

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CMG GLAUCO CALHAU CHICARINO

POLÍTICA DE MANUTENÇÃO DE MEIOS NAVAIS.

Reflexos da sistemática de abastecimento de sobressalentes na manutenção dos motores diesel de meios navais da Marinha do Brasil.

Rio de Janeiro

2018

CMG GLAUCO CALHAU CHICARINO

POLÍTICA DE MANUTENÇÃO DE MEIOS NAVAIS.

Reflexos da sistemática de abastecimento de sobressalentes na manutenção dos motores diesel de meios navais da Marinha do Brasil.

Tese apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Política e Estratégia Marítimas.

Orientador: CMG (RM1) Marcos Luiz Portela

Rio de Janeiro

Escola de Guerra Naval

2018

## **AGRADECIMENTOS**

À minha esposa Danielle e aos meus filhos Pedro Henrique e Vitória, agradeço pelo amor, apoio e companheirismo com que me distinguem. Sempre estaremos juntos.

Ao Capitão de Mar e Guerra (RM1) Marcos Luiz Portela, pelas orientações seguras e sugestões durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao Capitão de Corveta (IM) Thiago Fernandes Lima, pela presteza com que me atendeu nas demandas de dados apresentadas à Diretoria de Abastecimento da Marinha.

À Escola de Guerra Naval, pelos ensinamentos transmitidos no Curso de Política e Estratégia Marítimas de 2018, que são relevantes para o meu aprimoramento pessoal e profissional.

## RESUMO

O objetivo principal deste trabalho é otimizar as grandes revisões de motores diesel aplicados em meios navais da Marinha do Brasil. Foi conduzida uma pesquisa exploratória e aplicada buscando identificar referenciais teóricos, analisar a interdependência do abastecimento de sobressalentes com a função logística manutenção de motores e analisar e comparar diferentes possibilidades de contratação de revisão de motores. A manutenção de motores na Marinha do Brasil é regida pelo Sistema de Manutenção Planejada emitido pelo Setor de Material. O Programa Geral de Manutenção identifica, anualmente, os meios navais que serão mantidos e os tipos de períodos de manutenção a que serão submetidos. A sistemática de abastecimento de sobressalentes para as revisões programadas provê, a partir da determinação de necessidades do Setor Operativo, os itens e componentes que serão utilizados nas manutenções de motores diesel. Existe um problema factual, que é a existência de demanda reprimida de revisões de motores e o atraso na prontificação de meios navais em manutenção devido à falta de sobressalentes. O conceito de disponibilidade operacional e de *maintenance downtime* são relevantes para otimizar o período de manutenção dos meios navais.

Palavras-chave: sobressalentes. Disponibilidade operacional. Tempo de inatividade.

## **ABSTRACT**

This paper aims to optimize the major overhaul of diesel engines applied in Brazilian Navy ships. An exploratory and applied research has been conducted in order to identify theoretical references, to analyze the interdependence of spare parts supply with the engines logistic maintenance function and to analyze and compare different possibilities of engine's major overhaul contracts. The engine's maintenance in Brazilian Navy must obey a Planned Maintenance System issued by the Material Sector. The General Maintenance Program identifies, for each year, the navy ships that will be repaired and the kind of maintenance that they will be subjected. The spare parts supply routine provides for scheduled engines overhaul established by the Operational Sector, provides the items and components that will be used in the engines maintenance. There is a problem, currently, that is the existence of a restrained demand of engine overhauls and delay to perform the ships maintenance on time due to lack of spares. The concept of operational availability and maintenance downtime are relevant to optimize the navy ships maintenance program.

**Key words:** Spare parts. Operational Availability. Maintenance Downtime.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Necessidade x Disponibilidade de recursos orçamentários para aquisição de sobressalentes.....	31
Quadro 1 - <i>Maintenance Downtime</i> para 10 motores encaminhados para a MTU-SP...	51
Quadro 2 - <i>Maintenance Downtime</i> para 7 motores encaminhados para a MTU-F.....	53
Quadro 3 - Aproximação para custeio do ciclo de vida de meios navais em PM.....	55
Quadro 4 - <i>Maintenance Downtime</i> para 8 motores cuja contratação deu-se com o fornecimento de sobressalentes pelo mantenedor.....	62
Quadro 5 - <i>Maintenance Downtime</i> para 4 motores cuja contratação deu-se com aquisição específica de sobressalentes no exterior pelo Setor Operativo.....	64

## **LISTA DE TABELAS**

- 1 - Eficiência da sistemática de abastecimento de sobressalentes para o PROGEM..... 32
- 2 - Qualificação de militares e servidores civis da Oficina de Motores do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro..... 38
- 3 - Eficiência da sistemática de abastecimento de sobressalentes para atender revisões programadas de motores de combustão principal e auxiliar (2015 – 2018)..... 42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIMAQ	Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos
ADT	<i>Administrative Delay Time</i>
ALI	Apoio Logístico Integrado
AMRJ	Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro
A <sub>o</sub>	<i>Operational Availability</i>
ASMAR	<i>Astillero de Marina</i>
ATENDI	Sistema de Análise de Tendências de Motores Diesel
BHP	<i>Belivered Horse Power</i>
BNRJ	Base Naval do Rio de Janeiro
BNVC	Base Naval de Val de Cães
CAM	Centro de Atendimento
CAMO	Curso de Aperfeiçoamento de Máquinas para Oficiais
C-ApA-PN	Curso de Aperfeiçoamento Avançado de Propulsão Naval
CCIM	Centro de Controle e Inventário da Marinha
CIAW	Centro de Instrução Almirante Wandenkolk
CLD	Contrato de Longa Duração
CNE	Comissões Navais no Exterior
Cv	Corveta
DAbM	Diretoria de Abastecimento da Marinha
DEA	Depósito Especial Alfandegado
DEN	Diretoria de Engenharia Naval
DIRISNAV	<i>Dirección de Ingeniería de Sistemas Navales</i>
EMA	Estado-Maior da Armada
EUA	Estados Unidos da América
F	Fragata
FCN	Fragata da Classe Niterói
GLM	Gerência Local do Material
GruMan	Grupo de Manutenção
K	Constante
IAM	Inspeção Administrativo-Militar
LDT	<i>Logistic Delay Time</i>
LUBE	Sistema de Análise Químico/Metálico de Óleos Lubrificantes de Motores Diesel
<u>M</u>	<i>Mean Active Maintenance Time</i>
MB	Marinha do Brasil

MC	Manutenção Corretiva
MCA	Motor de Combustão Auxiliar
MCC	Manutenção Centrada na Confiabilidade
MCP	Motor de Combustão Principal
MDT	<i>Maintenance Downtime</i>
MNF	Marinha Nacional Francesa
MP	Manutenção Preventiva
MPR	Manutenção Preditiva
MTBM	<i>Mean Time Between Maintenance</i>
MTU-F	MTU da Alemanha
MTU-SP	MTU do Brasil
NApOc	Navio de Apoio Oceanográfico
NDCC	Navio-Desembarque de Carros de Combate
NE	Navio-Escola
NHo	Navio-Hidroceanográfico
NPa	Navio-Patrolha
PM	Período de Manutenção
PMG	Período de Manutenção Geral
PO	Período Operativo
PROGEM	Programa Geral de Manutenção
RETID	Regime Especial Tributário para a Indústria de Defesa
RICP	Requisição de Itens Complementares ao Projeto de Abastecimento
SAbM	Sistema de Abastecimento da Marinha
SAD-Log	Sistema de Apoio à Decisão Logística
Sb	Submarino
SGM	Secretaria-Geral da Marinha
SIGMan	Sistema de Informações Gerenciais da Manutenção
SINGRA	Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento
SisSMP	Sistema do Sistema de Manutenção Planejada
SLF	Serviço Logístico da Marinha
SMP	Sistema de Manutenção Planejada
SSF	Serviço de Apoio à Frota
T <sub>1</sub>	Tempo efetivo de manutenção
T <sub>2</sub>	Tempo morto logístico
T <sub>3</sub>	Tempo administrativo do abastecimento
T <sub>4</sub>	Tempo de espera do sobressalente pelo mantenedor
TJIL	Termo de Justificativa de Inexigibilidade de Licitação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1	Manutenção.....	17
2.2	Confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade.....	20
<b>3</b>	<b>SISTEMÁTICA DE ABASTECIMENTO DE SOBRESSALENTES.....</b>	<b>26</b>
3.1	Abastecimento de sobressalentes destinados às grandes revisões de motores.....	27
3.2	Questão orçamentária.....	30
3.3	Sobreutilização de motores.....	33
3.4	Capacitação de recursos humanos.....	36
3.5	Descontinuidade e obsolescência de motores.....	39
3.6	Degradação da capacidade operacional do AMRJ.....	40
3.7	Análise da sistemática de abastecimento de sobressalentes para o PROGEM.....	42
<b>4</b>	<b>POSSIBILIDADES DE CONTRATAÇÃO DAS GRANDES REVISÕES....</b>	<b>46</b>
4.1	Contratos celebrados entre a MB e o fabricante MTU.....	48
4.1.1	Contrato celebrado entre o AMRJ e a empresa MTU do Brasil.....	49
4.1.2	Contrato celebrado entre a BNRJ e a matriz da MTU na Alemanha.....	52
4.1.3	Comparação entre contratos: MTU-SP e MTU-F.....	55
4.2	Contratos celebrados entre a MB e outras empresas.....	59
4.2.1	Contratos de natureza serviços com fornecimento de sobressalentes.....	61
4.2.2	Contratos de natureza serviços com aquisição de sobressalentes no exterior.....	64
4.2.3	Comparação entre contratos: serviços e sobressalentes ou aquisição no exterior.....	66
4.3	Diferentes modalidades de contratação de grandes revisões de motores.....	67
4.3.1	Manutenção de motores diesel nas marinhas do Chile e da França.....	67
4.3.2	Contratos de manutenção de motores de meios aeronavais.....	70
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>72</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>81</b>
	<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>82</b>
	<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>83</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A Marinha do Brasil (MB) contava, desde 1952, com o apoio do governo dos Estados Unidos da América (EUA) por meio do Acordo de Assistência Militar entre os Estados<sup>1</sup>. Até 1977, ano da denúncia do Acordo, a manutenção dos meios navais da MB foi facilitada pela existência de material de emprego militar em excesso oriundo do EUA. O problema logístico de abastecimento de sobressalentes se resumia em solicitar apoio à missão militar.

Conforme nos aponta Cambra (2016, p.32), na MB, na década de 1970, a partir da decisão sobre a renovação de meios navais<sup>2</sup> ocorreu um aprimoramento da função logística manutenção como consequência da incorporação de modernos meios navais. Esse aprimoramento materializou-se na mudança de paradigma, onde a manutenção na MB passou a ser planejada<sup>3</sup>.

Nesse sentido, deu-se início à elaboração, pelo Setor de Material, de um método racional de planejamento, execução e controle da manutenção, o Sistema de Manutenção Planejada (SMP)<sup>4</sup> que, embora ainda não implementado na totalidade dos meios navais da MB, possibilita otimizar as atividades de manutenção.

Analisando o SMP<sup>5</sup> dos meios navais, constata-se que os motores diesel são os equipamentos que possuem o maior número de rotinas de manutenção a serem executadas, estando normalmente associadas ao número de horas de funcionamento, incluindo as atinentes às revisões gerais e intermediárias<sup>6</sup>.

---

1 Disponível em <http://fgv.br/cpdoc/acervo/dicionários/verbetes-temático/acordo-militar-brasil-estados-unidos/1952>>. Acesso em: 07nov2018.

2 A decisão ocorreu durante a administração do Almirante Adalberto de Barros Nunes na pasta da Marinha (out.1969-mar.1974). Vidigal (2002, p.15).

3 Cambra (2016, p.13).

4 Brasil (2002, p.3-6).

5 A Organização Militar do Setor de Material da MB responsável pela emissão das rotinas de manutenção de motores diesel é a Diretoria de Engenharia Naval.

6 Tradução do Autor para os termos em inglês *major* ou *top overhaul*, e *light overhaul*.

O escopo dessas revisões, que a partir desse ponto serão chamadas de "grandes revisões", pode compreender a retirada do motor de bordo, desmontagem, limpeza mecânica, química, metrologia, testes de estanqueidade, substituição de partes fixas e móveis, montagem, ajustagem, testes em bancada, instalação a bordo, prova de cais e provas de mar. Devido à complexidade dos serviços a serem executados nas grandes revisões, a depender da capacitação técnica do mantenedor<sup>7</sup>, esses serviços de manutenção poderão ser enquadrados como reparos de terceiro ou quarto escalão<sup>8</sup>.

Dentre os motores diesel existentes nos meios navais da MB, o Motor de Combustão Principal (MCP), componente do sistema propulsor, e o Motor de Combustão Auxiliar (MCA), componente do sistema de geração de energia, são vitais à operação do meio, razão pela qual serão o objeto de estudo nesse trabalho.

A MB inclui no Programa Geral de Manutenção (PROGEM) a realização das grandes revisões dos MCP e MCA nos Períodos de Manutenção (PM) de longa duração, a fim de possibilitar a harmonização com outras demandas relativas a manutenções de maior duração de outros sistemas e equipamentos dos navios.

Constituindo-se em equipamentos vitais, os MCP e MCA necessitam substituir grande número de componentes por ocasião das grandes revisões. A disponibilidade de sobressalentes desses motores é condição necessária para a condução eficaz da manutenção. Pela complexidade dos serviços a serem executados, e pelo número de sobressalentes de que necessitam, as revisões gerais<sup>9</sup> e intermediárias de MCP e MCA tendem a ser, ou se tornar, caminho crítico para a prontificação de meios navais em manutenção.

De acordo com o SGM-201 (BRASIL, 2009, p.3-3), Abastecimento "é um conjunto de atividades que tem o propósito de prever e prover, para as Forças e demais OM

---

7 Brasil (2002, p.3.3).

8 De acordo com o EMA-420, será classificado como quarto escalão quando os recursos necessários transcenderem a capacidade da MB. (BRASIL, 2002. p.3-4).

9 A revisão geral do MCP da Cv Barroso utiliza até 966 itens de sobressalentes, conforme dados extraídos do cartão de manutenção de referência 020201, atinentes à revisão de 9.000 horas de funcionamento do motor.

da MB, o material necessário para mantê-las em condição de plena eficiência". Para o objeto desse trabalho, será analisado o Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM), subsistema do Sistema de Apoio Logístico da MB, responsável pelo abastecimento de sobressalentes para as revisões programadas de motores diesel.

A abordagem desta tese está limitada ao abastecimento de sobressalentes para as grandes revisões de motores diesel (MCP e MCA), tendo em vista o fato de que esses equipamentos são instalados em todos os meios navais da MB e representam parcela significativa do esforço gerencial e de controle empreendido pelo SAbM.

Dentre os meios navais da MB, foram pesquisados aqueles que encontram-se subordinados a Comandos de Força. Tal limitação foi imposta pela necessidade de validar os dados coletados junto às seções de logística dos respectivos Estados-Maiores.

A seguinte pergunta representa a questão central do trabalho: o aperfeiçoamento da sistemática de abastecimento de sobressalentes contribuirá para a execução das grandes revisões de MCP e MCA de meios navais?

A sistemática de abastecimento de sobressalentes para atender as grandes revisões de motores diesel enfrenta, atualmente, dificuldades que têm reflexo direto na indisponibilidade destes equipamentos. O Apêndice A ilustra a dimensão desse problema para o caso dos motores do fabricante MTU. Existem doze motores com revisões paralisadas aguardando o fornecimento de sobressalentes pelo SAbM para dar continuidade aos serviços.

Para descrever os fatos relacionados à sistemática de abastecimento de sobressalentes na MB, foi conduzida uma pesquisa descritiva, tendo sido utilizados dados resultantes de pesquisas bibliográfica, documental e de campo. Aspectos de uma pesquisa-ação também são abordados, uma vez que são apresentadas sugestões que visam contribuir para a solução de um problema. No mesmo sentido, a produção e aplicação do conhecimento contido nesta tese visa contribuir para a solução dos problemas de fornecimento de

sobressalentes para grandes revisões de MCP e MCA, podendo ser enquadrada como pesquisa aplicada.

Serão utilizados os conhecimentos de Blanchard (2004) para, a partir da abordagem sobre o conceito de disponibilidade operacional na obra *Logistics Engineering and Management*, identificar possibilidades de aperfeiçoar a sistemática de abastecimento de sobressalentes da MB, a fim de atender revisões programadas de motores diesel.

O objetivo principal desse trabalho é reduzir o tempo de indisponibilidade dos MCP e MCA por ocasião das grandes revisões. Para isso, foram estabelecidos os seguintes objetivos estruturantes:

- a) descrever o referencial teórico que permita estabelecer indicadores para o tempo de indisponibilidade de motores;
- b) analisar a sistemática atual de abastecimento de sobressalentes utilizada pela MB para atender as grandes revisões programadas de MCP e MCA;
- c) identificar e listar formas de contrato para atender grandes revisões de MCP e MCA; e
- d) formular um modelo de gestão para a logística de sobressalentes aplicados às grandes revisões de MCP e MCA, que contribua para redução do tempo de indisponibilidade desses equipamentos e, conseqüentemente, redução dos Períodos de Manutenção.

No capítulo 2, serão enumerados os principais conceitos relacionados com a avaliação de processos e a função logística manutenção. Ao fim do capítulo 2, será estabelecido o referencial teórico que permite medir a disponibilidade operacional de MCP e MCA. No capítulo 3, será apresentada a sistemática de abastecimento de sobressalentes para atender ao PROGEM e revisões programadas de MCP e MCA. Será estabelecida uma métrica para verificar se a sistemática atual é eficiente e eficaz. No capítulo 4, serão listadas as diferentes formas de contratação de grandes revisões de MCP e MCA utilizadas pela MB no período de 2015 a 2018. Serão identificadas as soluções adotadas para a revisão dos motores

aplicados nos meios aeronavais da MB e também formas adotadas pelas marinhas do Chile e da França. Finalmente, no capítulo 5 será apresentada a formulação de um modelo de gestão para a logística de sobressalentes aplicados às grandes revisões de MCP e MCA, que contribua para redução do tempo de indisponibilidade desses equipamentos durante as grandes revisões.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com o EMA-400, ciclo logístico é o processo pelo qual se desenvolve a logística na MB, iniciando-se quando os utilizadores determinam suas necessidades e informam ao sistema. Possui três fases básicas, que são: a determinação de necessidades, a obtenção e a distribuição. A determinação de necessidades é o ponto de partida do ciclo logístico e considerada a base da logística (BRASIL,2003, p. 2-3 a 2-4).

