

## AValiação Econômica de Logística de Manutenção para Equipamentos Importados

### MAINTENANCE LOGISTICS ECONOMIC EVALUATION FOR FOREIGN EQUIPMENTS

**Horst Rulff Filho**

Universidade Candido Mendes – UCAM, RJ, Brasil, horstrulff@gmail.com

**Paulo Roberto Rocha Aguiar**

Centro Tecnológico do Exército, Divisão Bélica, RJ, Brasil, dc.prra@gmail.com

#### Resumo

O presente artigo discute os fatores econômicos envolvidos na escolha de uma futura estrutura de manutenção, dentro do processo de decisão de aquisição de um novo equipamento de fabricação estrangeira, para emprego na Marinha do Brasil (MB). As análises dos possíveis sistemas de manutenção podem identificar informações mais precisas, subsidiando os processos decisórios, quanto a realizar investimentos em uma estrutura de manutenção a nível nacional ou quanto a sua terceirização em empresa estrangeira. Este estudo avaliou, por meio de um estudo de caso, as atividades de manutenção desempenhadas em um determinado sistema em uma Organização Militar Prestadora de Serviços da MB, durante o período de 1986 a 2014. Para isso, com base no histórico dos reparos realizados, foi estimado um modelo a fim de estabelecimento de parâmetros para comparação. Foi verificado que, ao longo dos anos de reparos estudados, a estrutura de manutenção da MB mostrou-se eficiente em relação aos custos e aos respectivos tempos de reparo estimados, em comparação com possíveis casos de reparos executados pelo seu fabricante estrangeiro, de forma terceirizada.

**Palavras-chaves:** Manutenção. Terceirização. Apoio logístico.

#### Abstract

This current article discusses the economic factors involved in the choice of a future maintenance structure, within the decision process of acquiring new equipment of foreign manufacture, for use in the Brazilian Navy. The analysis of possible maintenance systems could identify more precise information to subsidize decision making processes, in order to invest in a maintenance structure at national level, or to outsource it to a foreign enterprise. This study evaluated, by a case study performed on a Brazilian Navy's Service Providing Military Organization, the maintenance activities executed in a determined system during the period 1986 to 2014. For this, based in the history of the executed repairs, a model was estimated in order to establish parameters for comparison. It was verified in this work, along these years of repairs, that the Brazilian Navy's maintenance structure showed efficiency related to cost and respective estimated repair times, in the case of the repair being outsourced by its foreign manufacturer.

**Keywords:** Maintenance. Outsourcing. Logistical support.

#### 1 Introdução

A missão de uma Marinha moderna é ter a capacidade de empregar seus ativos, de forma eficiente, em prol do propósito primordial de defender os interesses da pátria. Sendo certo que o cenário mundial atual se caracteriza pelo uso intensivo de tecnologias avançadas, em constante evolução, se faz imprescindível que esta Marinha disponha de

meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais condizentes com a inserção político-estratégica do país no cenário mundial, em consonância com os anseios da sociedade. A capacidade de defesa de um país é construída por meio de um aprendizado e emprego constante de novas tecnologias, que podem, quase sempre, significar o sucesso ou derrota na sua missão.

De acordo com a Diretoria de Engenharia Naval (DIRETORIA DE ENGENHARIA NAVAL, 2003), as constantes evoluções tecnológicas na atualidade, resultam em equipamentos mais sofisticados, caracterizados por uma crescente complexidade de suas especificações técnicas. Tendo em vista a necessidade de acompanhar esses novos padrões tecnológicos, estes equipamentos deverão ser apoiados por uma manutenção planejada, com a finalidade de minimizar a existência de falhas, garantindo a sua eficácia operativa.

A verdadeira capacidade de assegurar a soberania nacional está intimamente ligada ao emprego de armas e equipamentos modernos, bem como ao completo domínio de seu emprego. Para tanto, é necessário que esteja à disposição das Forças de Defesa, armas e equipamentos modernos ou, na medida das possibilidades econômicas, à altura do estado presente da arte. Neste contexto, devido à importância da manutenção acurada do material empregado, torna-se fundamental empreender um sistema logístico capaz de assegurar a capacidade operacional de tais equipamentos, dentro da sua vida útil.

Para desenvolver a capacidade de manter equipamentos de tecnologia avançada em perfeitas condições operacionais é necessário estabelecer um sistema de apoio logístico abrangente e eficaz, focado principalmente na manutenção de sistemas e equipamentos. A gestão de “manutenção”, portanto, ganha relevância na capacidade de preservar os Meios Navais disponíveis, maximizando sua utilização em prol da defesa do Estado. Ademais, a escolha adequada da manutenção de sistemas militarizados pode refletir em economia dos gastos governamentais.

