo depósito de material de saúde de maneira que minimize os custos de obtenção, transporte em território nacional para os Hospitais, Policlínicas e Navio de Assistência Hospitalar.

2- Tarefa

Envio de planilha eletrônica, em anexo, composta dos 326 itens da RMS-1 e com as demandas (consumo) anuais desses itens dos anos de 2010 até 2015. E informar as quantidades de estoque máximo, mínimo e em qual quantidade de estoque existente é feito o pedido de ressurgimento. E para os itens em que não houver demanda colocar "0" (zero).

3- Prazo

O envio dessa planilha eletrônica deverá ser feito até o dia 20ABR2016.

Rio de Janeiro, 30 de março de 2016.

JORGE EDUARDO FRANCO

Capitão-Tenente (IM)

Encarregado da Central de Operação e Arquivo da Marinha

ASSINADO DIGITALMENTE

| | |
|---------------------------|--|
| Organização Militar | |
| Gestor / Fiel do Material | |
| Data do Preenchimento | |

| ITEM | | | ANO | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-----------|----|----------------|----------------------|---------------|------|------|------|------|------|
| PI | DESCRIÇÃO | UF | ESTOQUE MÁXIMO | ESTOQUE DE SEGURANÇA | CONSUMO ANUAL | | | | | |
| | | | | | | | | | | |