No que se refere ao objeto central de estudo neste trabalho, reflexos da sistemática de abastecimento de sobressalentes na manutenção de motores diesel, a MB está organizada segundo uma estrutura matricial onde cabe ao Setor Operativo executar a manutenção de 1<sup>o</sup> escalão, determinar as necessidades de sobressalentes e operar os equipamentos; ao Setor de Material, supervisionar a execução do Sistema de Manutenção Planejada (SMP) dos meios navais<sup>10</sup>, orientar e executar a manutenção<sup>11</sup>; e ao Setor de Abastecimento, obter e distribuir os sobressalentes necessários para as grandes revisões dos motores diesel.

Uma vez que o Setor Operativo necessita dos motores disponíveis para poder operar seus meios, que o Setor de Material necessita dos sobressalentes para a realização das revisões, e que a determinação de necessidades de sobressalentes, consolidada pelo Setor Operativo, é a entrada do processo de obtenção, conduzido pelo Setor de Abastecimento, observa-se que o ciclo logístico da sistemática de abastecimento de sobressalentes para as grandes revisões de motores implica na interdependência entre esses setores.

Nesse sentido, como forma de organizar a pesquisa e facilitar a compreensão do trabalho, serão apresentados conceitos teóricos que permitirão abordar, de forma acadêmica, a questão central.

---

10 A cargo da Diretoria de Engenharia Naval. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/den/missao>>. Acesso em: 12nov2018.

11 A orientação refere-se à supervisão técnica executada pela Diretoria Industrial da Marinha, e a execução à capacidade instalada no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro.

## 2.1 Manutenção

Blanchard (2004, p.35) define manutenção como as ações necessárias para manter, ou restabelecer, a condição operacional de um sistema ou equipamento<sup>12</sup>. Estabelece, ainda, conceitos sobre técnicas de manutenção úteis para este trabalho: manutenção corretiva (MC) e manutenção preventiva (MP).

A MC inclui todas as ações de manutenção não programadas como resposta à ocorrência de uma falha<sup>13</sup> num dado sistema ou equipamento. Essa condição de não ser programada está relacionada ao planejamento da necessidade de intervenção da manutenção. Será aplicada sempre na ocorrência, ou suspeita, de uma falha ainda que, após uma inspeção detalhada, não venha a ser encontrada. Em determinadas situações, como no caso de uma premente necessidade operativa ou insuficiência de recursos de qualquer ordem, a MC poderá vir a ser programada. Neste caso, será classificada como uma MC planejada, segundo Kardec e Nascif (2017, p.52). Sendo planejada ou não planejada a MC será sempre decorrente de uma falha, ou da diagnose de suspeita de falha prevista ou iminente.

Segundo Blanchard (2004, p.36), a MP engloba todas as ações programadas e executadas para manter um sistema, ou equipamento, numa condição de funcionamento específica.

Kardec e Nascif (2017, p.59) definem MP como "a manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação de funcionamento de um item".

É necessário observar a diferença existente entre a MC planejada e a MP.

---

12 Sempre que o termo "manutenção" for empregado nesse trabalho estará fazendo menção à essas ações, também referenciadas como atividades para dar fluidez ao texto.

13 Falha pode ser definida como a cessação da função requerida de um item ou a incapacidade de satisfazer a um padrão de desempenho definido (Kardec e Nascif, p.87).

Enquanto a primeira é reativa, ocorrendo a partir da falha, a segunda é proativa e visa fundamentalmente assegurar a não ocorrência da falha.

Conforme apontado por Cambra (2016, p.13), por ocasião da incorporação das FCN, no período de 1976 a 1980, houve uma mudança significativa no modelo de manutenção empregado na MB. Embora tardia<sup>14</sup>, a introdução da Manutenção Preventiva (MP) na MB, em substituição à Manutenção Corretiva (MC), possibilitou maior previsibilidade logística, disponibilidade e confiabilidade dos sistemas e equipamentos.

Em decorrência da introdução da MP, houve um esforço significativo por parte da MB em reorientar e redefinir processos relacionados à função logística manutenção, com o propósito de atender as demandas decorrentes. O Setor de Pessoal inseriu o tema MP nos cursos de formação e aperfeiçoamento de oficiais e praças, o Setor de Material modernizou e reorganizou o Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ) e o Setor de Abastecimento contratou, junto à Fundação COPPETEC-UFRJ, em 1999, o desenvolvimento do módulo gerência de projetos para otimizar a função logística suprimento em apoio ao PROGEM. A atual sistemática, estabelecida em 2001, é executada por meio do Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento (SINGRA).

Privilegiando a confiabilidade do equipamento, os fabricantes de motores diesel recomendam a adoção de procedimentos de MP periódicas, condicionadas ao regime horário de funcionamento do motor ou referenciadas a um calendário mensal ou anual. Tal prática também é difundida na indústria automotiva, onde o manual de manutenção do automóvel prevê revisões periódicas nas oficinas autorizadas do fabricante. Nesse tipo de manutenção (MP), também empregado pela MB na manutenção dos MCP e MCA, os insumos<sup>15</sup> necessários devem estar disponíveis para que a parada programada para a manutenção ocorra

---

14 Considera-se tardia a introdução da MP na MB. Naquela ocasião, a MP já vinha sendo contestada mundialmente em virtude do seu alto custo. Ela é aderente à segunda geração da manutenção que vai da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) até os anos 60 (Kardec e Nascif, p.2).

15 Os insumos são a mão de obra especializada, sobressalentes, fluidos (lubrificantes, hidráulicos e especiais), ferramentas especiais, máquinas operatrizes, bancada de teste e instalações físicas adequadas.

de maneira adequada. Os sistemas informacionais<sup>16</sup> existentes na MB, embora não integrados, possibilitam, com restrições que serão apontadas mais adiante, convergir as demandas requeridas para proporcionar a manutenção desses motores.

Kardec e Nascif (2017, p.51) estabelecem o conceito de manutenção preditiva (MPR) que contribuirá para a compreensão de aspectos relacionados com a situação atual da manutenção de motores na MB. Segundo esses autores, a MPR permite assegurar a performance do sistema ou equipamento por meio da utilização de técnicas de análise<sup>17</sup>, a fim de racionalizar a prática da MC planejada, e reduzir o dispêndio de material e o tempo de imobilização dos equipamentos, consequência da utilização da MP e da MC.

A evolução da atividade de manutenção está relacionada com a necessidade de assegurar elevada disponibilidade de equipamentos e confiabilidade na instalação, assim como a redução dos custos na condução das manutenções (KARDEC e NASCIF, 2017, p.1).

Para aprofundar nosso estudo faz-se necessário definir o objetivo e o propósito da manutenção.

O objetivo da manutenção é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações, de modo a atender a um processo de produção ou de serviço com confiabilidade, segurança, preservação do meio-ambiente e custo adequados (KARDEC e NASCIF, p.26).

Tal objetivo tem aderência direta com o propósito da manutenção disposto no EMA-420 (BRASIL, 2002b, p. 3-1): "...manter o material na melhor condição para emprego com confiabilidade, segurança e custo adequado e, quando houver avarias, reconduzi-lo àquela condição".

---

16 Na MB são empregados o SINGRA (Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento), o SAD-Log (Sistema de Apoio à Decisão Logística) e o SisSMP (Sistema afeto ao Sistema de Manutenção Planejada) que, embora não seja um sistema informatizado propriamente dito, constitui-se em banco de dados disponível para consulta sobre as rotinas de manutenção aplicadas aos meios navais.

17 Citamos, para exemplificar, as técnicas de medição e análise de vibração, medição e análise de temperatura, inspeção visual e análise de lubrificantes.

## 2.2 Confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade

Para Kardec e Nascif (2017, p.124), "confiabilidade é a probabilidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições definidas de uso durante um intervalo de tempo estabelecido".

Essa abordagem da confiabilidade a um evento estatístico também consta do DGMM-0130, segundo o qual o conceito de confiabilidade está diretamente relacionado com a probabilidade de um sistema ou equipamento funcionar adequadamente, segundo condições esperadas, num determinado período de tempo, assim como manter-se operacional após um intervalo de tempo considerado (BRASIL, 2013. p. 2-1). As definições de Kardec e Nascif e do DGMM-0130 coincidem com a de Blanchard (2004, p.33).

De acordo com Kardec e Nascif (2017, p.124-128), existem condicionantes fundamentais para o estabelecimento da confiabilidade de um motor. A probabilidade de ocorrência de uma falha por fadiga de material em itens e componentes; o estabelecimento de uma dada performance como satisfatória para um dado motor; o tempo médio entre falhas, entre manutenções e tempo médio para a ocorrência da falha; assim como condições específicas de condução e manutenção do motor implicam num maior ou menor grau de confiabilidade no equipamento.

Kardec e Nascif (2017, p.141) apontam ainda que a baixa confiabilidade num sistema ou equipamento impacta no orçamento de uma empresa, seja devido à parada da produção, como no caso de uma planta industrial, ou devido às consequências advindas de um dano ambiental provocado por uma falha.

Neste sentido, entende-se que o estabelecimento da confiabilidade de um equipamento, ou sistema, possibilita otimizar custos na medida em que se pode prever a ocasião em que se dará a manutenção. No caso da MB, admite-se que o cumprimento de um

plano de manutenção, seja ele editado pelo Setor de Material ou fornecido pelo fabricante, é capaz de elevar a confiabilidade de um sistema ou equipamento.

Uma vez definido o conceito de confiabilidade faz-se necessário definir o conceito de manutenibilidade<sup>18</sup>.

Para Kardec e Nascif (2017, p.134), manutenibilidade é uma característica inerente ao equipamento ou sistema, diretamente relacionada com a facilidade de sofrer uma intervenção por ocasião da execução dos serviços de manutenção. Como característica inerente, ela deve ser definida ainda na fase de projeto e acompanhada pela função logística manutenção durante a vida útil do equipamento ou sistema. Pode vir a ser, ainda, melhorada na fase de operação.

O DGMM-0130 (2013, p.2-1) define manutenibilidade como uma consequência direta da facilidade de se implementar a manutenção num determinado sistema ou equipamento. Seu grau de efetividade<sup>19</sup> depende da infraestrutura de apoio, da capacitação dos recursos humanos que estão disponíveis e serão empregados, da possibilidade de acesso ao componente danificado assim como da facilidade de se encontrar um item substituto ou sobressalente.

Para Blanchard (2004, p.34), como a manutenibilidade é definida na fase de projeto de um sistema ou equipamento, toda ação de manutenção deve ser planejada com base em aspectos relacionados com a segurança, acurácia, facilidades, custos e economia na execução da rotina.

Existem diversas formas de medir a manutenibilidade. Neste trabalho será utilizado o conceito de *Mean Time Between Maintenance*<sup>20</sup> (MTBM) exposto por Blanchard (2004, p.70): MTBM é um importante fator que possibilita medir a disponibilidade de um

---

18 O termo manutenibilidade também é utilizado na literatura especializada como sinônimo de manutenibilidade.

19 "As operações de um órgão ou entidade serão efetivas quando alcançarem os resultados pretendidos a médio e longo prazo, produzindo impacto positivo e resultando no cumprimento dos objetivos das organizações" (§5º, inciso V, art.10 Instrução Normativa Conjunta MP/CGU Nº 01, de 10 de maio de 2016).

20 Tempo médio entre manutenções. Tradução do Autor.

sistema ou equipamento, assim como permite mensurar a eficácia<sup>21</sup> de um plano de manutenção.

Segundo Blanchard (2004, p.70), MTBM pode ser calculado a partir do tempo médio observado entre todas as manutenções programadas e não programadas, pela fórmula:

$$MTBM = \frac{1}{1/MTBM_u + 1/MTBM_s}$$

Em que  $MTBM_u$  é o tempo médio entre manutenções não programadas, e  $MTBM_s$  é o tempo médio entre manutenções programadas, ambos observados durante o período de atividade<sup>22</sup> de um sistema ou equipamento.

Para MCP e MCA, quanto menor for o  $MTBM_u$  e  $MTBM_s$ , maior disponibilidade terá o equipamento.

Os conceitos se relacionam da seguinte forma:

"A disponibilidade é função direta das variáveis confiabilidade e manutenibilidade. Melhores índices de confiabilidade advém da diminuição da taxa de falhas, permanecendo o item, por conseguinte, mais disponível. Além disso, uma vez ocorrida a falha, quanto menor o tempo de reparo do item, maior a manutenibilidade e, conseqüentemente, a disponibilidade" (CAMBRA, 2016, p.30).

Blanchard (2004, p.72-73) aponta diferentes visões a respeito do conceito de disponibilidade. Num primeiro momento, pode-se definir disponibilidade em função da probabilidade de um equipamento funcionar como esperado; de atingir, durante seu funcionamento, o parâmetro de operação desejado e; se exigido, suportar a demanda do sistema para o qual foi projetado.

De acordo com o DGMM-0130 (2013, p. 2-12), existem três possibilidades de medir a disponibilidade. A disponibilidade inerente, a disponibilidade alcançada e a disponibilidade operacional.

21 "As operações de um órgão ou entidade serão eficazes quando cumprirem objetivos imediatos, traduzidos em metas de produção ou de atendimento, de acordo com o estabelecido no planejamento das ações" (§4º, inciso V, art.10 Instrução Normativa Conjunta MP/CGU Nº 01, de 10 de maio de 2016).

22 Para Blanchard a grandeza MTBM está relacionada com o período onde o equipamento ou sistema devem estar disponíveis para a função operação de uma empresa ou órgão.

Neste trabalho será utilizado o conceito de disponibilidade operacional exposto por Blanchard (2004, p.73), que é definida como a probabilidade de um motor operar satisfatoriamente, quando requisitado, segundo condições pré-estabelecidas num ambiente operacional real. Blanchard expressa disponibilidade operacional em percentagem, constituindo-se como a razão entre o tempo de atividade<sup>23</sup> de um sistema ou equipamento, representado por MTBM, e o tempo de inatividade<sup>24</sup> do mesmo, representado por MDT .

$$\text{Na fórmula } A_0 (\%) = \frac{\text{MTBM}}{\text{MTBM} + \text{MDT}} \times 100$$

$A_0$  (%) é a disponibilidade operacional, MTBM é o tempo médio entre manutenções e MDT<sup>25</sup> é o tempo de inatividade observado durante o período de manutenção.

Os dados disponíveis na MB para o cálculo de MTBM<sub>u</sub> (manutenção corretiva) e MTBM<sub>s</sub> (manutenção preventiva), que permitem o cálculo de MTBM, são adequados para medir parâmetros durante o período operativo de um meio naval, ocasião em que os MCP e MCA deverão estar disponíveis para utilização.

Este trabalho refere-se ao período de manutenção de um meio naval, onde ocorrem as grandes revisões de MCP e MCA. Nesse contexto, será utilizado o parâmetro MDT, chamado por Blanchard de *maintenance downtime*, por possuir maior aderência à questão central, qual seja a análise da sistemática de sobressalentes da MB para atender as grandes revisões de motores diesel durante a execução de um PM. Considera-se que durante um PM os MCP e MCA estão inativos<sup>26</sup>.

Assim, será realizada uma aproximação à proposta de Blanchard com o propósito

---

23 Tradução do Autor para o termo *uptime*.

24 Tradução do autor para o termo *downtime*.

25 *Maintenance Downtime* (MDT) constitui o tempo total necessário para revisar o motor e restabelecer a condição de operação a pleno, ou mantê-lo numa dada condição de serviço. Inclui o tempo ativo de manutenção (M), o tempo de espera logístico (LDT), e o tempo de espera administrativo (ADT). (Blanchard, 2004, p.68). Tradução do Autor.

26 O Autor optou pelo emprego do termo "inativo", ainda que não consagrado na MB, para diferenciá-lo do termo "indisponível". Sempre que um MCP ou MCA estiver "inativo" ele estará cumprindo uma grande revisão. Existem situações onde o motor vai estar "indisponível", cumprindo uma rotina de manutenção corretiva ou planejada, sem que esteja cumprindo uma grande revisão. Neste trabalho "indisponível" tem caráter provisório enquanto "inativo" refere-se a uma revisão geral ou intermediária.

de estabelecer um indicador que permita mensurar MDT. O tempo de inatividade, ou *maintenance downtime*, será obtido a partir do tempo necessário para que as grandes revisões de MCP e MCA sejam cumpridas, iniciando-se com a desmontagem de um ítem, subsistema ou sistema do motor, até o retorno do equipamento à condição esperada de operação.

Por estar no denominador da fração correspondente ao cálculo da disponibilidade operacional ( $A_0$ ), quanto maior o MDT menor será a disponibilidade operacional do equipamento.

A partir do problema factual observado na MB, qual seja a existência de motores inativos em decorrência da falta de sobressalentes, buscar-se-á aproximar o conceito de MDT com a questão central do trabalho. Nesse contexto, propõe-se a decomposição de MDT a fim de medir as variáveis que são relevantes para o trabalho.

A proposta de Blanchard admite que  $MDT = \underline{M} + LDT + ADT$ .

Entende-se que o tempo ativo de manutenção ( $\underline{M}$ ) deve ser mantido.

Admite-se, para o escopo desse trabalho, que o tempo de espera logístico (LDT) representa o somatório do tempo atinente à função logística transporte, e do tempo de espera do sobressalente pelo mantenedor.

O tempo de espera administrativo (ADT) será aproximado ao tempo que representa a atividade gerencial e técnica do SAbM.

Para analisar os fatores que impactam na composição de MDT no objeto central do trabalho considera-se que  $MDT = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$ , onde:

$T_1$  é o tempo efetivo de manutenção na oficina, na bancada de testes ou em provas de aceitação;

$T_2$  é o tempo morto logístico e engloba a retirada, transporte e instalação do motor;

$T_3$  é o tempo administrativo representado pela atividade gerencial e técnica do

abastecimento; e

$T_4$  será considerado o tempo de espera do sobressalente pelo mantenedor.

$$\text{Logo, } A_0 = \frac{\text{MTBM}}{\text{MTBM} + (T_1 + T_2 + T_3 + T_4)}$$

Considera-se que essa customização da teoria de Blanchard proporciona uma análise mais aderente com o propósito desse trabalho.

A variável  $T_1$  é o tempo efetivo de manutenção e está relacionado com a manutenibilidade do equipamento e com o escopo da manutenção a ser executada.

$T_2$  é um tempo relacionado com a função logística transporte sendo significativo quando a distância entre o meio naval, onde o motor encontra-se aplicado, e a instalação do mantenedor for relevante.

$T_3$  e  $T_4$  estão diretamente relacionados com o objetivo central deste trabalho e serão analisados de maneira detalhada nos capítulos seguintes.

Reduzir o *maintenance downtime* (MDT) de um sistema ou equipamento permite elevar a disponibilidade operacional ( $A_0$ ) do mesmo.