Para estabelecer o nível operacional de um meio naval é mandatório que os seus sistemas estejam operativos e de acordo com as exigências técnicas e operacionais necessárias ao correto cumprimento da sua missão. Neste contexto, além de investimento em tecnologia a nível nacional, a aquisição de equipamentos e tecnologia de última geração, ainda se faz necessário, evitando um quadro de defasagem tecnológica em relação às outras nações.

A aquisição de novos equipamentos ocorre não somente na ocasião da construção de novos meios navais, como também durante o processo de modernização dos meios já existentes, substituindo-se equipamentos com problemas de desempenho operativo, motivado pelo estado de obsolescência, restrição operacional, ou ainda manutenção antieconômica. Em todos os casos, é de suma importância a definição de parâmetros para possíveis substitutos, levando em consideração a sua estrutura de manutenção, com o intuito primordial de restabelecer e/ou, ainda, elevar a capacidade de combate e a disponibilidade dos meios navais durante a sua vida útil operativa.

Os fatores econômicos positivos gerados pela escolha correta da estrutura de manutenção de um equipamento novo vêm ao encontro da realidade orçamentária de restrição da Marinha do Brasil (MB) ao longo dos últimos anos. Desta forma, com a análise dos melhores sistemas de manutenção, na ocasião de um processo de aquisição de um novo equipamento, por exemplo, produzirá informações mais precisas para subsidiar o processo decisório quanto aos investimentos em uma estrutura de manutenção a nível nacional, de forma a racionalizar os gastos governamentais.

Este trabalho tem como propósito principal identificar evidências empíricas de economia nos gastos relacionados a uma estrutura de manutenção local, em relação a uma manutenção terceirizada ao fabricante estrangeiro. Além disto, os estudos vislumbrados buscam identificar a existência de vantagens, em face das particularidades da estrutura de manutenção da MB.

Assim, pretende-se mensurar o valor agregado dos serviços de manutenção de sistemas prestados pela Organização Militar Prestadora de Serviços (OMPS) responsável e estimar a importância dos investimentos empregados em uma estrutura dedicada à manutenção, subsidiando a aquisição de novos equipamentos para utilização nos meios da Marinha do Brasil.

## **2 Aspectos teórico-empíricos**

### **2.1 Logística**

O conceito de logística foi inicialmente desenvolvido pelas necessidades militares durante os períodos de guerra mediante as diversas demandas de abastecimento, de transporte e de alojamento das tropas, nos diversos cenários de batalha.

Segundo Gadioli (2005), atualmente a logística tem um alcance mais amplo, passando a abordar outras áreas como armazenagem, gerência de estoques, prestação de serviços, dentre outras.

A logística moderna deve ser planejada e implementada para prover, de forma econômica e eficaz, um fluxo e armazenamento de sobressalentes, ferramentas, equipamentos, bem como as informações técnicas pertinentes a todo processo, aplicados em tempo hábil e no local apropriado.

Em relação a sistemas cada vez mais modernos, a logística deve manter uma dinâmica de aprimoramento, condizente com as atuais demandas de qualidade, eficácia e agilidade, por parte de seus clientes. A logística em relação à manutenção não se restringe apenas ao reparo de um determinado equipamento, somam-se a ele os serviços aos clientes, a escolha de ferramentas e equipamentos adequados, instalações eficientes, pessoal técnico especializado, e controle de estoques de peças sobressalentes, isto é, caracterizando diversos valores que são agregados ao serviço entregue ao cliente.

### **2.2 Sistema de apoio logístico**

Um sistema de apoio logístico pode ser considerado uma concretização efetiva do conceito da logística, que em relação a MB, tem o propósito primordial de manter as organizações militares e seus meios navais em estado de prontidão operativa, para o correto cumprimento das suas atribuições. Em relação a um meio naval, o apoio logístico deverá acompanhar o período correspondente ao seu ciclo de vida, garantindo o seu desempenho de acordo com os recursos disponíveis.

Conforme o Estado-Maior da Armada (ESTADO-MAIOR DA ARMADA, 2003), o Sistema de Apoio Logístico é um conjunto de elementos inter-relacionados, que são organizados com o propósito fundamental de prover as necessidades de acordo com as exigências determinadas pela MB.

O Sistema de Apoio Logístico deverá ser considerado durante as fases do projeto de aquisição de um meio naval, ou de um novo sistema. A partir das necessidades determinadas, deverá ser concebido um projeto do sistema de apoio logístico, para prover a operação do meio ou do equipamento durante o decorrer do seu ciclo de vida.

### 2.3 Apoio logístico integrado

Considera-se Apoio Logístico Integrado (ALI) um conjunto de recursos logísticos disponíveis que são organizados e desenvolvidos para acompanhar um projeto de aquisição de um novo sistema ou equipamento, perante as modernas demandas tecnológicas. O ALI, como um todo, deverá ser planejado para instalar este sistema ou equipamento novo em um meio naval, visando sempre maximizar a sua disponibilidade durante a sua vida útil operacional.