É necessário admitir o papel central da sistemática de abastecimento de sobressalentes, e sua implicação nas revisões gerais e intermediárias de motores, visto ela impactar, diretamente, na disponibilidade operacional dos MCP e MCA aplicados em meios navais da MB.

No capítulo seguinte são abordados aspectos da sistemática de abastecimento de sobressalentes para atender as grandes revisões programadas de MCP e MCA.

### 3 SISTEMÁTICA DE ABASTECIMENTO DE SOBRESSALENTES

O Sistema de Abastecimento da Marinha (SAbM) é formado pelo órgão de supervisão, Estado-Maior da Armada (EMA); órgão de superintendência, Secretaria-Geral da Marinha (SGM) e diferentes órgãos de supervisão técnica, direção e execução que buscam interagir entre si, sem comprometimento da subordinação entre as organizações militares, com o propósito maior de manter as forças navais em condições de plena eficiência. (BRASIL, 2009 p.1.6).

Sob a ótica da logística militar, e a partir da definição do Glossário das Forças Armadas, depreende-se, do propósito descrito, que o objetivo<sup>27</sup> do SAbM é a Força Naval da MB.

O conceito de Força Naval remete ao conjunto de meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais com Comando único, estabelecido para um determinado fim. A eficiência de uma Força Naval depende do seu aprestamento, que representa o "conjunto de medidas de prontificação ou preparo de uma força ou parte dela, especialmente às relativas à instrução, ao adestramento, ao pessoal, ao material ou à logística, destinado a colocá-la em condições de ser empregada a qualquer momento" (BRASIL, 2015 p. 30).

Na MB, o Setor Operativo concentra todos os meios passíveis de compor uma Força Naval. A este Setor cabe emitir, anualmente, o Programa Geral de Manutenção (PROGEM) que é o documento de alto nível que contempla os períodos de manutenção (PM) aos quais os meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais serão submetidos, num espaço temporal de quatro anos, para manter ou recuperar a plena capacidade operativa (BRASIL, 2002 p. 3.2).

---

27 Objetivo: <sup>1</sup> Fim, resultado ou produto que se pretende obter ou atingir ao fim de determinado processo.<sup>2</sup> Elemento material específico sob o qual se desenvolve o esforço militar numa operação, contribuindo para a obtenção do efeito desejado. Os objetivos podem ser elementos pertencentes tanto a forças amigas como a forças inimigas, e, também, as posições ou áreas geográficas específicas. <sup>3</sup> O mesmo que PRINCÍPIO DO OBJETIVO. (BRASIL, 2017 p. 185).

As grandes revisões de MCP e MCA aplicados em meios navais implicam obrigatoriamente em PM inseridos no PROGEM. O processo pelo qual o SAbM apóia os meios navais no provimento de sobressalentes para o PROGEM está previsto no capítulo 5 da norma SGM-201. O modelo de gestão adotado pelo SAbM, de responsabilidade da Diretoria de Abastecimento da Marinha, representa a estratégia de abastecimento da MB. Como estratégia abrange o "como" fazer. As atribuições e responsabilidades do SAbM em proveito da função logística manutenção, que representam "o que fazer", estão positivadas no EMA-420, Normas para Logística de Material.

Na MB, o abastecimento abrange "a Função Logística Suprimento e parte da Função Logística Transporte, além de relacionar-se, estreitamente, com a Função Logística Manutenção" (BRASIL, 2009 p.1-1). Entende-se que esse relacionamento estreito do abastecimento com a função logística manutenção decorre do provimento de itens, componentes ou sobressalentes<sup>28</sup>, pelo abastecimento, para manter, ou restabelecer, o desempenho inerente de um sistema ou equipamento<sup>29</sup>, conforme o conceito de manutenção exposto por Blanchard (2004, p.35).

Este capítulo analisará, sob enfoque sistêmico<sup>30</sup>, as ações técnicas e gerenciais empreendidas pelo SAbM em proveito do PROGEM, em particular para o atendimento às demandas de itens e componentes oriunda das grandes revisões de MCP e MCA aplicados em meios navais.

### **3.1 Abastecimento de sobressalentes destinados às grandes revisões de motores**

Para o objetivo estruturante de analisar a sistemática de abastecimento de

---

28 Por simplificação serão utilizados nesse trabalho os termos item, sobressalente ou componente para designar itens de suprimento providos pelo SAbM. Representam tradução do Autor para os termos em inglês *spare parts* ou *repair parts*.

29 Tradução do Autor.

30 Segundo Chiavenato (2.000, p.495), o enfoque sistêmico "procura entender as inter-relações entre as diversas variáveis a partir de uma visão de um campo dinâmico de forças que atua entre si".

sobressalentes para atender o PROGEM e revisões programadas de MCP e MCA, faz-se necessário conhecer as responsabilidades e atribuições do SAbM:

- a) "encaminhar às DE as informações relativas ao consumo e à demanda real de itens de sobressalentes, como contribuição para o reajuste periódico das quantidades registradas nas Listas de Dotação;
- b) identificar, com a devida antecedência, o custo de aquisição dos sobressalentes necessários ao PM, de maneira que eles possam ser considerados na revisão dos Planos Básicos;
- c) fornecer os sobressalentes necessários à realização das revisões programadas; e
- d) expedir as normas reguladoras para o levantamento e o repletamento da dotação dos sobressalentes de bordo, como previsto no POSE." (BRASIL, 2002 p.3.17)

Chiavenato (2.000, p.501) define sistema como um "conjunto de elementos dinamicamente relacionados, formando uma atividade pra atingir um objetivo, operando sobre dados/energia/matéria para fornecer informação/energia/matéria."

Segundo a Teoria de Sistemas, o SAbM caracteriza-se por ser um sistema aberto, interagindo com o meio-ambiente, possuindo a dupla capacidade de influenciar o meio externo e por ele ser influenciado<sup>31</sup>.

Enquanto o SAbM representa o conjunto de ativos e processos da MB responsável pelas funções logísticas suprimento e transporte, o meio-ambiente é o contexto atual, cujo cenário orçamentário restritivo e aspectos relacionados com a manutenção dos meios navais influencia o processo de abastecimento de sobressalentes para o PROGEM. Nesse sentido, entende-se que o abastecimento na MB é uma variável dependente da questão orçamentária e das ações de manutenção efetivadas pelos Setores Operativo<sup>32</sup> e de Material.

Atendidas todas as fases da logística<sup>33</sup>, o abastecimento também vai influenciar a manutenção. O suprimento e o transporte dos sobressalentes para as grandes revisões de motores diesel impacta na disponibilidade operacional ( $A_0$ ), na confiabilidade e na manutenibilidade dos MCP e MCA aplicados em meios navais. Nessa situação, a manutenção

31 Chiavenato (2.000, p.552).

32 Refere-se ao 1º escalão de manutenção que, segundo o EMA-420, está relacionado com as ações realizadas pelo usuário, de acordo com a capacidade do meio orgânico, para manter o material em condições de funcionamento e conservação. (BRASIL, 2002. p. 3-4).

33 As fases da logística são a determinação de necessidades, a obtenção e a distribuição. (BRASIL, 2009, p.1.1).

constitui-se como variável dependente do abastecimento.

É necessário ressaltar que a questão orçamentária também impacta na manutenção dos meios navais uma vez que é condição necessária para a contratação de serviços e aquisição de insumos de toda ordem.

Do exposto, conclui-se que existe uma interdependência entre a questão orçamentária, o abastecimento de sobressalentes para o PROGEM e a manutenção na MB. De fato, as funções logísticas suprimento, transporte e manutenção são funções interdependentes e inter-relacionadas quando se trata da conquista da plena eficiência de uma Força Naval.

Para analisar a eficiência<sup>34</sup> e eficácia da sistemática atual de abastecimento de sobressalentes para o PROGEM, é necessário descrever o processo estabelecido pela MB.

O abastecimento de sobressalentes para o PROGEM pelo SAbM inicia-se com a inclusão, pelo Setor Operativo, do PM de um meio naval no PROGEM. Habilita-se então no ano A-2 a inserção, pelo meio naval, das demandas de sobressalentes no subsistema de gerenciamento de projetos do SINGRA. Com as previsões necessárias o SAbM<sup>35</sup> verifica a existência dos itens em estoque e simula a obtenção dos itens faltantes com os dados históricos existentes. Após a simulação do projeto, é possível estimar o custo de aquisição dos sobressalentes, que é uma das atribuições do SAbM.

O custo de planejamento do projeto é então encaminhado ao Setor Operativo, a quem cabe definir os projetos de abastecimento que deverão ser efetivamente executados pelo SAbM. A execução propriamente dita inicia-se com a segregação dos itens disponíveis em estoque e, posteriormente, após a alocação dos recursos orçamentários, com o processo de obtenção.

A acurácia das informações prestadas pelo meio naval, sob a forma de projetos de

---

34 "As operações de um órgão ou entidade serão eficientes quando consumirem o mínimo de recursos para alcançar uma dada quantidade e qualidade de resultados, ou alcançarem o máximo de resultados com uma dada qualidade e quantidade de recursos empregados" (§3º, inciso V, art.10 Instrução Normativa Conjunta MP/CGU Nº 01, de 10 de maio de 2016).

35 O Centro de Controle e Inventário da Marinha (CCIM) é o órgão de controle do SAbM para esse fim.

abatecimento, é importante na medida em que todas as ações da sistemática estabelecida estão fundamentadas na demanda inserida no SINGRA.

A partir da descrição do processo, devem ser enumerados os fatores conjunturais, endógenos e exógenos à Instituição, que têm influenciado o quadro atual da manutenção de motores diesel na MB. Ao discorrer sobre estes aspectos busca-se uma melhor compreensão sobre os efeitos provocados sobre a sistemática de abastecimento de sobressalentes atual. São eles: a questão orçamentária; a capacitação de recursos humanos da MB; a sobreutilização de MCP e MCA; o envelhecimento, a descontinuidade e a obsolescência de motores; e a perda de capacidade operacional do AMRJ.

### **3.2 Questão orçamentária**

A disponibilidade de recursos orçamentários é condição necessária para o abastecimento de sobressalentes para o PROGEM. Nesse contexto, um quadro restritivo impacta de forma negativa no abastecimento de sobressalentes.

Zampronio (2018), ao discorrer sobre a situação orçamentária da MB, expôs a preocupação com o estabelecimento do Novo Regime Fiscal<sup>36</sup> no âmbito do Governo Federal. Na medida em que os gastos compulsórios da Força se elevam, e não ocorre uma elevação do teto orçamentário, haverá comprometimento dos gastos discricionários, onde se insere o PROGEM.

Cambra (2016, p.39) observa que desde o final da década de 1990 a restrição orçamentária tem impactado na execução das manutenções dos meios navais. Tal impacto materializa-se na postergação e no cancelamento de PM, ocasião em que são executadas as grandes revisões de MCP e MCA.

Havendo insuficiência de recursos orçamentários faz-se necessário priorizar, na

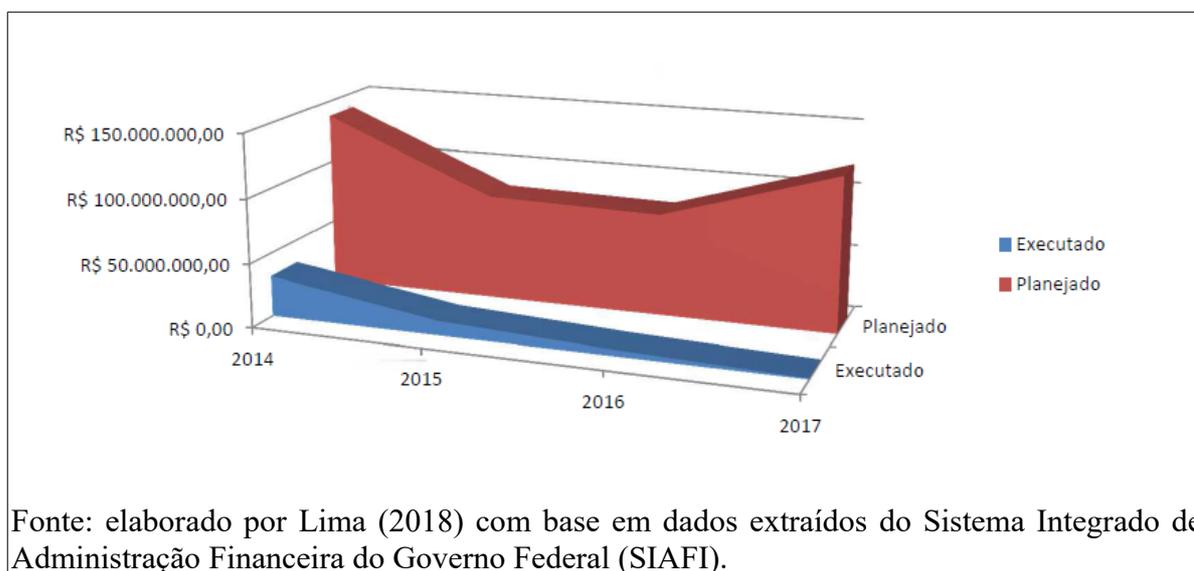
---

<sup>36</sup> Estabelecido pela Emenda Constitucional nº 95, de 15 de dezembro de 2016.

fase da obtenção, os projetos de sobressalentes que serão adquiridos. Assim, a determinação de necessidades introduzida pelo meio naval, no ano A-2, não garante que o SAbM realize a esperada obtenção dos sobressalentes. A condição de entrada no SINGRA para registro da demanda, sob a forma de projetos de abastecimento, é condição necessária mas não suficiente para a obtenção causando, no usuário final, a incerteza se os sobressalentes serão efetivamente adquiridos. Nesse sentido, outra condição necessária é a disponibilidade de recursos orçamentários que possibilitem a obtenção dos itens faltantes, uma vez que nem todos os itens inseridos nos projetos estarão disponíveis nos estoques do SAbM para fornecimento.

Conforme nos apresenta Lima (2018), a FIG 1 apresenta o descompasso observado, no período entre 2014 e 2017, entre a necessidade de recursos e as disponibilidades financeiras que suportam a aquisição, pelo SAbM, dos sobressalentes necessários à manutenção dos meios navais da MB.

FIGURA 1  
Necessidade X disponibilidade de recursos para aquisição de sobressalentes.



Para analisar, no espaço temporal 2015 a 2018, o impacto da questão orçamentária na sistemática atual de abastecimento de sobressalentes para o PROGEM foi realizada pesquisa junto à Divisão de Apoio Logístico Integrado da DAbM. A TAB. 1 demonstra o histórico de projetos de abastecimento inseridos no SINGRA, selecionados pelo Setor

Operativo e executados pelo CCIM.

TABELA 1  
Eficiência da sistemática de abastecimento de sobressalentes para o PROGEM (2015-2018)

ANO	Qtde Total de Projetos	Projetos Executados	% Projetos Executados
2015	125	70	56
2016	144	45	31,2
2017	195	62	31,8
2018	206	52	25,2

Fonte: Banco de dados SINGRA da Diretoria de Abastecimento da Marinha, 2018.

A TAB. 1 traz evidências de que a sistemática atual é sensível à questão orçamentária. Por conseguinte, utilizá-la como recurso exclusivo de aquisição de sobressalentes, em proveito das revisões programadas de motores, representa um risco à manutenção dos meios navais uma vez que os sobressalentes são insumos imprescindíveis para as grandes revisões de MCP e MCA.

Existe contingência para a questão orçamentária na medida em que a sistemática prevê ajustes periódicos ao contido nos projetos de abastecimento, readequando-os aos limites impostos pela restrição orçamentária. Se, por um lado, esse processo busca o equilíbrio econômico das demandas geradas pelo PROGEM, por outro restringe a aquisição de alguns itens comprometendo a execução de manutenções previstas, seja no SisSMP expedido pelo Setor de Material, ou seja no plano de manutenção do fabricante.

Do lado da manutenção, a restrição orçamentária impacta na postergação, execução ou no escopo dos PM que estão planejados para ocorrer de acordo com o PROGEM em vigor. A postergação ou cancelamento de PM pode vir a impactar no objeto de estudo, abastecimento de sobressalentes para atender grandes revisões de motores diesel, uma vez que o SMP implementado pelo Setor de Material é predominantemente preventivo, conforme demonstrou Cambra (2016, p.38). Ademais, considerando que o plano de manutenção sugerido pelos fabricantes de motores também possui essa característica, de englobar em sua

maioria ações de manutenção preventivas, é necessário admitir que um eventual negligenciamento de uma revisão geral ou de meia-vida de um MCP ou MCA poderá impactar na previsibilidade dos sobressalentes que serão necessários para atender futuras revisões.

Como o modelo de gestão da manutenção de meios navais da MB concentra-se, na fase de planejamento, com o Setor Operativo, não há obrigatoriedade de participação dos demais Setores (Material e SAbM) nas decisões sobre o cancelamento ou postergação de grandes revisões de motores. As decisões são tomadas como consequência direta da disponibilidade, ou não, de recursos orçamentários.

A TAB. 1 evidencia esse tema no que tange à eficiência da sistemática de obtenção dos sobressalentes, de responsabilidade do SAbM. Mas não existe um indicador no SINGRA que possibilite, ao SAbM, aferir a consequência dessas decisões do Setor Operativo no âmbito do Setor de Material, a quem cabe orientar e executar as manutenções dos meios navais.

É inerente à questão central do trabalho que o abastecimento de sobressalentes impacta na execução das grandes revisões de MCP e MCA. Mas faz-se necessário introduzir o conceito de sobreutilização de motores para analisar o impacto dos cancelamentos e postergações de revisões de motores diesel aplicados em meios navais no SAbM.

### **3.3 Sobreutilização de motores**

A literatura técnica não possui uma definição específica que possa ser empregada por este trabalho. No entanto, para dar continuidade e explorar os efeitos decorrentes do cancelamento ou postergação de grandes revisões de motores, será admitido que um MCP ou MCA estará sendo sobreutilizado "quando, em decorrência de um plano de manutenção

preventivo, houver o cancelamento ou postergação de uma grande revisão".

Para o objetivo estruturante de analisar a sistemática atual de abastecimento de sobressalentes utilizada pela MB para atender as revisões programadas de MCP e MCA, é relevante entender que a lógica da previsibilidade, necessária para o eficiente funcionamento da sistemática atual, fica comprometida quando o Setor de Material, por meio dos conjuntos passivos de sobressalentes, ou o meio naval, por meio de conjuntos ativos, dimensiona, no ano A-2, um pacote de sobressalentes necessário para uma determinada rotina de manutenção. O SAbM conduz as atividades técnicas e gerenciais para prover os sobressalentes necessários conforme a entrada fornecida no SINGRA. Para tal, admite que, de fato, o motor diesel irá sofrer a manutenção de acordo com o plano de manutenção e segundo o número de horas de funcionamento previsto. Quando essa manutenção é cancelada ou postergada considera-se uma alteração no sistema.