Conforme o Estado-Maior da Armada (ESTADO-MAIOR DA ARMADA, 2003, p.4-28), “o propósito principal do Apoio Logístico Integrado é garantir o máximo de disponibilidade de um meio ou sistema a ser incorporado, durante a vida útil prevista”.

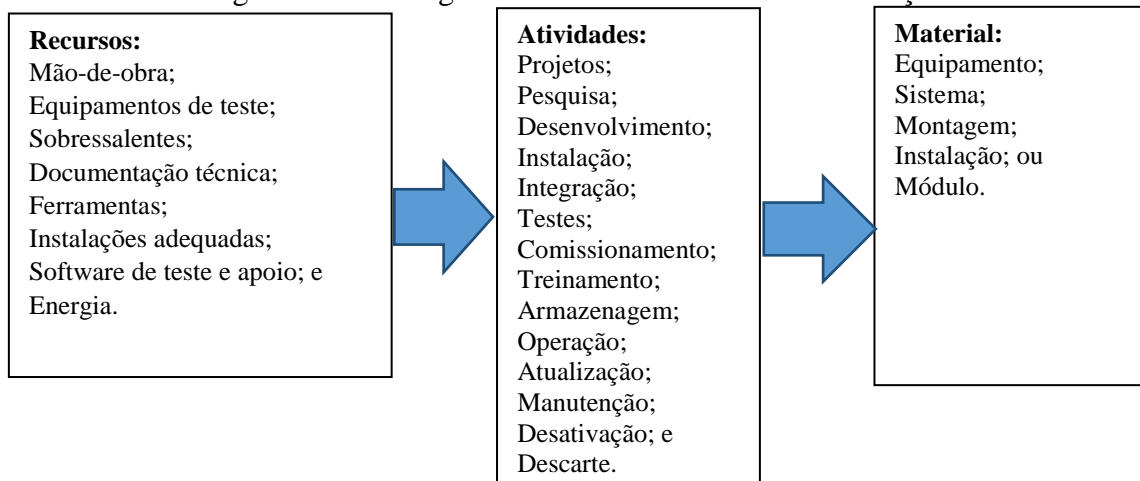
Para a Diretoria Geral do Material da Marinha (DIRETORIA GERAL DO MATERIAL DA MARINHA, 2010), o Apoio Logístico Integrado (ALI) é definido como um processo organizado de forma a implementar em um sistema novo a ser adquirido pela MB, um apoio logístico, com o intuito de otimizar a disponibilidade deste material, minimizando os custos envolvidos na sua operação e manutenção.

### 2.4 Estrutura logística de manutenção

Considera-se uma estrutura de manutenção, uma organização composta por um grupo de indivíduos tecnicamente capacitados, com recursos disponíveis e capaz de empreender um esforço logístico orientado para cumprir tarefas relacionadas à manutenção.

Em relação a um determinado projeto de apoio logístico, a estrutura de manutenção deve ser capaz de manter o fluxo logístico durante o ciclo de vida útil do material apoiado. Em uma estrutura dedicada à manutenção, o esforço logístico traduz-se na execução de um conjunto de atividades coordenadas, com todos os recursos necessários disponíveis, oferecendo o correto apoio logístico ao material durante a sua vida útil operativa. A Figura 1 ilustra o fluxo logístico de uma estrutura de manutenção.

Figura 1: Fluxo logístico de uma estrutura de manutenção



Fonte: Elaborado pelos autores.

### 2.5 Organizações militares prestadoras de serviços

As Organizações Militares Prestadoras de Serviços (OPMS) foram criadas e implantadas no ano de 1994, para suprir as necessidades do setor de Material da Marinha, em relação a sua preocupação em avaliar os custos dos serviços gerados pelas

anteriormente conhecidas Organizações de Apoio Logístico (ORGAL). A intenção principal da sua criação foi de, além de prestar os serviços logísticos necessários, possibilitar a avaliação do desempenho das suas atividades, otimizando o emprego dos recursos disponíveis.

Outro objetivo importante associado à criação das OMPS foi o de mudar a cultura das organizações de manutenção envolvidas com prestação de serviços, pois, passaram a gerir os seus próprios recursos, visando enfrentar as crescentes restrições orçamentárias impostas pela economia global.

Em resumo, os recursos gerados pelas OMPS são os advindos dos serviços prestados aos meios navais operativos e são empregados para arcar com as suas despesas fixas como luz, gás, água, telefone etc, de acordo com os investimentos em suas instalações.

## 2.6 Disponibilidade

De acordo com United States of America (2003), o conceito de disponibilidade, do inglês “*Availability*”, é definido como a percentagem média do tempo de funcionamento programado para um equipamento estar disponível e operando sem falhas para uso, isto é, não estar fora de serviço por motivo de avaria.