Cambra (2016, p.39-40) traz evidências que comprovam aspectos negativos relacionados com o cancelamento ou postergação de PM de meios navais da MB.

O Apêndice B apresenta, por Comandos de Força, a sobreutilização de MCP e MCA. De um total de 404 motores, 137 encontram-se sobreutilizados correspondendo a 34% de taxa de sobreutilização para MCP e MCA aplicados em meios navais da MB que encontram-se em Período Operativo (PO).

A sobreutilização de motores na MB tem impactado diretamente na estimativa de demanda dos sobressalentes necessários para as revisões dos MCP e MCA, em especial nas grandes revisões, nas quais os motores sofrem intervenções de maior complexidade, de duas formas: condenação prematura de componentes e aumento do escopo da manutenção preventiva.

A condenação prematura de componentes é decorrente do desgaste excessivo de partes e componentes do motor que não estavam previstas ocorrer. Conforme apontado por

Blanchard (2004, p.103), uma elevação do índice de condenação de componentes resultará numa maior demanda por sobressalentes<sup>37</sup>. Como consequência, haverá elevação do custo de aquisição dos sobressalentes para atender a revisão onerando os gastos discricionários da MB.

O aumento do escopo de serviços de uma revisão é, normalmente, consequência da necessidade de retífica de componentes do motor por parte do mantenedor. Considerando que a retífica representa um desgaste controlado do material, que existem limites dimensionais para executá-la, e limites advindos do processo de fabricação do próprio componente a ser retificado, esse processo mecânico diminui a vida útil do componente e aumenta a probabilidade de que estes itens sejam condenados pelo mantenedor<sup>38</sup>, resultando em demandas extraordinárias<sup>39</sup> de sobressalentes ao SAbM. Além disso, requer tempo para ser executada e implica em custos adicionais quando não prevista contratualmente. Nesse contexto, um acréscimo de serviços não previstos eleva o tempo efetivo de manutenção ( $T_1$ ), o *maintenance downtime* (MDT) e, com isso, compromete a manutenibilidade e reduz a disponibilidade operacional do equipamento.

Assim, tanto a condenação prematura de componentes quanto o aumento do escopo de uma grande revisão de MCP e MCA podem ser decorrentes da sobreutilização. Em todas as hipóteses haverá aumento dos gastos na execução da manutenção desses motores.

Operacionalmente consideram-se duas medidas para evitar esses efeitos adversos. A primeira é evitar a sobreutilização respeitando o calendário de revisões. A segunda é estabelecer medidas de controle efetivas de acompanhamento dos parâmetros do motor para evitar a ocorrência do desgaste excessivo de componentes. A técnica de manutenção centrada na confiabilidade (MCC) é uma das possibilidades para gerenciar esse risco. A capacitação de recursos humanos para o gerenciamento e execução deste tipo de manutenção constitui-se em

---

37 Tradução do Autor.

38 São exemplos desses componentes trocadores de calor, bombas dependentes e cabeças de motores. No limite até mesmo grandes componentes do motor, como bloco e eixo de manivela, têm sido condenados pelos mantenedores.

39 O SINGRA, por meio do subsistema de gerência de projetos, permite a inserção de demandas não previstas originalmente nos projetos de abastecimento destinados a atender as grandes revisões de motores.

pré-requisito indispensável.

### 3.4 Capacitação de recursos humanos

Cambra (2016, p.27) aponta lacunas existentes na formação de oficiais e praças nos temas afetos à gerência da manutenção.

A experiência do Autor como Encarregado da Seção de Logística do Comando da Força de Superfície, no período de 2014 a 2015, possibilitou conhecer, por meio de amostragem do Grupo de Manutenção<sup>40</sup> (GruMan), a situação da manutenção de 1<sup>o</sup> escalão nos meios navais subordinados ao Comando da Força de Superfície (ComForSup).

Como Comandante do Grupamento de Patrulha Naval do Sul, em 2016, o Autor pôde comprovar a necessidade de reforçar, perante os Comandantes e tripulantes dos navios subordinados, a importância do cumprimento da manutenção de 1<sup>o</sup> escalão, seja conforme disposto no SisSMP editado pelo Setor de Material, ou de acordo com o plano fornecido pelo fabricante do equipamento, quando o mesmo não estiver incluído no SisSMP.

Faz-se necessário aprimorar a qualificação do pessoal no que tange ao gerenciamento da manutenção.

A carência observada impacta no abastecimento de sobressalentes para o PROGEM de duas formas principais: deficiência da condução e execução do SMP a bordo dos meios navais; e no procedimento de inserção das demandas de sobressalentes no SAbM, que traz reflexos negativos para as dotações de bordo e de base e, principalmente, na disponibilidade tempestiva de sobressalentes em atendimento ao PROGEM e às revisões programadas.

Do ponto de vista deste Autor a execução e o acompanhamento do SMP a bordo

---

40 No ano de 2014 o Comando da Força de Superfície estabeleceu, de forma *ad hoc*, o Grupo de Manutenção (GruMan) com o propósito de verificar o cumprimento do SMP a bordo dos navios subordinados.

dos navios sofreu, a partir do início do séc. XXI, influência de fatores advindos do Setor de Pessoal que, decorrentes de alterações nos cursos de aperfeiçoamento de oficiais, reduziu a carga-horária de matérias técnicas ministrada pelo Centro de Instrução Almirante Wandenkolk<sup>41</sup> (CIAW).

Empiricamente observou-se que aspectos relacionados com o guarnecimento de funções chaves na área de máquinas, no período posterior à alteração curricular do Curso de Aperfeiçoamento de Máquinas para Oficiais (CAMO), contribuiu para a decadência da qualidade da manutenção de 1<sup>o</sup> escalão nos meios navais.

Pivari (2018) aponta a negligência do pessoal de bordo com o controle da qualidade do líquido de arrefecimento empregado nos sistemas de resfriamento dos MCP e MCA, que tem como efeito a elevada oxidação presente nos blocos e componentes do sistema quando inspecionados durante as grandes revisões.

Adicionalmente, a descontinuidade dos programas de manutenção preditiva de análise de parâmetros de motores (ATENDI) e espectrometria de óleo lubrificante (LUBE) pela MB reduziu a capacidade de diagnose e acompanhamento das condições dos motores pelo pessoal de bordo, conforme exposto por Belchior (2018).

Ainda quanto à capacitação dos recursos humanos, não existe uma auditoria sistêmica vocacionada para o acompanhamento do SMP conduzido pelo pessoal de bordo, seja pelo Setor Operativo ou pelo Setor de Material. A oficialidade efetivada atualmente como assessores de logística dos Comandos Imediatamente Superior (ComImSup) dos meios navais não realizou o curso de aperfeiçoamento de máquinas (CAMO) de caráter eminentemente técnico no CIAW, deixando de conduzir críticas à manutenção de 1<sup>o</sup> escalão no momento das inspeções administrativas militares (IAM) e operativas. Ademais, observa-se que a crítica do

---

41 A última turma a realizar o Curso de Aperfeiçoamento de Máquinas para Oficiais (CAMO) no CIAW foi a Turma Jaques, que concluiu o curso em 1997. O currículo do curso, ministrado no primeiro ano do posto de Primeiro-Tenente, continha 122 horas-aula dedicados à disciplina Motores e 24 horas-aula dedicados à disciplina Administração do Departamento de Máquinas, totalizando 146 horas-aula de disciplinas atinentes ao escopo desse trabalho.

ComImSup aos projetos de abastecimento ativos e passivos inseridos no SINGRA pelo meio subordinado também fica comprometida.

Tal situação já ensejou alteração significativa na carreira dos oficiais estando, sob avaliação da Diretoria Geral de Pessoal da Marinha, as alterações atinentes à carreira de praças. A possibilidade de captação de pessoal qualificado como reservistas de terceira classe (RM-3) poderá contribuir para aprimorar a qualificação de pessoal<sup>42</sup> desde que profissionais qualificados em Engenharia de Manutenção possam ser agregados às seções de logística dos Comandos de Força. Digno de nota que o Setor de Pessoal, ao antecipar a realização do Curso de Aperfeiçoamento para o início da carreira, no posto de Segundo-Tenente, e implementar o Curso de Aperfeiçoamento Avançado de Propulsão Naval, no último ano de Primeiro-Tenente, age com o propósito de aprimorar a qualificação técnica de oficiais.<sup>43</sup>

No que tange ao Setor de Material, a TAB. 2 apresenta a qualificação dos recursos humanos lotados na oficina de motores do AMRJ.

TABELA 2  
Qualificação dos militares e servidores civis efetivados na Oficina de Motores do AMRJ

Modelo de motor	Oficiais/Servidores Civis Nível Superior	Praças/Servidores Civis Nível Médio	Local
MTU 16V956TB91	-	4	MTU-SP
MTU 16V396TB94	1	2	MTU-F e MTU-SP
MTU 4000	2	3	MTU-F

Fonte: Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, 2018.

Importa ressaltar a inexistência de pessoal qualificado pelo fabricante para conduzir manutenções de 3<sup>o</sup> escalão nos motores MTU 12V493AZ80, que encontram-se instalados nos submarinos da classe Tupi.

42 Palestra proferida pelo AE Celso Luiz Nazareth para o CPEM-2018 em 26 de maio de 2018.

43 O Curso de Aperfeiçoamento de Propulsão Naval (C-ApA-PN) tem o propósito de aprimorar os conhecimentos acadêmicos dos Oficiais do Corpo da Armada. O currículo aprovado contém, entre outras disciplinas, 50 horas-aula da disciplina Motores Diesel e 44 horas-aula da disciplina Monitoração de Diagnose de Máquinas.

### 3.4 Descontinuidade e obsolescência de motores

Segundo Kardec e Nascif (2017, p. 129), a elevada idade da maioria dos MCP e MCA implica num aumento das falhas decorrentes do desgaste natural do equipamento.

Esse aumento é representado graficamente pela curva que relaciona a taxa de falhas de um equipamento mecânico com o tempo e tende a se elevar ao aproximar a fase de retirada de serviço do motor.

Segundo Caroli (2018), Kuster (2018) e Cambra (2016, p.39), a idade avançada dos meios navais da MB tem onerado o custo das manutenções de forma crescente. Tal medida tem reflexo nos MCP e MCA, que apresentam taxas crescentes de falhas ao final do ciclo de vida, segundo a curva típica de falhas em equipamentos mecânicos<sup>44</sup>.

Tecnicamente um motor de combustão interna atua como máquina térmica obtendo trabalho a partir da energia mecânica gerada por meio da combustão que ocorre no interior do cilindro. O bloco do motor constitui-se como seu componente principal e é sobre ele que são montadas as partes fixas e móveis. Durante sua vida útil sofre deformações mecânicas (dilatação e contração) como forma de adequar-se às elevadas taxas de temperatura e pressão. Com o tempo, e a depender da qualidade do material de que é feito e da manutenção sofrida, o bloco tende a sofrer deformações plásticas que, em que pesem os processos de retífica, podem vir a torná-lo inservível ou de recuperação economicamente inviável necessitando ser substituído<sup>45</sup>.

A obsolescência de alguns modelos de MCP e MCA compromete ainda a respectiva disponibilidade operacional na medida em que, para as grandes revisões, a arquitetura desses motores obriga a retirada do equipamento de bordo e seu transporte para o

---

<sup>44</sup> Blanchard (2004, p.52).

<sup>45</sup> Conforme planilha encaminhada pela MTU do Brasil em 13/07/2018, as evidências apontam que os motores MTU 16V956TB91 e 12V956TB61 tenham atingido esse ponto visto que dos 7 motores enviados para revisão geral na MTU-F, 2 foram considerados inservíveis, 4 considerados de recuperação incerta e economicamente inviável e 1 foi recuperado por meio de solda e retífica.

local onde será realizada a manutenção aumentando o MDT. Além disso, a existência de motores obsoletos compromete a manutenibilidade dos mesmos uma vez que a disponibilidade de mão de obra especializada no mercado tende a reduzir.

Para motores descontinuados são usuais as inconsistências relacionadas com aspectos da catalogação, como conflitos, inexistência e evolução de *part number*, assim como dificuldade de obtenção, relacionada com a falência, incorporações e mesmo alteração da razão social do representante. Quando fica constatada a indisponibilidade de fornecimento de sobressalentes pelos fabricantes, faz-se necessário buscá-lo junto a fornecedores alternativos, definir itens substitutos ou até mesmo procurar itens que sejam intercambiáveis, exigindo maior participação do órgão de supervisão técnica no processo, a DEN, e impondo maior carga administrativa aos órgãos de obtenção do SABM podendo ocasionar a elevação de T<sub>3</sub> e um maior *maintenance downtime* durante as grandes revisões de MCP e MCA. Merece destaque, ainda, que os custos de obtenção de alguns sobressalentes, que tornam-se raros no mercado, tende a se elevar, onerando a manutenção dos motores obsoletos.

### **3.5 Degradação da capacidade operacional do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro**

A introdução dos motores MTU na MB implicou na conquista da autonomia do AMRJ para executar as grandes revisões desses motores diesel previstas nos manuais do fabricante. Essa capacidade foi alcançada a partir da qualificação do corpo técnico, da adequação da oficina de motores (AMRJ-248) e da aquisição das máquinas e ferramentas especiais necessárias às grandes revisões, com destaque para a instalação da bancada de testes de motores MTU. Entretanto, com a aposentadoria de diversos profissionais do corpo técnico de servidores civis, e as restrições para contratação de novos técnicos impostas pelo Governo Federal, o AMRJ tem enfrentado, desde 1990, uma contínua perda de mão de obra

qualificada.

De acordo com Nazareth (2018), a Alta Administração Naval encontra-se empenhada em sensibilizar o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão de forma a obter autorização para a execução de concurso público.

Segundo Cambra (2016, p.39), a perda gradual da capacidade técnica e gerencial das Organizações Militares Prestadoras de Serviço é um dos fatores<sup>46</sup> que tem dificultado a manutenção dos meios navais da MB. Digno de nota que no início do século XXI, o período necessário para a realização, pelo AMRJ, de período de manutenção geral (PMG) em FCN apresentou aumento contínuo, atingindo os extensos prazos atuais<sup>47</sup>.

A oficina de motores do AMRJ não ficou imune a esse processo. Houve comprometimento da disponibilidade de mão-de-obra qualificada em efetuar grandes revisões de motores do fabricante MTU, como consequência direta da aposentadoria do seu corpo técnico e da impossibilidade de novas contratações.

Destaca-se que no período posterior a 1990 ocorreram, na MB, incorporações de meios navais, grande parte deles dotados de MCP e MCA do fabricante MTU<sup>48</sup>. No período 152 motores MTU foram acrescentados ao inventário da MB, sem que tenha havido alteração significativa na estrutura de apoio instalada no AMRJ por ocasião da construção das FCN.

Este acréscimo de motores, aliado à restrição de contratação de pessoal imposta pelo Governo Federal, contribuiu para o quadro atual, onde a capacidade operacional do AMRJ-248 para conduzir manutenções de 3<sup>o</sup> escalão em motores MTU encontra-se degradada. No período de 2015 a 2018 o AMRJ-248 conseguiu prontificar somente um motor modelo MTU8V396TE54, a nível de revisão geral.

---

46 Os outros fatores apontados por Cambra são a idade avançada dos meios e as restrições orçamentárias que impactam na execução do PROGEM.

47 Atualmente o tempo necessário pelo AMRJ para realizar um período de manutenção geral (PMG) de uma FCN é 360% maior do que aquele observado na década de 1980 (CAMBRA, 2016, p.40).

48 Referimo-nos aos 7 AviPa da classe Marlim, 12 Navios-Patrolha da classe Grajaú, 02 Navios-Patrolha da classe Macaé, 04 Navios-Patrolha da classe Bracuí, 04 Corvetas da classe Inhaúma, 01 Corveta classe Barroso, 03 Submarinos da classe Tupi e 01 Submarino da classe Tikuna.

### 3.6 Análise da sistemática de abastecimento de sobressalentes para o PROGEM

A eficiência do atual processo de obtenção de sobressalentes da MB em proveito das revisões de MCP e MCA será medida em função do dispêndio de recursos humanos e administrativos, provenientes dos Setores Operativo e de Abastecimento, *vis a vis* os projetos de abastecimento de sobressalentes executados.

Para efeitos práticos, esses dispêndios de recursos humanos se materializam no quantitativo de homem-hora, do meio naval e do Comando de Força ao qual está subordinado, necessários para efetuar a pesquisa de itens junto ao fabricante e ao Setor de Material, inserir os dados no sistema, e efetuar a auditoria dos conjuntos passivos e ativos inseridos no módulo do subsistema de projetos do SINGRA.

Recursos administrativos são aqueles empregados no gerenciamento das ações técnicas e operacionais do SAbM em função da sistemática atual de abastecimento de sobressalentes para o PROGEM. Estes dispêndios correspondem ao tempo  $T_3$  da simplificação da fórmula de Blanchard (2004) para o cálculo da disponibilidade operacional ( $A_0$ ), conforme proposto por esse trabalho.

TABELA 3  
Eficiência da sistemática de abastecimento de sobressalentes para atender revisões programadas de motores de combustão principal e auxiliar (2015-2018)

ANO	Qtde Total de Projetos	Projetos Executados e Concluídos	% Projetos Executados e Concluídos/Total
2015	78	29	37,2
2016	56	21	37,5
2017	56	29	51,7
2018	75	34*	45,3

\* Os projetos de 2018 estão sendo executados.

Fonte: Banco de dados SINGRA da Diretoria de Abastecimento da Marinha, 2018.

A TAB. 3 representa a eficiência da sistemática de abastecimento de

sobressalentes no contexto das revisões programadas de MCP e MCA.

Em números relativos, observa-se um percentual médio de 43% de execução de projetos de abastecimento de sobressalentes em proveito de revisões programadas de MCP e MCA no período de 2015 a 2018.

Verifica-se um dispêndio ineficiente de recursos humanos e administrativos da MB, uma vez que apenas parcela dos projetos de abastecimento para atender revisões programadas de MCP e MCA são executados e concluídos.

Para aumentar a eficiência da sistemática atual vislumbram-se algumas possibilidades: redução do número de projetos de abastecimento gerenciados por meio da sistemática atual, ou o aumento da execução de projetos atinentes às grandes revisões de motores, o que implica num maior dispêndio de recursos orçamentários.