O tempo em que o equipamento se encontra disponível é caracterizado pelo tempo de operação efetiva, somado ao tempo que se encontra pronto e disponível para ser utilizado.

Por outro lado, a indisponibilidade de um equipamento refere-se ao intervalo de tempo que permanece em reparo, ou ainda, aguardando a manutenção.

### 2.6.1 Disponibilidade operacional

Conforme United States of America (2003, p. 5), a Disponibilidade Operacional, além das características intrínsecas do equipamento, abrange a estrutura logística de apoio a manutenção. A Disponibilidade Operacional denominada de  $A_o$ , é definida pela expressão

$$A_o = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MLDT}$$

Onde :

MTBF ( do inglês *Mean Time Between Maintenance*) é o tempo médio entre manutenções corretivas e preventivas;

MTTR (do inglês *Mean Time to Repair*) é o tempo médio de reparo; e

MLDT (do inglês *Mean Logistic Delay Time*) é o tempo médio gasto, levando-se em consideração a estrutura logística envolvida.

Assim, o tempo médio gasto com a manutenção, envolve os tempos médios de execução dos reparos (MTTR), acrescido dos tempos médios dispendidos com a estrutura logística de manutenção (MLDT). Desta forma, a Disponibilidade Operacional  $A_o$ , pode ser definida de acordo com a seguinte expressão

$$A_o = \frac{MTBF}{MTBF + \text{Tempo médio gasto com a manutenção}}$$

De acordo com Blanchard (1998, *apud* Casagrande, 2000, p.41), o somatório dos tempos médios de execução dos reparos, com os tempos médios dispendidos com a logística, é definido como MDT, do inglês *Mean Active Maintenance*, o tempo médio gasto com a manutenção é expresso e decomposto pela seguinte equação

$$MDT = M + LDT + ADT$$

Onde:

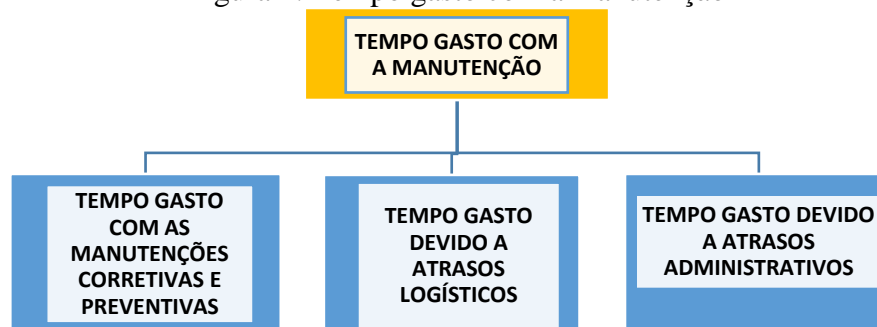
M (do inglês *Mean Active Maintenance*) é o tempo requerido para a execução das tarefas de manutenção preventivas e corretivas;

LDT (do inglês *Logistic Delay Time*) é o tempo dispendido aguardando a disponibilidade de pessoal técnico, transporte, material sobressalente, equipamento, instalações, etc; e

ADT (do inglês *Administrative Delay Time*), são os tempos de atrasos causados por razões de natureza administrativa.

A Figura 2 ilustra o tempo gasto com a manutenção.

Figura 2: Tempo gasto com a manutenção



Fonte: Adaptado de Casagrande (2000).

Desta forma, a Disponibilidade Operacional pode ainda ser expressa também pela seguinte equação

$$Ao = \frac{MTBF}{MTBF + (M + LDT + ADT)}$$

Pode-se concluir que a disponibilidade de um sistema, além da confiabilidade intrínseca relativa ao projeto de cada equipamento, depende da sua manutenibilidade, como também da estrutura logística de manutenção escolhida para mantê-lo operando com eficácia e dentro de suas especificações técnicas.

## 2.7 Itens reparáveis

Parte Substituível em Linha (PSL), do inglês *Line Repleceable Unit* (LRU), são partes ou módulos pertencentes a um equipamento, que permitem serem substituídas em eventos de avaria. Os módulos PSL podem ser reparáveis e reabilitados à sua condição de operacionalidade, e reinstalados em seus respectivos equipamentos.

Parte Substituível na Oficina (PSO), do inglês *Shop Repairable Unit* (SRU), são componentes ou itens, que permitem serem substituídos para proceder os reparos necessários nos módulos PSL.