Vislumbra-se uma terceira possibilidade, na qual haveria o estabelecimento de prioridades de grandes revisões de MCP e MCA, a serem estabelecidas pelo Setor Operativo no ano A-2, de modo a evitar o desperdício, pela MB, de recursos de toda ordem com o gerenciamento de projetos de abastecimento que serão interrompidos ou cancelados no ano A. Tal medida implica a necessidade de compatibilizar, em A-2, a demanda da manutenção com a disponibilidade de instalações, mão de obra qualificada e o competente aporte de recursos orçamentários no ano A.

É oportuno salientar que o estabelecimento de prioridades pelo Setor Operativo, quanto à execução do PROGEM, é usual na MB. Caberia apenas antecipá-la, buscando-se a otimização do processo junto aos Setores de Material e de Abastecimento.

A eficácia da sistemática atual será verificada a partir da adequação do pacote de sobressalentes gerado para revisões de MCP e MCA aplicados em meios navais prioritários. Para tal foram selecionados 13 projetos de sobressalentes no período de 2017 a 2018.

O Apêndice C indica, em termos quantitativos e percentuais, a discrepância entre

a lista final de sobressalentes gerada pelo mantenedor e as demandas inseridas por meio dos conjuntos ativos e passivos no subsistema de gerência de projetos, materializada para o SABM na forma de Requisição de Itens Complementares ao Projeto de Abastecimento (RICP).

Em números relativos, observa-se uma eficácia média de 90% entre os projetos de abastecimento priorizados pelo Setor Operativo, no período de 2017 a 2018, e destinados a atender revisões programadas de MCP e MCA.

O modelo de gestão adotado pelo SABM depende da acurácia dos projetos de abastecimento gerados no SINGRA, sejam eles ativos, inseridos pelo meio naval e criticado pelo ComImSup; ou passivos, quando elaborados pelo Setor de Material. É, pois, aderente com uma gestão da manutenção bem conduzida, desde a fase do planejamento até a fase de controle, permeando ainda a execução, a nível de 1º escalão, bem conduzida pelo meio naval. Tais condições permitem a previsibilidade necessária para que o sistema seja eficaz.

A análise do Apêndice C permite identificar evidências de que os projetos de abastecimento nº 14206 e 24464 (NE Brasil), 1287 (Sb Tamoio) e 14776 (F Independência) foram ineficazes pois seus indicadores de Requisição de Itens Complementares ao Projeto de abastecimento (RICP) transcendem a normalidade. Do ponto de vista deste Autor, seria necessária uma análise mais apurada das evidências com o propósito de permitir uma retroalimentação das funções logísticas manutenção e suprimento de forma integrada. A existência de um Sistema Digital (SD) único na MB, integrando os Setores Operativo, de Material e de Abastecimento, possibilitaria essa análise de maneira otimizada<sup>49</sup>.

Segundo Caroli (2018), tal demanda já foi identificada pela MB.

O Setor de Material firmou recentemente um Termo de Compromisso com o Setor de Ciência e Tecnologia para a elaboração do estudo sobre a Gestão do Ciclo de Vida dos Meios da MB (GCVMB). Esse projeto tem como objetivo inicial levantar todos os principais macro-processos de gestão do ciclo de vida e manutenção na MB. Segundo informações do

---

49 Kardec e Nascif (2017, p. 109).

Diretor do Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), foram mapeados 32 macro-processos, sendo um deles a manutenção. Ao final do projeto será orientada a obtenção de uma ferramenta (*software*) de Gestão da Manutenção que seja extensível às demais fases do processo do ciclo de vida.

Essa ferramenta, com nome provisório de Sistema de Informações Gerenciais da Manutenção (SigMan), possibilitará a integração de todo o apoio logístico em apoio ao gerenciamento da manutenção na MB.

No entanto, a falta de um SD que permita a troca de informações entre o SINGRA, o SisSMP e o sistema dedicado à mensuração da condição de eficiência dos meios navais (SAD-Log) não impede a sinergia entre os Setores Operativo, de Material e de Abastecimento.

Tais sistemas operam atualmente de maneira compartimentada, não havendo o intercâmbio de dados ente eles. Mas as informações que proporcionam são passíveis de serem compartilhadas entre os Setores de modo a retroalimentar o processo e proporcionar o atingimento, pela MB, do grau de excelência esperado da administração pública, conforme disposto nas modernas técnicas de administração.

#### 4 – POSSIBILIDADES DE CONTRATAÇÃO DAS GRANDES REVISÕES

MCP e MCA obsoletos e sobreutilizados, com crescente demanda por sobressalentes descontinuados, num quadro de restrições orçamentárias que tende a se prolongar no médio<sup>50</sup> prazo são fatores que, juntos, tem provocado baixa disponibilidade operacional dos meios navais, em particular daqueles vocacionados para a defesa da Amazônia Azul<sup>51</sup>.

Num cenário prospectivo de curto prazo não se vislumbram alterações significativas nessa dinâmica, dado o comprometimento de recursos orçamentários, denominado como compromissos futuros na MB, e a crescente elevação do percentual de gastos compulsórios no orçamento da Força. Segundo Zampronio (2018), este será o maior desafio para a MB haja vista que o percentual de gasto discricionário em função do orçamento da Força estará diminuindo e, com certeza, impactará o PROGEM.

No que tange ao apoio logístico fixo da MB, as Bases e Estações Navais possuem capacidade limitada de atender demandas atinentes à manutenção de motores diesel. Conforme já visto, a capacidade operacional do AMRJ em executar esse tipo de serviço é limitada. A consequência desse quadro é a necessidade de terceirização dos serviços atinentes às grandes revisões de MCP e MCA.

Ainda, considera-se relevante quantificar o impacto da sistemática de abastecimento de sobressalentes na execução das manutenções de motores, estejam elas a cargo dos Setores Operativo ou de Material. Este impacto está materializado, nesse trabalho, por meio do conceito de *maintenance downtime* (MDT), uma das variáveis para o cálculo da

---

50 Refere-se ao Novo Regime Fiscal e à possibilidade do Governo Federal propor, somente a partir de 2026, alteração ao método de correção de limites individualizados para as despesas primárias do Poder Executivo. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc95.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc95.htm)>. Acesso em: 14ago2018.

51 Termo criado pela Marinha do Brasil para fomentar a mentalidade marítima dos brasileiros. Representa aproximadamente 4,5 milhões de km<sup>2</sup> sendo equivalente em área à vasta região amazônica. Compreende a Zona Econômica Exclusiva e a extensão da Plataforma Continental. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/content/amazonia-azul>>. Acesso em: 14ago.2018.

disponibilidade operacional ( $A_0$ ).

Existe um risco inerente<sup>52</sup> ao processo atual de contratação de grandes revisões de motores pela MB que necessita ser reconhecido e mitigado. Esse risco refere-se à condição material do equipamento quando submetido à grande revisão.

Na MB, as manutenções de motores diesel muitas vezes têm ocorrido de forma reativa aproximando-se de uma manutenção corretiva não planejada. Por distanciar-se da lógica preventiva, não há garantia de que os conjuntos passivos elaborados pelo órgão de supervisão técnica serão capazes de atender a demanda de sobressalentes do meio naval. O módulo de projetos de sobressalentes do SINGRA, para ser efetivo, necessita que as grandes revisões de MCP e MCA, baseadas em horas de funcionamento, sejam executadas na época oportuna de maneira a mitigar o risco inerente à função logística suprimento, materializado na forma de demandas adicionais de itens e componentes não previstos no ano A-2.

A situação de parcela dos motores aplicados em meios navais da MB é incompatível, seja com o plano de manutenção emitido pelos fabricantes de motores, ou seja com o SMP emitido pelo Setor de Material<sup>53</sup>. O Apêndice B demonstra que 34% dos MCP e MCA que encontram-se instalados em meios navais na condição de eficiência "pronto" ou "pronto com restrição" possuem revisões intermediárias ou gerais vencidas.

Blanchard (2004, p.361) afirma que o suporte de sobressalentes é dinâmico e responsável por alterações durante o ciclo de operação do produto, razão pela qual é conveniente e oportuno estabelecer um modelo de gestão que possibilite tornar mais eficiente o abastecimento de sobressalentes em proveito das grandes revisões de MCP e MCA.

Neste capítulo serão analisadas, à luz das condições materiais atuais dos MCP e MCA empregados nos meios navais da MB, as alternativas levadas a cabo pelo Setor de Material e Operativo para contratar, junto a terceiros, no espaço temporal 2015 a 2018, as

---

52 Risco inerente é aquele em que a organização está exposta sem considerar quaisquer ações gerenciais que possam reduzir a probabilidade de sua ocorrência ou seu impacto. (BRASIL, 2016).

53 As rotinas de manutenção de motores emitidas pela DEN são eminentemente preventivas.

grandes revisões de MCP e MCA. Para tal serão identificadas e listadas as formas de contratação das grandes revisões pela MB.

Serão, ainda, identificadas as soluções adotadas pelas marinhas do Chile e da França com o objetivo de conhecer diferentes modelos de gestão da manutenção de motores. A escolha da marinha chilena é importante pois o modelo adotado é centralizado. A marinha francesa representa uma referência por contratar o fornecimento de sobressalentes no objeto dos contratos de terceirização da manutenção dos motores.

A análise é conduzida sob a ótica do grande cliente do SAbM, o Setor Operativo, a quem cabe a responsabilidade do preparo e emprego dos meios navais, cabendo a ele o esforço principal na missão da MB.

#### **4.1 – Contratos celebrados entre a MB e o fabricante MTU**

A predominância de motores diesel do fabricante MTU, que são maioria nos meios navais da MB<sup>54</sup>, motiva uma aproximação diferenciada a fim de identificar a consequência da questão orçamentária e da sobreutilização dos motores desse fabricante.

Em visita às instalações da empresa MTU, na cidade de São Paulo-SP, foi afirmado pelo Gerente de Controle da Qualidade que a característica de alta rotação dos motores MTU existentes na MB potencializam a ocorrência de desgastes mecânicos de itens e componentes, na ausência ou deficiência de lubrificação das partes fixas e móveis. Além disso, a relação entre peso e potência desses motores, que os faz *benchmark* da propulsão naval a diesel de navios militares, é derivada da tecnologia dos materiais e processos utilizados durante a fabricação. O alumínio, que muito contribui para o baixo peso desses motores em função da potência entregue, está presente em praticamente todos os motores do

---

<sup>54</sup> Segundo o último inventário de motores disponibilizado ao Autor pela Diretoria de Engenharia Naval, datado de 06 maio 2014, 49% dos MCP aplicados em meios navais da MB são fornecidos pelo fabricante MTU. Em se tratando de MCA esse percentual é um pouco menor: 41%.

fabricante MTU. Alguns modelos<sup>55</sup> possuem blocos confeccionados nesse tipo de material, enquanto que outros são confeccionados em ligas metálicas especiais em cuja composição encontra-se o alumínio em maior ou menor concentração.

Sendo o alumínio uma liga metálica extremamente vulnerável à corrosão, os motores MTU devem sofrer um efetivo controle da qualidade do líquido de arrefecimento utilizado no sistema de resfriamento, sob pena de apresentar elevados níveis de desgaste devido à corrosão que implicam em necessidade de recuperação e, no limite, à condenação prematura de grandes componentes.

Um efetivo acompanhamento e controle da qualidade de lubrificantes e aditivos de arrefecimento, ações de responsabilidade do 1º escalão de manutenção, são relevantes no caso em comento, manutenção de motores do fabricante MTU.

Além do exposto, é digno de nota que existem 88 motores MTU descontinuados<sup>56</sup> no inventário da MB impactando negativamente na cadeia logística, seja devido à dificuldade de obtenção de sobressalentes, ou seja na manutenção desses motores que carecem, cada vez mais, de mão de obra especializada.

Serão analisados, nos itens subsequentes, os contratos de terceirização existentes entre a MB e a MTU.

#### **4.1.1 – Contrato celebrado entre o AMRJ e a empresa MTU do Brasil**

Para mitigar a dificuldade do AMRJ em atender as grandes revisões de motores MTU, esta OMPS vem celebrando, desde a década de 1990, um Contrato de Longa Duração

---

55 Cita-se o 12V493AZ80, que equipa os Submarinos da Classe Tupi e o 16V652SB80, que equipa os Navios-Varredores da Classe Aratu.

56 O termo refere-se aos motores dos modelos 12V493AZ80, 16V652SB80, 16V956TB91 e 12V956TB61 que tiveram suas linhas de fabricação descontinuadas e deixaram de ocupar o portfólio da empresa para produtos novos na área de defesa naval. A MTU chama esses motores de clássicos. Disponível em: <<https://www.mtu-online.com/mtu/products/engine-program>>. Acesso em 28 Jul. de 2018.

(CLD) com a MTU Brasil para prestação de serviços<sup>57</sup>. O escopo desse contrato visa atender a demanda de manutenções preventivas planejadas, manutenções corretivas em regime de urgência e recuperação de componentes de diversos modelos de MCP e MCA do fabricante MTU. Atualmente encontra-se em vigor, com possibilidade de postergação até o ano de 2020, o contrato nº 41.000/2015-149/00, que refere-se a um Termo de Justificativa de Inexigibilidade de Licitação (TJIL) com amparo legal no art. 25, caput, da lei nº 8.666/93.

Na visita às instalações da empresa MTU foi constatada a existência de 9 motores de meios navais da MB com o serviço de manutenção parado e estimativa de prontificação indefinida em decorrência do não fornecimento, pela MB, de sobressalentes que são necessários para a conclusão do serviço.

Entende-se como incerteza a "incapacidade de saber com antecedência a real probabilidade ou impacto de eventos futuros"<sup>58</sup>.

Para o caso em análise, atinentes aos motores MTU encaminhados para manutenção nas instalações do fabricante em São Paulo, a incerteza é materializada na forma do surgimento de  $T_3$ , que é o tempo gasto pela atividade gerencial do abastecimento, decorrente da reorientação do processo para prover os sobressalentes demandados após a emissão do relatório técnico da empresa e o aval do fiscal do contrato; e  $T_4$ , o tempo de espera por sobressalentes após emitida a ordem de compra pelo SAbM. Ambos impactam no *maintenance downtime* (MDT). No contrato atual, onde os sobressalentes necessários para as revisões não estão contratados junto à empresa, esses tempos tendem a ser relevantes e impactam no cronograma de prontificação de meios navais em PM.

O QUADRO 1 representa uma amostragem de MDT no espaço temporal 2015-2018, onde 10 motores foram encaminhados para revisão nas instalações da MTU em São

---

57 No contrato atual foi incluído o fornecimento de sobressalentes por iniciativa da MTU como forma de dar saída a sobressalentes, disponíveis no estoque da empresa, de motores Mercedes Benz marinizados pela MTU em proveito de projetos da MB, como é caso do motor OM 447 LA que está aplicado como MCA nas classes de Navios-Patrolha Bracuí e Macaé.

58 inciso X, art.2º da Instrução Normativa Conjunta MP/CGU Nº 01, de 10 de maio de 2016.

Paulo.

Uma vez que existem motores que não tiveram grandes componentes condenados (N/S 5583434, 5583435, 5583436, 5583437) e mesmo assim possuem um MDT elevado devido à espera por sobressalentes, conclui-se que tal fato é consequência de fatores que, de maneira individualizada ou conjunta, reduzem a disponibilidade operacional dos motores. Tais fatores são: a inadequação do conjunto ativo ou passivo inserido no módulo de gerência de projetos de sobressalentes; atraso no processo de obtenção de itens pelo SAbM, normalmente motivada por indisponibilidade ou insuficiência de recursos orçamentários; e, até mesmo, descontinuidade e obsolescência de itens e componentes que implicam em demandas extraordinárias aos órgãos de supervisão técnica e obtenção do SAbM na busca por itens substitutos.

QUADRO 1  
*Maintenance downtime* (MDT) para 10 motores encaminhados para a MTU-SP (2015-2018)

Modelo	Nº de Série	5	10	15	20	25	30	(meses)	
16V396TB94	5592091	Motor comissionado e operacional							
16V396TB94	5592092	Motor comissionado e operacional							
12V396SE84	5583434	Esperando sobressalentes							
12V396SE84	5583435	Esperando sobressalentes							
12V396SE84	5583436	Esperando sobressalentes							
12V396SE84	5583437	Esperando sobressalentes							
12V956TB61	590609	Motor aguardando instalação a bordo							
12V493AZ80	8203472	Esperando sobressalentes							
12V493AZ80	8203473	Esperando sobressalentes							
6V396TC53	5551022	Esperando sobressalentes							

Fonte: Elaboração do Autor com base nos dados enviados pela MTU-SP. Referência: Julho/2018.

A conjuntura atual da manutenção de meios navais na MB e o estado material dos MCP e MCA do fabricante MTU traz, como consequência, um risco inerente que, para esse tipo de contrato de manutenção, é elevado na medida em que cabe, ao Setor Operativo, prover os sobressalentes necessários para a revisão. O elevado MDT durante a manutenção desses motores implica na baixa disponibilidade operacional dos meios navais onde seriam

aplicados. Como a MB, no cumprimento da missão constitucional, necessita manter-se pronta desde os tempos de paz, é necessário manter outros meios navais em operação, ainda que com o comprometimento de PM e de revisões gerais e intermediárias de MCP e MCA, realimentando a lógica perversa da sobreutilização de motores, que compromete o requisito de previsibilidade, fator crítico de sucesso da sistemática de abastecimento de sobressalentes para atender o PROGEM e revisões programadas de MCP e MCA.

#### **4.1.2 – Contrato celebrado entre a BNRJ e a matriz da MTU na Alemanha**

O Setor Operativo, como forma de reduzir a demanda reprimida de revisões de motores que acumulavam-se na oficina de motores do AMRJ e nas instalações da MTU em São Paulo (MTU-SP), estabeleceu um CLD entre a Base Naval do Rio de Janeiro (BNRJ) e a matriz da MTU na Alemanha (MTU-F). O contrato em vigor, de nº 91800/2015-029/00, refere-se também a um Termo de Justificativa de Inexigibilidade de Licitação (TJIL) com amparo no art. 25, caput, da lei nº 8.666/93.

O contrato com a MTU-F engloba apenas revisões gerais, do tipo W6, em motores dos modelos 16V956TB91, 12V956TB61, 12V493AZ80 e 16V652SB80 que estejam funcionando, ou seja, trata-se de uma revisão no sentido pleno da palavra, não sendo admitidos motores que sofreram avarias, desde leves a perdas catastróficas<sup>59</sup>. Neste contrato a retífica de componentes não incorrem em custos adicionais à MB.