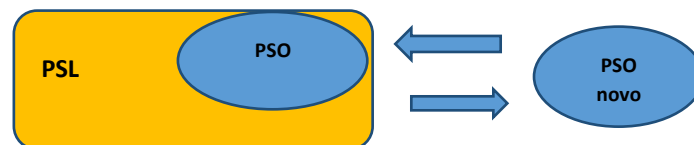


## 2.8 Escalões de manutenção

Os escalões são, em geral, classificados de acordo com os diversos níveis de competências técnicas, bem como os respectivos recursos disponíveis e, distribuídos de maneira a atender aos requisitos demandados para empreender um serviço de manutenção em um determinado equipamento. Os escalões são classificados em:

- a) Primeiro Escalão de Manutenção: são os reparos necessários conduzidos pelos operadores e mantenedores do próprio meio, onde os sistemas estão instalados;
- b) Segundo Escalão de Manutenção: são os reparos necessários a serem executados, que, por superarem a capacidade dos mantenedores do meio onde os sistemas estão instalados, em relação aos recursos logísticos disponíveis, faz-se necessário o apoio de um escalão mais capacitado. Este reparo é normalmente realizado no próprio meio naval, onde o sistema encontra-se instalado, substituindo um módulo PSL avariado;
- c) Terceiro Escalão de Manutenção: são os reparos requisitados, que por apresentarem um nível de complexidade mais elevado, são conduzidos por uma estrutura de manutenção dedicada e com recursos materiais e de pessoal técnico compatíveis com o nível de reparo a ser executado. Estes reparos são executados nos módulos PSL em equipamentos avariados, que são considerados reparáveis, e que podem ser retirados dos meios onde encontram-se instalados. Estes reparos são conduzidos em oficinas especializadas, onde são procedidos os reparos a nível de componente, substituindo os itens PSO, avariados, conforme a Figura 3.

Figura 3: Reparo de terceiro escalão



Fonte: Elaborado pelos autores.

- d) Quarto Escalão de Manutenção: são os serviços que, por superarem a capacidade dos recursos logísticos da estrutura de Terceiro Escalão disponível, é requerido o apoio ao fabricante do referido equipamento.

## 3 Metodologia

Para atingir o objetivo principal deste trabalho, foi realizada uma pesquisa em arquivos de uma oficina em uma Organização Militar Prestadora de Serviços (OMPS) da Marinha do Brasil (MB) dedicada à manutenção, que proporcionasse uma abrangente base de dados, para a coleta e posterior análise de informações relativas aos reparos executados em módulos eletrônicos reparáveis, referentes ao sistema selecionado.

Foi feito um levantamento relativo aos custos e tempos praticados nos reparos executados pela OMPS, e a correspondente estimativa, caso fossem realizados pelo fabricante do equipamento.

Visando o estabelecimento de parâmetros de comparação para análise de futuras necessidades de definição de uma estrutura de manutenção para um novo sistema que venha a ser adquirido no exterior, foi desenvolvido um modelo estatístico, cuja saída forneceu os subsídios necessários para nortear o processo decisório de aquisição.

O estudo de caso desenvolvido foi realizado em uma estrutura dedicada à manutenção, no âmbito de uma Organização Militar Prestadora de Serviços Industriais (OMPS-I), da Marinha do Brasil (MB). Essa organização é caracterizada como uma

estrutura logística dotada de recursos capazes de empreender um esforço logístico, orientado para cumprir tarefas relacionadas à manutenção do material de defesa da MB.

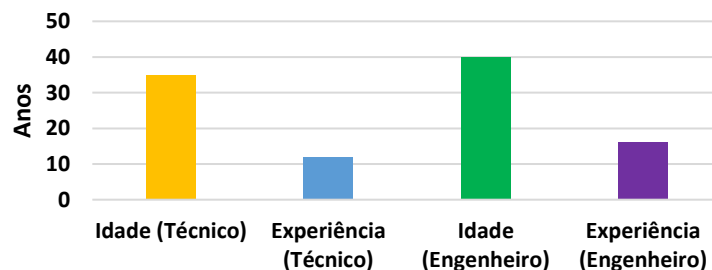
A pesquisa foi realizada nas dependências da Divisão de Manutenção de Equipamentos Eletrônicos de uma OMPS-I da MB, composta por oficinas que atendem aos serviços de manutenção de terceiro escalão dos meios navais. Estas oficinas são dedicadas a manutenção de sistemas eletrônicos, considerados de importância no meio naval ao qual se encontram instalados.

Neste estudo confrontam-se os reparos realizados no âmbito da MB, com os respectivos valores e tempos estimados, caso os reparos tivessem sido executados de forma terceirizada, no fabricante estrangeiro do referido equipamento. Também, realizou-se uma pesquisa de opinião com os profissionais envolvidos com as atividades de manutenção para captar a sua percepção sobre a importância dos serviços prestados pela estrutura de manutenção da Marinha do Brasil.