Durante a vigência do contrato<sup>60</sup>, que tem prazo máximo até 2020, 7 motores da série 956 foram enviados para sofrerem revisão geral (W6) nas instalações da MTU-F. Para cálculo do *maintenance downtime* (MDT) e comparação com o tipo de contratação de serviços onde a MB deve ser a responsável pelo fornecimento dos sobressalentes, foi

---

<sup>59</sup> Dessa forma o mantenedor confere previsibilidade à cadeia de suprimentos e otimiza a linha de manutenção.

<sup>60</sup> O contrato foi assinado em 29 de outubro de 2015.

elaborado o QUADRO 2, que representa a decomposição de MDT nos tempos  $T_1$ , atinente aos serviços de manutenção propriamente ditos;  $T_2$ , referente à função logística transporte entre as cidades do Rio de Janeiro e Friedrichschafen, na Alemanha; e  $T_3$ , materializado no tempo administrativo necessário para a aprovação, pela MB, dos serviços adicionais de confecção de grandes componentes.  $T_4$  é nulo pois os sobressalentes são fornecidos pela MTU-F.

QUADRO 2  
Maintenance downtime (MDT) para 7 motores encaminhados para a MTU-F (2015-2018)

Modelo	Nº Série	5	10	15	20	25	30	(meses)
12V956TB61	590607	Motor aguardando comissionamento						
16V956TB91	5901101	Motor aguardando instalação a bordo						
16V956TB91	5901102	Motor aguardando instalação a bordo						
16V956TB91	5901215	Motor aguardando comissionamento						
16V956TB91	5900657	Motor aguardando comissionamento						
12V956TB61	590605	Aguardando autorização						
12V956TB61	590606	Aguardando autorização						

Fonte: Elaboração do Autor com base nos dados enviados pelo Fiscal do Contrato. Referência: Julho/2018.

Da forma de contratação em lide ressaltam-se aspectos de ordem operacional, administrativo e de custos de contratação.

Operacionalmente, esse tipo de contrato, em que os sobressalentes são fornecidos pela empresa contratada para a execução dos serviços, demonstra a opção do Setor Operativo em transferir o risco, representado pela demanda adicional de sobressalentes necessários às grandes revisões de motores, ao mantenedor. Nesse sentido, a MB atua de acordo com a gestão de riscos no âmbito do governo federal uma vez que a conjuntura atual de manutenção dos meios navais na MB não possibilita a eliminação do risco de falta de sobressalentes durante as grandes revisões. A necessidade de retífica ou confecção de grandes componentes representa o risco residual e não impacta na comparação com o contrato anterior, uma vez que esses grandes componentes somente podem ser retificados ou confeccionados nas instalações da matriz na Alemanha (MTU-F).

Administrativamente não há impedimento de ordem legal para que este tipo de

contrato, serviços com fornecimento de sobressalentes, seja estabelecido, uma vez que houve aprovação pela Consultoria Jurídica da União em atendimento ao art. 38 da lei nº 8.666/93. O fato de reduzir o número de itens que requerem ações gerenciais e técnicas do SAbM representa uma vantagem, visto que os atuais conjuntos ativos de sobressalentes para revisões gerais compreenderem cerca de 1.000 itens<sup>61</sup>.

Quanto ao custo, é relevante destacar que o valor dos sobressalentes compõe, em média, 63,2% do custo global das revisões para os motores contratados. Sobre esse valor do contrato devem ser acrescentados, quando houver, custos adicionais referentes à confecção de grandes componentes. Convém ressaltar que a MTU possui uma *price list* que apresenta, para sobressalentes e serviços, valores praticados pela empresa a nível mundial. Precificado em Euro, esse contrato apresenta o fator cambial como risco inerente. Cita-se que, na assinatura do contrato, em 29 de outubro de 2015, o Euro apresentava uma valorização de 4,31 em relação ao Real. Em 31 de julho de 2018 a cotação de €1,00 correspondia a R\$ 4,39<sup>62</sup>.

É relevante ressaltar, no entanto, que existem outros custos a serem levados em consideração na análise desse contrato. Uma vez que o nosso referencial teórico baseia-se na disponibilidade operacional, onde o MDT exerce fator preponderante no cálculo, será necessário analisar o custo de indisponibilidade de um meio naval com o propósito de quantificar o custo do atraso na execução das revisões de MCP e MCA quando estas constituírem-se como caminho crítico para a conclusão dos PM. Para efeito de melhor avaliar o tema, o QUADRO 3 apresenta uma aproximação ao custeio do ciclo de vida mensal para algumas classes de navios que encontram-se em PM, referenciados ao mês de julho de 2018. Por simplicidade, somente foram elencados valores atinentes ao pagamento de pessoal e municiação.

---

61 Tomamos como referência a revisão W6 do modelo de motor 12V493AZ80. Consulta efetuada no SINGRA pela Divisão de Apoio Logístico Integrado da DAbM, em 20jul2018, sobre a situação dos projetos de abastecimento nº 14206, 14366, 14367 e 14852.

62 Disponível em: <<https://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>>. Acesso em 31jul2018.

QUADRO 3  
Aproximação ao custeio do ciclo de vida para meios navais em PM – Julho/2018

Meio Naval	Pagamento de pessoal <sub>1</sub> (R\$)	Alimentação <sub>2</sub> R(\$)	Total R(\$)
F Defensora	1.481.778,33	63.594,00	1.545.372,33
Sb Tamoio	509.147,85	23.868,00	533.015,85
NV Aratu	253.036,55	9.243,00	262.279,55
NPa Guajará	188.962,44	8.091,00	197.053,44

Observações:

- 1) valores brutos tendo como referência parcelas compulsórias da folha de pagamento; e
- 2) despesa autorizada com etapa comum de alimentação.

Fonte: dados recebidos dos meios navais e da Pagadoria de Pessoal da Marinha.

Percebe-se, do QUADRO 3, que o custo de oportunidade entre contratar a revisão de motores MTU, com ou sem o fornecimento de sobressalentes, é representativo sempre que houver atraso na prontificação de um meio naval decorrente de uma grande revisão de MCP ou MCA.

#### 4.1.3 – Comparação entre os contratos: MTU-SP e MTU-F.

Muito embora ambos os contratos (MTU-SP e MTU-F) tenham o mesmo fundamento legal, apresentam diferença de objeto de contratação relevantes. No contrato nacional os sobressalentes são fornecidos pela MB, enquanto que no contrato internacional a MTU-F fornece todos os sobressalentes<sup>63</sup>.

Conforme observação dos QUADROS 1 e 2, é necessário admitir que o contrato com a MTU-F apresenta maior eficácia uma vez que 71,4% dos motores encaminhados encontram-se prontos. Esse percentual é menor para os contratos com a MTU-SP, onde 30% dos motores foram prontificados.

Para cálculo e comparação do *maintenance downtime* (MDT) será utilizado o modelo de motor 12V956TB61, único modelo que foi revisado e entregue sob o objeto previsto em ambos os contratos.

<sup>63</sup> O valor da revisão geral inclui todos os sobressalentes, à exceção dos grandes componentes (bloco, cárter e eixo de manivelas) que, se condenados pela empresa, deverão ser indenizados pela MB.

No contrato com a MTU-SP, o MDT observado para prontificação do motor N/S 590609 foi de 20 meses. No contrato com a MTU-F, o MDT observado para a prontificação do motor N/S 590607 foi de 17 meses.

Para comparação do MDT decorrentes das duas formas de contratação serão verificados os tempos que decorrem da função logística manutenção propriamente dita ( $T_1$ ), daqueles obtidos em função do transporte dos motores para a oficina do fabricante ( $T_2$ ), do tempo morto representado por aspectos administrativos ( $T_3$ ) e, finalmente, o tempo de espera pelo sobressalente ( $T_4$ ). Quanto menor o somatório desses tempos, menor o MDT e maior a disponibilidade operacional.

Quanto à  $T_1$ , para motores que cheguem nas instalações do fabricante, seja em São Paulo ou em Friedrichschafen, sem necessidade de confecção<sup>64</sup> ou retífica em grandes componentes,  $T_1$  é o mesmo para ambos os contratos, uma vez que a MTU-SP acompanha os padrões de qualidade nos serviços de manutenção estabelecidos pela sede na Alemanha<sup>65</sup>. Merece destaque que para o contrato com a MTU-F não há comprometimento de  $T_1$  em caso de retífica de grandes componentes. Para o contrato com a MTU-SP esse comprometimento surge como  $T_2$ ,  $T_3$  e  $T_4$ , haja vista a necessidade de enviá-los para as instalações da MTU na Alemanha<sup>66</sup>.

No que tange à  $T_2$ , que representa o tempo necessário para o transporte do motor até a oficina, é evidente que o contrato com a MTU-SP é mais célere. Para aqueles motores encaminhados para a MTU-F, segundo informações do Fiscal do Contrato, o tempo médio é de 4 meses, admitindo-se  $T_2$  como o tempo necessário também para a embalagem do motor,

---

64 Havendo necessidade de confeccionar grandes componentes, o acréscimo de MDT para ambos os contratos é significativo. Conforme consta no contrato nº 91800/2015-029/00, celebrado entre a BNRJ e a MTU-F, são necessários de 450 a 550 dias para confecção de um novo bloco de motor, e 550 a 720 dias para confecção de um novo eixo de manivelas. Tal variação é decorrente do modelo de motor abrangido pelo contrato.

65 Informação transmitida ao Autor pelo Gerente de Qualidade da MTU-SP durante visita às instalações daquela empresa em 24 jun. 2018.

66 Somente a matriz da MTU na Alemanha é capacitada a conduzir processos mecânicos de alta complexidade em blocos de motores e eixos de manivelas. De acordo com o Gerente de Qualidade da empresa em São Paulo não existe demanda, no Brasil, que justifique a transferência de tecnologia da matriz para a MTU-SP.

desembaraço alfandegário e transporte marítimo até a Alemanha.

$T_3$  é o tempo morto logístico e representa o prazo necessário para o trâmite administrativo referente à aprovação de novas compras ou aprovação de serviços pela MB. Desde que o contrato com a MTU-F possui, em seu escopo, o fornecimento de todos os sobressalentes,  $T_3$  tende a ser menor pois somente será contabilizado se houver necessidade de confecção de grandes componentes pela empresa. No contrato com a MTU-SP, para cada demanda adicional de serviços não contida no escopo, como é o caso da retífica em itens e componentes, faz-se necessária uma aprovação prévia da MB. O contrato com a MTU-F possui menor tempo morto logístico.

No que tange ao fornecimento de sobressalentes, que implica em  $T_4$ , o tempo deve ser desconsiderado na hipótese da manutenção ocorrer sob o escopo do contrato com a MTU-F. No caso de contratação da manutenção junto à MTU-SP, esse tempo impacta negativamente no cômputo de MDT em virtude da obrigatoriedade da MB fornecer os itens necessários para as grandes revisões.

Com o propósito de reduzir o tempo de espera por sobressalentes ( $T_4$ ) e otimizar esse processo, a MTU estabeleceu, na cidade do Rio de Janeiro-RJ, no interior da Base de Abastecimento da Marinha, um Depósito Especial (DE-MTU) com dotação de sobressalentes definida pela MB. Segundo Lima (2018), essa instalação de armazenagem implica um novo fluxo logístico e dinâmica contratual com a empresa resultando em redução de custos logísticos para a MB e menor prazo de atendimento. Está claro que o DE-MTU irá contribuir para otimizar as grandes revisões de motores, mas permanecerá a necessidade de obter autorização da MB sempre que for necessário o fornecimento de itens não previstos no conjunto de sobressalentes entregues pelo Setor Operativo.

Estabelecendo a disponibilidade operacional como parâmetro de comparação entre as duas formas de contrato estabelecidas com o fabricante MTU, e levando-se em

consideração que somente motores da série 956 foram encaminhados para a Alemanha, conclui-se que o tipo de contrato efetivado com a MTU-F apresenta um menor MDT e, conseqüentemente, favorece a disponibilidade operacional desses motores.

Para o caso concreto analisado, revisão geral em motores MTU 12V956TB61, observou-se que o MDT para a manutenção executada na MTU-F é 85% daquele encontrado para o mesmo modelo de motor com a manutenção executada nas instalações do fabricante MTU em São Paulo.

Na hipótese de ser estabelecido, junto à MTU-SP, o mesmo objeto de contratação com a MTU-F, qual seja a execução dos serviços com o fornecimento dos sobressalentes, poderíamos projetar um MDT com base no mesmo parâmetro encontrado na MTU-F. Para tal seria necessário deduzir do MDT da MTU-F o tempo de transporte do motor até a Alemanha ( $T_2$ ), que seria inexistente. Nessas condições, e sem a necessidade de confecção ou retífica de grandes componentes, acredita-se que o MDT da MTU-SP para revisão geral em motor do modelo 12V956TB61 possa ser reduzido para 13 meses, quando atualmente é de 20 meses.

As evidências apontam na direção de que a contratação da MTU-SP, sob o mesmo objeto do contrato com a MTU-F, será mais vantajoso para a MB ao possibilitar um menor MDT e maior disponibilidade operacional dos motores.

Permanece a incerteza quanto à necessidade de confecção de grandes componentes. Tal situação decorre, principalmente, das condições de sobreutilização<sup>67</sup> a que esses motores estão sujeitos sem o adequado acompanhamento preditivo e detectivo, com ênfase na performance do motor e na utilização inadequada, ou não utilização, do aditivo inibidor de corrosão do sistema de arrefecimento. Havendo necessidade de confecção de grandes componentes ocorrerá elevação do MDT da MTU-SP e custos adicionais<sup>68</sup>.

---

67 Existem 8 motores MTU956TB91 que encontram-se com mais de 20.000 horas de funcionamento após a última revisão, quando o SMP indica um intervalo entre grandes revisões de 9.000 horas.

68 Novos blocos e eixos de manivelas para esses motores, compreendendo um valor adicional de € 405.446,00 por motor, ou R\$ 1.779.908,00, pela taxa de conversão do Banco Central de 31jul2018.

## 4.2 – Contratos celebrados entre a MB e outras empresas

Todos os fatores contribuintes para o quadro atual de manutenção de MCP e MCA do fabricante MTU também estão presentes nos motores de outros fabricantes. Por constituírem-se, em sua maioria, de motores com características construtivas mais robustas, com maiores tolerâncias de limites dimensionais, e possuírem rotações mais baixas que as dos motores do fabricante MTU, esses MCP e MCA apresentam menor desgaste mecânico de componentes.

Existe um significativo comércio de sobressalentes e serviços atrelados à manutenção de motores marítimos e marinizados, especialmente aqueles com origem na indústria nacional e que não sejam do fabricante MTU. Representantes dos principais fabricantes de motores diesel estão presentes no país, além de empresas médias e de pequeno porte que, apesar de não representarem os fabricantes, apresentam-se capacitadas a executar grandes revisões em motores diesel marítimos e marinizados. Tais empresas, com atuação nos setores de transporte (modal marítimo, ferroviário e automotivo), *offshore*, óleo e gás e geração de energia competem entre si nos processos licitatórios para obtenção de contratos de manutenção com a MB. Tal fato favorece o suporte logístico desses motores, especialmente daqueles aplicados em meios navais<sup>69</sup> cuja sede encontra-se distante do eixo Rio de Janeiro e São Paulo.

Merece destaque que não existe imposição legal para que a MB fidelize a manutenção desses MCP e MCA junto aos respectivos fabricantes, muito embora esta possibilidade agregue confiabilidade ao processo. Na hipótese de preferir contratar o fabricante, ou empresa por ele credenciada, é possível estabelecer a inexigibilidade de licitação pautada no caput do art.25 da lei 8.666/93. Aqui não há diferenças legais com os contratos estabelecidos entre a MB e a MTU. Ocorre que não existe uma padronização que

---

<sup>69</sup> Refere-se a meios navais distritais, cuja presença em diferentes locais do país requer flexibilidade logística.

orientar as Bases e Estações Navais quanto à necessidade de se contratar o fabricante, ou seu representante. Da análise de 13 contratos de manutenção ocorridos no espaço temporal de 2015 a 2018, foram observados apenas 2<sup>70</sup> contratos de serviços com fornecimento de sobressalentes a cargo do mantenedor com amparo no art.25 da lei 8.666/93 que refere-se à inexigibilidade de licitação. Existe predominância de licitações na modalidade Pregão Eletrônico, do tipo menor preço global, para motores que não sejam do fabricante MTU.

No que se refere aos sobressalentes encontra-se instalada no país uma indústria de autopeças consistente, caracterizando um ambiente competitivo salutar, onde a administração pode auferir vantagem no processo de obtenção de sobressalentes junto a terceiros, especialmente se os sobressalentes forem produzidos no país, tendo em vista a não incidência de tributos de importação. Porém, a forte competitividade nesse segmento de sobressalentes, e a condução do processo licitatório do tipo "menor preço" ofertado, seja ele unitário ou global, implica na necessidade de que seja estabelecido, pelo edital de convocação, exigências quanto à qualidade dos itens e componentes a serem adquiridos. Sobressalentes adquiridos pela MB no mercado nacional têm sido reprovados em inspeções mais detalhadas pelos mantenedores, incorrendo em novos processos de obtenção ou, no limite, na aplicação do item com a perda de garantia do serviço. Para as aquisições no exterior o risco é o mesmo. Devido à cláusulas de garantias estabelecidas no contexto de manutenções de motores contratadas junto a terceiros, com o fornecimento de sobressalentes a cargo do Setor Operativo, tem sido frequente a demanda do contratado pela rastreabilidade do item entregue pela MB. Ocorre que a sistemática atual não prevê essa possibilidade cabendo o ônus do custo de transação<sup>71</sup> à comissão fiscalizadora do contrato que, muitas vezes, limita-se a conduzir inspeções visuais e dimensionais que não garantem a qualidade do item. No entanto, itens como injetores e

---

70 São eles: inspeção do cilindro nº 1 do MCP BE do NPa "Bracuí", terceirizado pela Base Naval de Val de Cães (BNVC); e a manutenção nos MCP do NApOc "Ary Rongel", terceirizado pelo AMRJ.

71 Aqui se refere ao processo de negociação com o fornecedor sobre a aplicabilidade do sobressalente ao motor.

pulverizadores de combustível, retentores e selos de bombas, assim como anéis de segmento e conjuntos de vedação e fixação tornam-se críticos quando montados. Se forem de qualidade inferior comprometem a performance do motor e, no limite, podem causar avarias ao equipamento.

Considera-se relevante analisar, empiricamente, como tem sido a solução adotada pelo Setor Operativo para conduzir as grandes revisões de MCP e MCA de outros fabricantes, que não a MTU. Para tal foram encaminhadas planilhas para preenchimento pelos Comandos de Força de meios navais cujo propósito é o de quantificar a disponibilidade operacional dos meios navais subordinados e compará-los com o tipo de contratação efetuado. Ademais foram obtidas, junto às Bases e Estações Navais, cópia de contratos de manutenção de motores celebrados no período de 2015 a 2018.

#### **4.2.1 – Contratos de natureza de serviços com fornecimento de sobressalentes**

Para motores que não sejam do fabricante MTU, e tendo em vista a ineficiência do abastecimento de sobressalentes para o PROGEM, o Setor Operativo e o Setor de Material têm estabelecido como objeto dos processos licitatórios a contratação dos serviços, atinentes ao reparo, revisões gerais ou intermediárias de MCP e MCA de diversos fabricantes, com a possibilidade do fornecimento de sobressalentes por parte do mantenedor.

Com base numa aproximação ao conceito de disponibilidade operacional exposto por Blanchard, procurou-se quantificar o *maintenance downtime* (MDT) obtido por essa modalidade de contratação.

Do QUADRO 4 merecem destaque aspectos de ordem operacional, administrativa e de custo.

QUADRO 4  
*Maintenance downtime* (MDT) para 8 motores cuja contratação de serviços deu-se com o fornecimento de sobressalentes pelo mantenedor.

MODELO	Nº Série	5	10	15	20	25	30	(meses)
MWM 229-3	40125102							
MWM 229-3	40125202							
MWM D-232	12.01595							
MWM D-232	12.01578							
Ruston6RKC	IH 9557							
Ruston6RKC	IH 9558							
Volvo D-49A	12350							
Volvo D-49A	12351							

Fonte: Elaboração do Autor com base nos dados encaminhados pelos Comandos de Força. Ref: Julho/2018.

Operacionalmente existem dois fatores que devem ser levados em consideração na escolha do tipo de contratação de uma revisão de MCP e MCA, seja ela por inexigibilidade de licitação ou por meio de processo licitatório: a complexidade do serviço e a procedência do sobressalente.

Quanto à complexidade dos serviços, faz-se necessário admitir que existe uma relação direta entre a potência do equipamento e a manutenibilidade<sup>72</sup> dele. Quanto menor a potência do motor, menor será seu volume e o peso específico dos sobressalentes e, logo, mais fácil será o manuseio desse equipamento. Nesse contexto, a amostra representa motores aplicados como MCA de meios navais de 3ª e 4ª classe com potências inferiores a 400 BHP, e motores aplicados como MCP de meios navais de 3ª classe com 1.520BHP. Quanto ao escopo dos serviços a serem executados, constam do plano de manutenção do fabricante do motor e do SisSMP e, embora não sejam customizados, a eles podem ser agregados serviços complementares se a condição do motor assim o indicar.

Nesse caso, os contratos atinentes às revisões dispostas no QUADRO 4 são heterogêneos, restringindo nossa análise aos tempos  $T_1$  e  $T_2$  da aproximação proposta à fórmula de Blanchard.

<sup>72</sup> O arranjo da instalação de máquinas e do navio como um todo também interferem na manutenibilidade de um motor, especialmente se é necessário retirá-lo de bordo para executar rotinas de manutenção complexas.

Quanto aos sobressalentes, situações distintas podem ocorrer. Na eventualidade do motor possuir aplicação dual e ter sido fabricado, no todo ou em parte, no país terá assegurada uma cadeia de suprimento de sobressalentes assim como uma rede de oficinas capacitadas a conduzir desde simples rotinas de manutenção até grandes revisões. Esta é, particularmente, a situação dos motores do fabricante MWM. Porém, essa ampla presença e facilidade de manutenção incorre num risco ao SAbM, conforme já elencado, de adquirir sobressalentes de má qualidade.

Os motores do fabricante Ruston, apesar de possuírem aplicação dual como motores de locomotivas e grupos motores para geração de energia, não estão difundidos no mercado nacional. A fábrica desses motores localizava-se no Reino Unido e, após ser adquirida pela MAN Diesel, teve suas atividades encerradas. Na MB, estão disponíveis 18 unidades da série 6RK sendo 14 aplicados como MCP (NPa Classe "Bracuí" e NHo Classe "Taurus") e 4 aplicados como MCA no NDCC "Alte Sabóia". Isto posto, advém daí a dificuldade de encontrar mão de obra qualificada e sobressalentes originais.

Em ambos os casos evidenciados acima, a modalidade de contratação de serviço com fornecimento de sobressalente busca mitigar o risco de adquirir sobressalentes que não sejam originais e estejam fora das especificações.

Administrativamente não foram elencados tempos ( $T_3$ ) que comprometessem significativamente a disponibilidade operacional desses motores.

É relevante destacar a diferença no MDT desses motores quando comparados com aqueles equipamentos de maior complexidade e potência aplicados em meios navais de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> classes. Intuitivamente acredita-se que este seja um fator contribuinte para a maior disponibilidade de meios distritais da MB, quando comparados aos meios subordinados ao Comando-em-Chefe da Esquadra<sup>73</sup>. Destaca-se a inexistência ou a baixa representatividade de

---

73 Conforme quadro comparativo apresentado pelo Comandante de Operações Navais em palestra para o C-PEM no dia 11 de julho de 2018.

T<sub>4</sub>, tempo de espera por sobressalentes, em virtude do fornecimento dos mesmos pelo mantenedor em atendimento ao objeto da contratação.

#### 4.2.2 – Contratos de natureza de serviços com aquisição de sobressalentes no exterior

A sistemática atual de abastecimento de sobressalentes para atender o PROGEM e revisões programadas de motores está fundamentada na previsibilidade e disponibilidade de recursos orçamentários. Para efeito de planejamento será efetiva se o meio naval inserir suas demandas no SINGRA, se não houver conflitos de catalogação nem descontinuidade de sobressalentes mas, acima de tudo, depende de recursos orçamentários para que efetivamente o PM aconteça e que o órgão de obtenção possa proceder à aquisição dos sobressalentes.

Devido às restrições orçamentárias, têm sido usual as alterações ao PROGEM o que impacta na eficiência<sup>74</sup> da sistemática de abastecimento de sobressalentes. O processo de obtenção de sobressalentes via Comissões Navais no Exterior (CNE), uma das possibilidades da sistemática atual, é eficiente e eficaz. Normatizado na publicação SGM-201, cada vez mais tem sido utilizado pelo Setor Operativo devido à necessidade de conduzir manutenções corretivas não planejadas e adquirir itens e componentes para uma revisão não prevista.

QUADRO 5  
*Maintenance downtime* (MDT) para 4 motores cuja contratação deu-se com aquisição específica de sobressalentes no exterior pelo Setor Operativo

MODELO	Nº Série	5	10	15	20	25	30	(meses)
Ruston 6RKCM	IH 9557							
Ruston 6RKCM	IH 9635							
Ruston 6RKCM	IH 9636							
Wartsila 12SW280	...							

Fonte: Elaboração do Autor com base nos dados encaminhados pelos Comandos de Força. Ref: julho/2018.

O QUADRO 5 representa, no espaço temporal 2015-2018, MCP e MCA que sofreram grandes revisões, ou foram reparados, utilizando-se de solicitação ao exterior (SE)

74 Refere-se aos projetos de abastecimento que são postergados ou cancelados, não entrando em execução.

efetuada diretamente pelo Setor Operativo junto ao SAbM, sem a utilização da sistemática de abastecimento de sobressalentes em proveito do PROGEM.

Pela diversidade de fabricantes e modelos de motores, e escopo de revisões, não é possível comparar o tempo efetivo de manutenção ( $T_1$ ), entre os modelos de motores pesquisados.

Observa-se uma prevalência desse tipo de contratação pelo Setor Operativo quando os modelos de motores possuem baixa representatividade no mercado nacional. Nesse contexto, deve-se admitir que algumas condições devem estar presentes para reduzir o MDT.

Disponibilidade de tempo para operacionalizar a obtenção junto às CNE, e recursos orçamentários são condições necessárias para esse tipo de contratação. Uma vez que os sobressalentes serão providos pelo Setor Operativo, deve-se harmonizar a condução do processo licitatório com o processo de obtenção dos sobressalentes pelo órgão de obtenção no exterior.

Não havendo dificuldades na identificação dos sobressalentes, a aquisição via CNE leva no máximo cerca de 6 meses para ser concretizada, tempo esse computado desde a inserção dos dados no sistema até a efetiva ordem de compra encaminhada pela CNE. A esse tempo, o qual denomina-se  $T_3$  na aproximação ao proposto por Blanchard, devem ser acrescidos o tempo necessário ao transporte marítimo e desembaraço alfandegário que, para sobressalentes de motores, não costuma exceder o prazo máximo de 2 meses.

No que se refere à cadeia de suprimentos, o SAbM otimizou o processo de obtenção de sobressalentes de MCP e MCA no exterior a partir da celebração de um Contrato de Longa Duração entre a MAN Diesel UK e a Diretoria de Abastecimento da Marinha, em 2015. Esse contrato abrange 16 classes de navios e um inventário de 13 modelos de motores. Ações desse tipo, se englobarem demais fabricantes de motores, contribuirão para a redução de  $T_3$ , uma vez que na própria SE a OM solicitante já insere o contrato como referência,

simplificando o processo de obtenção.

#### **4.2.3 – Comparação entre contratos: serviços e sobressalentes ou aquisição no exterior**

Da análise dos contratos, das planilhas encaminhadas pelos Comandos de Força e por meio de questionamentos junto às seções de logísticas, identificamos duas razões que permeiam a decisão entre efetuar a contratação com o fornecimento de sobressalentes, ou proceder a aquisição específica dos mesmos junto aos órgãos de obtenção no exterior do SABM: custo de aquisição, disponibilidade e garantia da qualidade do sobressalente.

Com relação ao custo, a aquisição direta de sobressalentes via CNE será sempre menos onerosa pois não incidem, sobre a mesma, tributos de importação.

A disponibilidade e a qualidade do item está relacionada com dois fatores: a procedência e difusão do modelo do motor no mercado nacional, e a descontinuidade do mesmo.

Quanto à procedência e diversidade dos modelos de motores, deve ser levado em consideração não só a origem como a existência de representantes do fabricante no país<sup>75</sup>. Basicamente esse tema refere-se ao posicionamento do produto no mercado nacional, que confere uma maior ou menor abrangência do serviço de pós-venda, aí relacionados a cadeia de suprimento de sobressalentes e a assistência técnica para serviços. Na MB, embora não seja do escopo deste trabalho, aspectos relacionados com as compras de meios navais por oportunidade trazem um complicador para essa dinâmica, uma vez que o apoio logístico integrado não foi desenvolvido na fase de concepção do projeto. Assim, tendo em vista a diversidade de meios navais existentes no inventário da Força, não há como estabelecer um padrão para esse tipo de contratação, devendo a análise pautar-se no fabricante e modelo do

---

<sup>75</sup> A associação brasileira da indústria de máquinas e equipamentos (ABIMAQ) é a instituição, no país, que controla e emite atestados de exclusividade e de inexistência de similar nacional para motores diesel.

motor.

Empiricamente observou-se baixa disponibilidade operacional de motores do fabricante Ruston, modelo 6RKCM, cujas grandes revisões foram conduzidas sob o escopo do fornecimento de sobressalentes pelo mantenedor. Para manutenções executadas com sobressalentes adquiridos no exterior, via aquisição específica pelo ComImSup, tal fato não ocorreu.

### **4.3 – Diferentes modalidades de contratação de grandes revisões de motores**

No presente trabalho deparou-se com diversas formas de contratação e abordagens diferentes de um problema que é comum a todas as marinhas, a execução de grandes revisões em MCP e MCA aplicados em meios navais. O objetivo de conhecer como esse problema é gerenciado em outros países pode sinalizar um *benchamrk* que, se adaptado para a conjuntura da MB, dentro das limitações internas impostas pela lei 8.666/93, pode agregar valor à gestão da manutenção dos MCP e MCA da MB, em especial no que tange à sistemática de obtenção de sobressalentes.

#### **4.3.1 – Manutenção de motores diesel nas marinhas do Chile e França.**

Na Armada do Chile não existe uma padronização sobre as formas de contratação de grandes revisões de motores diesel. As revisões de MCP e MCA são tratadas de maneira individual, na forma de projetos, cabendo à *Dirección de Ingeniería de Sistemas Navales* (DIRISNAV) a gerência e o controle de todas as manutenções preventivas de motores de meios navais. Uma vez identificada a necessidade, é esse setor que vai direcionar a forma de contratação, se junto ao fabricante, à uma empresa terceirizada ou se o *Astillero de Marina*

(ASMAR) vai conduzir a revisão<sup>76</sup>.

Quanto aos sobressalentes, os aspectos administrativos são similares aos nossos devendo sofrer apreciação de um órgão de controle externo antes de dar início ao processo licitatório, também obrigatório para a Armada do Chile. Os sobressalentes normalmente são adquiridos pelo próprio ASMAR, mas existem casos em que a própria DIRISNAV efetua a aquisição com o propósito de reduzir o custo das revisões e evitar a dependência da cadeia de suprimentos de um único fabricante ou representante. A maioria dos motores da Armada do Chile é do fabricante Caterpillar e, segundo informações prestadas pelo *Jefe División Diesel y Encargado del Plan Diesel de la Armada*, não são encontradas dificuldades no que tange ao abastecimento de sobressalentes para motores desse fabricante.

Embora não estejam disponíveis dados empíricos que possibilitem o cálculo do *maintenance downtime* (MDT), a demanda de sobressalentes não previstos é tida como extraordinária pela DIRISNAV. Nesse contexto, pode-se inferir que o processo chileno não possui os mesmos óbices presentes na MB, sendo razoável supor que motores daquela marinha possuam uma disponibilidade operacional maior do que a da MB.

A capacitação operacional do ASMAR e o controle centralizado da manutenção preventiva dos motores diesel pela DIRISNAV são os fatores críticos de sucesso do modelo de gestão chileno. Não foram relatados problemas de manutenção atinentes a motores do fabricante MTU, visto que a própria Armada do Chile conduz as mesmas pelo ASMAR<sup>77</sup>.

O controle externo da performance do motor pela autoridade técnica agrega melhor previsibilidade das demandas de sobressalentes por ocasião das grandes revisões de MCP e MCA. Nesse contexto, mitiga o risco de agregar tempo de espera por sobressalentes durante as revisões ( $T_4$ ) e, conseqüentemente, aumentar o MDT. Embora não haja rigidez na

---

76 O ASMAR está capacitado a efetuar grandes revisões de motores do fabricante MTU. Motores da série 2000 efetuam as manutenções no ASMAR de Valparaíso enquanto que os motores da série 396 e 493, aplicados em submarinos, são mantidos pelo ASMAR de Talcahuano.

77 A MTU não comercializa sobressalentes para terceiros, restringindo suas vendas aos operadores dos produtos. Embora o ASMAR tenha capacidade de conduzir manutenções em motores MTU, persiste a dependência da Armada do Chile quanto à aquisição de sobressalentes junto à empresa.

sistemática de obtenção de sobressalentes, similar ao caso brasileiro, o Setor Operativo não possui papel de protagonista nesse processo, uma vez que as aquisições são realizadas diretamente pelo órgão reparador, no caso o ASMAR, ou pela própria DIRISNAV, reduzindo a carga administrativa do meio naval.

Na Marinha Nacional Francesa (MNF) existe um setor que centraliza toda a função logística manutenção dos meios navais, o Serviço de Apoio à Frota (SSF) que conta com o Serviço Logístico da Marinha (SLF) como órgão subordinado e dedicado ao abastecimento de sobressalentes críticos e eventuais. A teoria da gestão do ciclo de vida e o apoio logístico integrado é seguido pela MNF ainda na fase de concepção do projeto e em consonância, para os meios mais complexos, com os fabricantes dos equipamentos que, por meio de contratos de longa duração, se encarregam das manutenções de todos os equipamentos durante todo o ciclo de vida do meio naval. Digno de nota que eventuais restrições orçamentárias impostas à MNF refletem diretamente na disponibilidade dos meios navais e impactam nas demandas operacionais. Existe uma solução de compromisso, já comprovadamente eficiente no modelo francês<sup>78</sup>, em que a disponibilidade de meios é função da disponibilidade orçamentária. Cabe ressaltar a abrangência e amplitude da Base Industrial de Defesa francesa que conta, ainda, com os benefícios advindos da participação do país na União Europeia potencializando mercados e agregando economia de escala à mesma.

Por entender que a estrutura francesa difere consideravelmente da estrutura da MB, não é possível estabelecer parâmetros de comparação, mas a independência quanto a fornecedores externos e a adoção do Apoio Logístico Integrado junto a uma BID robusta implica em elencar esses como os fatores críticos de sucesso da manutenção dos meios navais da MNF.

---

78 Não há registro recente de atrasos na execução de PM de "navios de linha", que em geral duram 6 meses para Fragatas e 18 meses para Navios-Aeródromos.

#### 4.3.2 – Contratos de manutenção de motores de meios aeronavais

As exigências de segurança na aviação incentivaram, desde o início, a introdução de práticas inovadoras na área da manutenção. A competitividade no mercado aeronáutico, e a necessidade de otimizar os custos envolvidos com a manutenção das aeronaves, sem comprometer as rígidas regras de segurança da aviação, motivaram a evolução das técnicas de manutenção nesse segmento. No Brasil foi a indústria aeronáutica que possibilitou a implantação, na década de 1990, da manutenção centrada na confiabilidade (MCC)<sup>79</sup>. A partir desse desenvolvimento ocorreu o transbordamento para outras áreas da engenharia, onde o paradigma da otimização dos custos sem comprometer a segurança do equipamento ou sistema permanece presente. Face ao exposto, considera-se relevante conhecer como a área de aviação na MB efetua a governança da função logística manutenção dos meios aeronavais buscando identificar boas práticas que possam ser aplicadas nos meios navais, em especial nas grandes revisões de MCP e MCA, objeto central do trabalho.

Na MB, todos os meios aeronavais encontram-se sob jurisdição técnica da Diretoria de Aeronáutica da Marinha, órgão subordinado ao Setor de Material e responsável por normatizar as diretrizes relacionadas com a manutenção das aeronaves. O apoio logístico fixo é proporcionado pela Base Aeronaval de São Pedro da Aldeia (BAeNSPA), Organização Militar Prestadora de Serviço (OMPS) responsável pela função logística manutenção, e pelo Centro de Intendência da Marinha em São Pedro da Aldeia (CeIMSPA), responsável pelo abastecimento de suprimentos especiais de aviação. Convivendo com a mesma conjuntura observada pelos meios navais, a questão da disponibilidade dos sobressalentes durante uma revisão também é relevante e, por vezes, determinante para a prontificação de um motor de aeronave. Para fazer frente a esses desafios, a BAeNSPA possui contratos de manutenção com fabricantes de motores, ou seus representantes exclusivos, fundamentados no art.25 do

---

79 Kardec e Nascif (2017, p.4).

Estatuto de Contratos e Licitações (lei 8.666/93). Nesses contratos estão incluídos o fornecimento de sobressalentes e peças de reposição por parte do mantenedor, segundo critérios estabelecidos, tendo como referência a lista de preços mundial<sup>80</sup> do fabricante. Observa-se que nesse aspecto esse tipo de contratação tem aderência com o escopo do contrato entre a BNRJ e a MTU-F, onde os custos de aquisição dos grandes componentes são referenciados à lista de preços mundial do fabricante MTU. Para os contratos da BAeNSPA incidem sobre o valor dos sobressalentes um acréscimo devido aos impostos e taxas de importação do item, quando este for o caso.