#### 4 Resultados e análises

Foram entrevistados vinte técnicos de manutenção, com tempo médio de experiência de aproximadamente doze anos, e quatorze engenheiros de manutenção, com tempo médio de experiência de aproximadamente dezesseis anos. Aproximadamente, 30% destes profissionais têm mais de vinte anos de experiência na área, representando uma contribuição importante para a pesquisa realizada. A Figura 4 mostra as médias da idade e do tempo de experiência dos profissionais entrevistados.

Figura 4: Idade e tempo médio de experiência dos profissionais entrevistados



Fonte: Elaborado pelos autores.

O questionário verificou a percepção dos profissionais envolvidos, em relação ao objetivo deste trabalho, isto é, de verificar a importância de investir em uma logística de manutenção no âmbito da Marinha do Brasil, e sua respectiva contribuição estratégica para o país, abordando os seguintes aspectos relevantes:

- A importância do investimento em uma estrutura de manutenção no Brasil, em detrimento ao reparo terceirizado no fabricante estrangeiro;
- A importância do conhecimento tácito adquirido por meio dos reparos realizados em equipamentos estrangeiros, na estrutura de manutenção nacional, caracterizando uma relativa transferência tecnológica;
- Se o conhecimento técnico adquirido por meio do aprendizado desenvolvido nas atividades relacionadas aos reparos em equipamentos estrangeiros, contribui para elevar o nível profissional;
- Se o ganho econômico resultante dos reparos realizados no âmbito nacional, é importante para o Brasil.

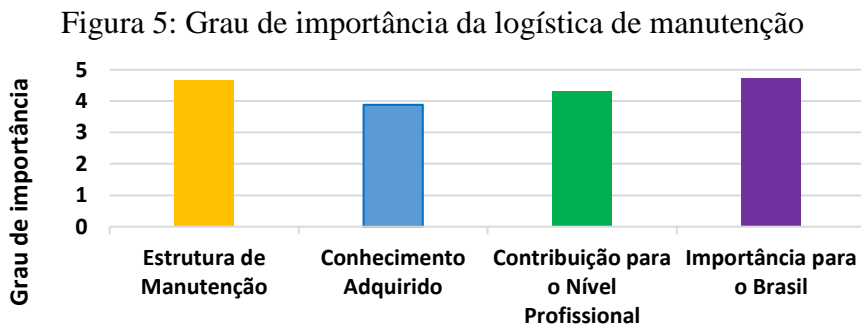
Em relação aos graus de importância, foram atribuídos os seguintes valores:

- Grau 0, considerado sem importância;



- b) Grau 1, considerado de pouca importância;
- c) Grau 2, considerado importante;
- d) Grau 3, considerado de importância moderada;
- e) Grau 4, considerado muito importante;
- f) Grau 5, considerado de máxima importância.

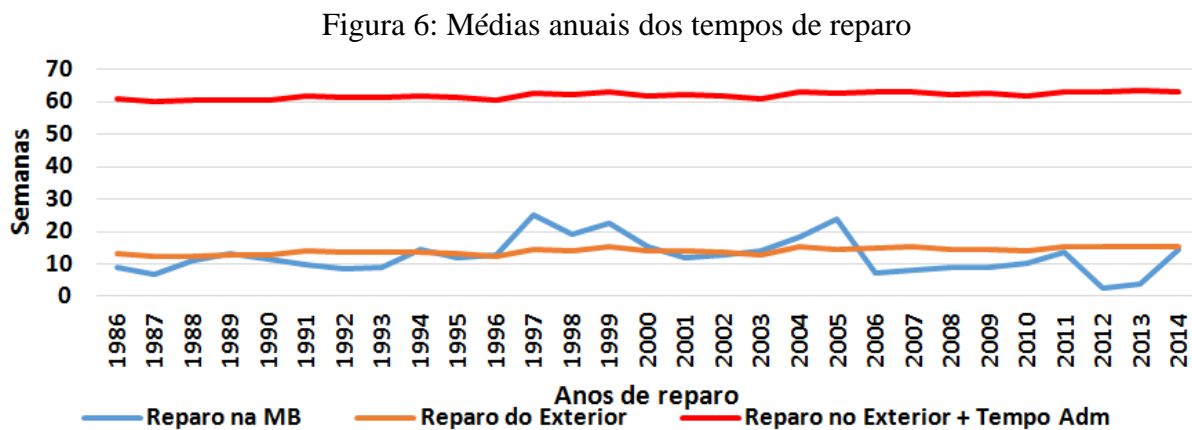
O resultado da pesquisa de opinião, indicando o grau médio de importância atribuído, é apresentado na Figura 5.



Fonte: Elaborado pelos autores.

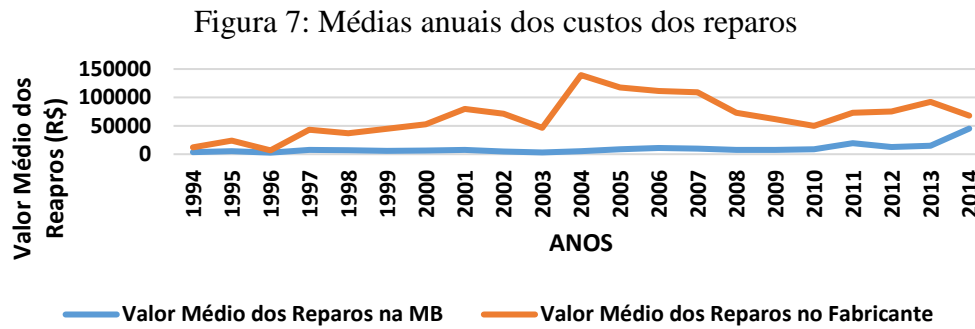
Com base nos dados coletados, foi realizado um levantamento dos tempos e custos médios dos reparos executados pela MB, e os mesmos reparos, caso fossem reparados no exterior pelo fabricante do equipamento, durante o período. Neste levantamento foi feita uma análise da estrutura de manutenção observada durante o período compreendido entre 1986 a 2014.

A Figura 6 apresenta os tempos médios de reparos praticados pela estrutura de manutenção da MB e os respectivos tempos médios de reparos praticados pelo fabricante, mais o tempo do fabricante acrescido dos atrasos decorrentes ao envio e retorno ao exterior.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Avaliando-se, ainda, esta estrutura de manutenção em relação aos valores médios dos reparos praticados ao longo do período observado, constata-se que em relação aos custos estimados dos respectivos reparos pelo fabricante estrangeiro, os reparos executados no âmbito da MB apresentaram valores inferiores. O gráfico da Figura 7 apresenta o valor médio dos reparos realizados na MB e a respectiva estimativa de valores médios no fabricante.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O modelo estatístico estimado neste estudo baseou-se nas variáveis e dados coletados na estrutura de manutenção observada, e avaliou a diferença dos custos dos reparos no fabricante no exterior e os praticados pela MB, de acordo com o histórico de serviços executados, no período compreendido entre 1994 e 2014.

A confecção do modelo seguiu as seguintes etapas:

- 1- Definição da variável dependente, que representou o fator econômico relativo a escolha da manutenção local, em detrimento da terceirização no fabricante estrangeiro;
- 2- Seleção das variáveis com a capacidade de explicar o comportamento da variável dependente escolhida;
- 3- Estimativa, com as variáveis escolhidas, do modelo de regressão linear pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), adicionando uma variável explicativa de cada vez, e avaliando a sua contribuição para o modelo, com o auxílio do Software “Gretl” (2012);
- 4- Interpretação do modelo e utilização na análise.

Foram selecionadas as seguintes variáveis, relativas aos reparos observados:

DIF R – Valor econômico obtido pelos reparos executados realizados pela MB, em relação aos reparos realizados no fabricante estrangeiro;

N Meios – Número de meios com reparos executados por mês;

N Itens – Número de itens reparados por mês;

N Meses – Número de meses com reparos executados;

R NAC – Valores dos reparos executados pela estrutura local por mês;

TR NAC – Tempos em semanas dos reparos executados na MB por mês;

R EXT – Valores dos reparos estimados pelo fabricante por mês;

TR EXT - Tempos em semanas dos reparos estimados no fabricante por mês;

TC – Taxa de câmbio mensal.

A equação linear múltipla estimada utilizando as variáveis DIF R, R EXT, N MEIOS, e TR EXT, é

$$\text{DIF R} = 23771,4 + 0,955656 \text{ R EXT} + 7985,06 \text{ N MEIOS} - 605,851 \text{ TR EXT}$$

Todos os coeficientes de regressão estimados são estatisticamente significantes a 1%, conforme se verifica na Tabela 1, onde todos os p-valores são quase zero.

Tabela 1: Significância dos coeficientes de regressão

Coeficiente	valor-p
23771,4	0,00155
0,955656	<0,00001
7985,06	0,00575
-605,851	0,00001

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nestas condições, comprova-se que o número de meios navais apoiados pela estrutura de manutenção exerce uma forte contribuição ao aumento da diferença entre valores dos reparos estimados no fabricante e os praticados pela estrutura observada nesta pesquisa.

Portanto, a estrutura de manutenção observada, mostra-se mais vantajosa economicamente que a terceirização de seus reparos ao fabricante estrangeiro, na medida em que atende a um número maior de meios navais.

Desta forma, pode-se inferir principalmente que quanto maior o valor do reparo no fabricante estrangeiro, mais vantajoso será investir em uma estrutura própria de manutenção; e que ao adquirir um novo sistema e o seu respectivo apoio logístico, quanto maior o número de meios navais que serão apoiados, a escolha de investir em uma estrutura local de manutenção, será a mais acertada.

## 5 Considerações finais

Os resultados obtidos no estudo indicam que, em relação aos tempos médios praticados nos reparos em um sistema eletrônico militarizado, a estrutura própria de manutenção da Marinha do Brasil analisada, mostrou-se compatível, em eficiência, com o tempo estimado pelo fabricante no exterior.

Quando são considerados os tempos dispendidos, decorrentes dos trâmites administrativos para o envio e retorno do material ao fabricante no exterior, evidencia-se no caso desta estrutura de manutenção, a importância dos reparos realizados no âmbito da Marinha do Brasil, em relação ao menor tempo de finalização, aumentando a disponibilidade operacional do referido sistema.

Também, verificou-se que os reparos executados na estrutura de manutenção durante o período observado, representaram uma redução de gastos em relação aos mesmos reparos executados no fabricante, isto é, caso fossem terceirizados os mesmos serviços.

Em relação ao objetivo estratégico, foi identificado, que a escolha de uma estrutura de manutenção no âmbito nacional agrega, no decorrer do tempo, um aprendizado tecnológico decorrente das atividades de reparos desempenhadas. Este aprendizado, a nível nacional, do ponto de vista estratégico militar, vem de encontro à filosofia de não dependência de fontes externas, representando um fator importante na ocorrência de conflitos bélicos. Esta independência no *know-how* de manutenção permite à nação agir de modo próprio, e livre da forma de controle desejado por algumas potências mundiais, e normalmente, fornecedoras de alguns equipamentos militares estratégicos. Manter a independência, mesmo a nível tecnológico voltado para a área de manutenção, destaca o país no que tange à sua soberania no cenário mundial.

Cabe salientar que, durante o período de reparos observados, a estrutura de manutenção pesquisada não solicitou reparos de quarto escalão ao fabricante. Esta independência de apoio estrangeiro possibilitou, mesmo após o sistema ter sido

descontinuado pelo fabricante, a continuidade do apoio logístico de manutenção ao referido sistema, estendendo a sua vida útil operativa.

Foi observado, também, que o conhecimento técnico adquirido por esta equipe ao longo do tempo, passou a ser utilizado na manutenção de sistemas semelhantes, porém de fabricantes diferentes, representando uma economia de recursos devido ao aproveitamento da estrutura já montada para realização destes novos serviços. Portanto, deve-se sempre considerar como positivo a capacidade de absorver novas tecnologias por parte dos profissionais envolvidos com as atividades de manutenção de novos sistemas, de forma independente do seu fabricante.

De acordo com o modelo estimado neste estudo, observou-se, principalmente, que quanto maior o número de meios navais que forem atendidos pela estrutura local de manutenção, mais economicamente viável ela se apresentará, favorecendo a opção de investimento em uma estrutura própria de manutenção na Marinha do Brasil.

Conclui-se, portanto, que a aquisição de novos sistemas abrangendo um número maior de meios navais, por estabelecerem uma padronização de equipamentos, possibilitam a logística de manutenção a atuar de uma forma mais versátil e eficiente.

Por fim, do ponto de vista tecnológico, a escolha de uma estrutura de manutenção em âmbito nacional acaba por agregar um “aprendizado” técnico dos equipamentos, podendo ser traduzido em um importante fator de transferência de conhecimento tecnológico e ampliar a capacidade da Marinha do Brasil de autossuficiência, com a diminuição da dependência estrangeira.

## Referências

BLANCHARD, Benjamin S. *Logistics engineering and management*. Fifth Edition, Prentice Hall, Inc., 1998.

CASAGRANDE, Mauricio. The Impact of Turn Around Time in Brazilian Navy Inventories. 2000. *Dissertação* (Master of Science). Naval Postgraduate School, California, 2000.

DIRETORIA DE ENGENHARIA NAVAL. *Engenalmarinst 85-18, processo para obtenção do sistema de manutenção planejada*. Rio de Janeiro, RJ, 2003.

DIRETORIA GERAL DO MATERIAL DA MARINHA. *Materialmarinst 33-01, apoio logístico integrado*. Rio de Janeiro, RJ, 2010.

ESTADO-MAIOR DA ARMADA. EMA-400. Rev.2. *Manual de Logística da Marinha*. Brasília, DF, 2003.

GADIOLI, José Alexandre de Souza. *Apostila de organização e logística da manutenção*. ES:CEFETES. 2005.

SOFTWARE “GRETLL” (*Gnu Regression, Econometrics and Times-series Library*). Versão 1.9.9.0 de 2012. Disponível em <<http://gretl.sourceforge.net>>.

UNITED STATES OF AMERICA. *Operational availability handbook: a practical guide for military systems, sub-systems and equipment*, June, 2003.