Os contratos examinados e executados pela BAeNSPA possuem cláusulas específicas que objetivam reduzir os custos de obtenção para a MB por meio do abastecimento de sobressalentes pelo SAbM. Nesse caso, modalidade de contratação do serviço com fornecimento de sobressalentes pelo mantenedor, existe a possibilidade de utilização de item armazenado no CeIMSPA, mediante aceitação pelo mantenedor, proporcionando economia de recursos e otimização do estoque de sobressalentes. Havendo a concordância de utilização do item pelo mantenedor existe um reajuste, a menor, não importando a forma de obtenção<sup>81</sup> pelo SAbM.

Essa modalidade de contratação, com possibilidade de utilizar os sobressalentes existentes no inventário da MB, não foi identificada nos contratos de manutenção de MCP e MCA analisados pelo Autor. Tal medida representa possibilidade de otimizar o emprego de sobressalentes, já adquiridos ou que venham a ser adquiridos pelo SAbM, numa eventual contratação de serviços com fornecimento de sobressalentes a cargo do mantenedor.

---

80 Tradução do autor para o termo em inglês *world wide price list*. Também se aplica ao termo simplificado *price list*.

81 Refere-se aqui à obtenção via sistemática de abastecimento de sobressalentes para atender ao PROGEM e revisões programadas ou as aquisições específicas via Comissões Navais no Exterior.

## 5 CONCLUSÃO

A sistemática de abastecimento de sobressalentes para atender o PROGEM e as revisões programadas de motores originou-se em 1999 e, a partir de 2001, passou a ser operacionalizada no SINGRA. Ela é contemporânea de uma conjuntura diferente da atual, em que fatores que hoje impactam negativamente na sistemática estavam presentes, e outros não existiam. São eles:

- a) a questão orçamentária, que agravou-se em 2016, a partir do Novo Regime Fiscal;
- b) significativa sobreutilização de motores, haja vista que 34% dos MCP e MCA aplicados em meios navais encontram-se com revisões gerais ou intermediárias vencidas;
- c) capacitação de recursos humanos, comprometendo o planejamento, a execução e o controle da manutenção de 1<sup>o</sup> escalão;
- d) existência de 4 modelos de motores MTU descontinuados pelo fabricante, compreendendo um total de 88 unidades de motores, constituindo-se como fator complicador da gestão da manutenção dos meios navais onde encontram-se aplicados; e
- e) degradação da capacidade operacional do AMRJ-248, devido às aposentadorias e restrições de contratação de pessoal impostas pelo Governo Federal.

Tais fatores convergem para a ineficiência da sistemática atual de abastecimento do PROGEM, quando utilizada em proveito de revisões programadas de MCP e MCA. No período de 2015 a 2018, apenas 43% dos projetos de abastecimento foram executados. Comprovou-se a necessidade de aperfeiçoar o modelo de gestão adotado pelo SAbM com o propósito de adequar-se à conjuntura atual.

Verificou-se que a eficácia de determinado projeto de abastecimento de sobressalentes para atender revisões programadas de MCP e MCA é condizente com uma gestão da manutenção de 1<sup>o</sup> escalão bem conduzida. O elevado número de requisição de item

complementar a determinado projeto de abastecimento pode ser utilizado como um indicador de que os pacotes ativos, gerados pelo meio naval, e passivos, gerado pelo Setor de Material, encontram-se desatualizados. Permite, ainda, aferir a eficácia da manutenção efetuada.

Constatou-se a interdependência entre as funções logísticas suprimento, transporte e manutenção na MB. Nesse sentido, é necessário admitir a relevância do abastecimento de sobressalentes para a execução das grandes revisões em MCP e MCA aplicados em meios navais.

De acordo com as evidências apontadas no trabalho, existem doze motores MTU com revisões interrompidas por falta de sobressalentes. Estabelecido em setembro de 2018, o Depósito Especial da MTU no Rio de Janeiro tem potencial para reduzir o *maintenance downtime* das grandes revisões de motores do fabricante, sejam elas executadas pela empresa ou pelo Arsenal de Marinha. No entanto, para modelos de motores obsoletos, cujos sobressalentes encontram-se descontinuados pelo fabricante, o abastecimento de grandes componentes e sobressalentes críticos seguirá sendo de difícil realização.

O atual modelo de manutenção de motores na MB é híbrido, havendo objetos em que os serviços são contratados sem o fornecimento de sobressalentes, e aqueles em que o mantenedor também supre as demandas de itens e componentes necessários para as grandes revisões, estas inseridas no escopo dos serviços a serem executados num Período de Manutenção.

A fim de otimizar as grandes revisões de MCP e MCA aplicados em meios navais, o problema central foi abordado de maneiras distintas.

Uma vez que o Estatuto dos Contratos e Licitações, no art. 3º, trata da "seleção da proposta mais vantajosa para a administração", é dever da MB analisar todas as possibilidades de contratação da MTU ponderando o custo de aquisição atinente ao objeto da contratação, com o custeio do ciclo de vida de um meio naval, uma vez que este incorrerá

compulsoriamente esteja ou não o meio disponível para o Setor Operativo.

Para motores do fabricante MTU regidos sob o contrato celebrado entre o AMRJ e a MTU-SP observou-se que o elevado *maintenance downtime* é decorrente da espera por sobressalentes<sup>82</sup> que, segundo cláusula contratual, estão a cargo da MB. Um modelo de contratação mais vantajoso para a MB, que traria maior disponibilidade operacional aos motores, seria aquele onde a contratada fosse a MTU-SP, e o objeto idêntico ao contrato celebrado entre a BNRJ e a MTU-F, com o fornecimento dos sobressalentes pelo mantenedor. O estabelecimento de uma cláusula de possibilidade de emprego de sobressalentes existentes nos estoques do SAbM é possível. Assim, o custo do item seria subtraído do valor do objeto.

Para os demais fabricantes de motores devem ser considerados aspectos regionais e logísticos na definição do tipo de contrato a ser celebrado.

Motores de grande porte aplicados em meios navais de 1ª e 2ª classe deverão ter os contratos de manutenção customizados. Dada a diversidade de fabricantes, modelos de motores, qualificação de empresas e local de realização da manutenção, vislumbra-se a possibilidade de contratação do serviço com ou sem o fornecimento do sobressalente pelo mantenedor. Para modelos de motores abrangidos por Contratos de Longa Duração do SAbM recomenda-se que o objeto do contrato seja estabelecido com o fornecimento de sobressalentes a cargo da MB.

Motores de outros fabricantes, aplicados em meios navais de 3ª e 4ª classe, presentes no segmento de transporte (modal marítimo ou terrestre), possuem disponibilidade de sobressalentes no mercado nacional. Para esses modelos de motores a utilização da sistemática de abastecimento de sobressalentes para as revisões programadas pode ser substituída pelo fornecimento dos sobressalentes a cargo do mantenedor. Ressalta-se que esse modelo de contratação já vem sendo utilizado pelo Setor Operativo, por meio das

---

82 Dos dez motores encaminhados para revisão geral do tipo W6 para a MTU-SP, no espaço temporal de 2015 a 2018, nove motores encontram-se na situação de aguardando o recebimento de sobressalentes.

Organizações Militares Prestadoras de Serviço subordinadas, e pelo AMRJ.

Merece destaque a dificuldade encontrada na manutenção dos motores do fabricante Ruston, do modelo 6RKCM, aplicados como MCP nos NPa Classe "Bracuí" e NHo Classe "Taurus". Os mesmos, quando mantidos, tem apresentado baixa confiabilidade e disponibilidade operacional em função, segundo as evidências encontradas, da incapacidade técnica de algumas empresas que tem logrado obter contratos com a MB por meio de processos licitatórios do tipo menor preço.

Para todos os casos de terceirização da manutenção de motores diesel identificamos a necessidade de que o Setor de Material padronize, por meio de um compêndio, cláusulas de natureza técnica. Alguns contratos analisados apresentaram condições de entrega do objeto e cláusula de garantia dos serviços que carecem de especificações que melhor possam respaldar a Administração.

Na MB, por questões conjunturais e até mesmo culturais, as decisões sobre cancelamento ou postergação de grandes revisões de MCP e MCA têm sido tomada sob incertezas. Tal fato eleva o risco de sobreutilização dos motores e induz a custos mais elevados de manutenção e sobressalentes, em especial no caso dos motores do fabricante MTU, em que tem sido frequente a necessidade de substituição de grandes componentes (bloco do motor e eixo de manivelas) por ocasião de grandes revisões de MCP e MCA.

Tomando como base o fato de que as grandes revisões de MCP e MCA ocorrem durante a execução de um PM, que a restrição orçamentária impacta na execução dos mesmos, e que ela estará presente no curto prazo, é necessário admitir que a sobreutilização de motores na MB possui tendência de agravar-se na medida em que os MCP e MCA têm seus planos de manutenção preventiva negligenciados.

Nesse contexto, a sobreutilização de motores deve ser precedida de uma análise técnica do Setor de Material com o propósito de definir procedimentos para o gerenciamento

dos riscos associados, principalmente no que se refere ao desgaste excessivo de componentes críticos do motor, como eixo de manivelas e bloco, que oneram o custo da manutenção e comprometem a disponibilidade operacional dos equipamentos. Nos procedimentos decorrentes desta análise técnica, hoje inexistentes, devem ser incluídas medidas de controle baseadas numa manutenção condicional por meio de inspeções e técnicas de manutenção preditiva e detectiva, com análise de dados e acompanhamento pelo Setor de Material.

A conjuntura atual exige que os Comandos Imediatamente Superiores (ComImSup) auditem os processos de manutenção a bordo dos meios navais e, mais do que isso, orientem a execução das mesmas. Aspectos relacionados com a rotatividade e capacitação do pessoal têm comprometido a execução do SMP no que tange ao 1º escalão da manutenção.

Considera-se necessária uma orientação técnica da Diretoria de Engenharia Naval a respeito da utilização adequada de aditivos inibidores de corrosão no sistema de arrefecimento de MCP e MCA. O número de blocos e eixos de manivelas que têm sido condenados pelo fabricante MTU por desgaste devido à ação da corrosão é expressivo e não condiz com a realidade orçamentária da MB.

Constatou-se a existência de um modelo de gestão centralizada da manutenção de motores na Armada do Chile, onde o planejamento, o controle e a análise da manutenção de 1º escalão fica a cargo da *Dirección de Ingeniería de Sistemas Navales* (DIRISNAV). Tal modelo de gestão permite a supervisão técnica centralizada, por pessoal qualificado, possibilitado otimizar custos de manutenção por meio de um acompanhamento individual do equipamento. Merece destaque a capacitação do *Astillero de Marina* (ASMAR) em efetuar grandes revisões em motores do fabricante MTU dos modelos 2000, 396 e 493.

A MB tem empreendido esforços para enfrentar os desafios atuais e aprimorar a gestão da manutenção dos meios navais. No Setor de Pessoal destaca-se o novo itinerário

formativo de Oficinas, com a inclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado de Propulsão Naval (C-ApA-PN), que seguramente contribuirá para a melhoria da manutenção de 1º escalão. No Setor de Material as iniciativas para integrar aspectos que permeiam as funções logísticas suprimento e manutenção são relevantes. No entanto, é necessário readequar o processo de abastecimento de sobressalentes para atender as revisões de MCP e MCA de forma a reduzir o *maintenance downtime* e elevar a disponibilidade operacional dos meios navais onde encontram-se instalados.

## REFERÊNCIAS

BELCHIOR, C. R. **Sociedade Brasileira de Engenharia Naval**. 1º Seminário de Manutenção de Navios Militares. Rio de Janeiro [s.n], 2018. Mediação durante o segundo painel: Manutenção de Motores de Navios Militares, Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, 06 jun. 2018.

BLANCHARD, B. S. **Logistics Engineering and Management**. 6 ed. New Jersey: Pearson Editora, 2004. 546 p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Compilado.htm)>. Acesso em: 23Ago.2018.

\_\_\_\_\_. **Emenda Constitucional nº 19, de 04 de junho de 1998. Modifica o regime e dispõe sobre princípios e normas da Administração Pública, servidores e agentes políticos, controle de despesas e finanças públicas e custeio de atividades**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc19.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc19.htm)>. Acesso em: 23Ago.2018.

\_\_\_\_\_. **Emenda Constitucional nº 95, de 15 de dezembro de 2016. Altera o Ato das disposições constitucionais transitórias para instituir o Novo Regime Fiscal**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc95.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc95.htm)>. Acesso em: 14Ago.2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 8.112 de 11 de dezembro de 1990. Institui o Regime Jurídico dos Servidores Públicos Civis da União**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8112.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8112.htm)>. Acesso em: 27 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 8.666 de 21 de junho de 1993. Institui normas para licitações e contratos da Administração e dá outras providências**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8666.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666.htm)>. Acesso em: 27 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 12.598 de 21 de março de 2012. Estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e sistemas de defesa**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12598.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12598.htm)>. Acesso em: 15 ago. 2018.

\_\_\_\_\_, Marinha do Brasil. **EMA 420 – Normas para Logística de Material**. Brasília: MB, 2002.

\_\_\_\_\_, Marinha do Brasil. **EMA 400 – Manual de Logística da Marinha**. Brasília: MB, 2003.

\_\_\_\_\_, Marinha do Brasil. **SGM 201 – Normas para o Abastecimento 6ª Edição**. Brasília: MB, 2009.

\_\_\_\_\_, Marinha do Brasil. **DGMM-0130 – Manual do Apoio Logístico Integrado**. Rio de Janeiro: MB, 2013.

\_\_\_\_\_, Marinha do Brasil. **Circular nº 02/18 da Diretoria de Abastecimento da Marinha**. Abastecimento de sobressalentes destinados ao PROGEM 2020. Rio de Janeiro: MB, 2018.

\_\_\_\_\_, Marinha do Brasil. **Circular nº 03/18 da Diretoria de Abastecimento da Marinha**. Depósito Especial da Empresa MTU-F (DepEspMTU-F). Rio de Janeiro: MB, 2018.

\_\_\_\_\_, Marinha do Brasil. **Boletim de Ordens e Notícias Especial n.680/2018**, de 12 de setembro de 2018. Divulga o início da ativação do Depósito Especial da Empresa MTU-F (DepEsp MTU-F), 2018b.

\_\_\_\_\_, Ministério da Defesa. **MD-35-G-01 Glossário das Forças Armadas 5ª Edição**. Brasília: MD, 2015.

\_\_\_\_\_, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão e Controladoria-Geral da União. **Instrução Normativa Conjunta MP/CGU Nº 01, de 10 de maio de 2016**. Brasília: MPOG/CGU, 2016.

CAMBRA, A. C. **Uma proposta de aprimoramento da manutenção dos meios navais da MB**. 2016. 108f. Tese (Curso de Política e Estratégia Marítimas). Escola de Guerra Naval, 2016.

CAPETTI, R.B. Aprimoramento da gerência de manutenção na Marinha brasileira. **Revista Marítima Brasileira**, Rio de Janeiro, v.125, n.07/09, p.49-83.

CAROLI, L.H. **Diretoria-Geral de Material da Marinha**. Rio de Janeiro: [s.n], 2018. Palestra proferida para o C-PEM 2018, Escola de Guerra Naval, 28 mai. 2018.

CARVALHO FILHO, J. S. **Manual de direito administrativo**. 30 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 4 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2017. 436p.

KÜSTER, P.C.Q. **Comando de Operações Navais**. Rio de Janeiro: [s.n], 2018. Palestra proferida para o C-PEM 2018, Escola de Guerra Naval, 11 jul. 2018.

LIMA, T.F. **Diretoria de Abastecimento da Marinha**. Rio de Janeiro: [s.n], 2018. Palestra proferida para o C-EMOS 2018, Escola de Guerra Naval, 17 abr. 2018.

NAZARETH, C. L. **Diretoria-Geral de Pessoal da Marinha**. Rio de Janeiro: [s.n], 2018. Palestra proferida para o C-PEM 2018, Escola de Guerra Naval, 25 mai. 2018.

PIVARI. L.C. **Importância da manutenção preventiva em motores diesel e aspectos relacionados ao atendimento à Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro: [s.n], 2018. Palestra

proferida durante o 1º Seminário de Manutenção de Navios Militares, Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, 06 jun. 2018.

TILLMANN, C.A.C. **Motores de combustão interna e seus sistemas**. Pelotas e Santa Maria: Rede e-Tec Brasil, 2013. 165p.

VIDIGAL, A. A. Ferreira. **A evolução do pensamento estratégico naval brasileiro**. 1 ed. Rio de Janeiro: Clube Naval, 2002. 137p.

ZAMPRONIO, L. **Secretaria-Geral da Marinha**. Rio de Janeiro: [s.n], 2018. Palestra proferida para o C-PEM 2018, Escola de Guerra Naval, 19 jun. 2018.

## APÊNDICE A

Relação de motores diesel do fabricante MTU que encontram-se na situação de "aguardando o fornecimento de sobressalentes" para dar continuidade à revisão geral ou intermediária.

Modelo	Número de Série	Mantenedor
MTU 12V956TB61	590608	AMRJ
MTU 12V493AZ80	8203518	AMRJ
MTU 12V493AZ80	8203521	AMRJ
MTU 12V396SE84	5583434	MTU-SP
MTU 12V396SE84	5583435	MTU-SP
MTU 12V396SE84	5583436	MTU-SP
MTU 12V396SE84	5583437	MTU-SP
MTU 12V493AZ80	8203472	MTU-SP
MTU 12V493AZ80	8203473	MTU-SP
MTU 6V396TC53	5551022	MTU-SP
MTU 16V652SB80	839392	MTU-SP
MTU 16V652SB80	839551	MTU-SP

Obs: AMRJ – Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro

---

Fonte: Oficina de motores do AMRJ e MTU do Brasil.

## APÊNDICE B

### Sobreutilização de MCP e MCA aplicados em meios navais da Marinha do Brasil

Comando de Força	Tipo de Motor	Nº de motores PO	Revisão geral vencida	Revisão intermediária vencida
ComForSup	MCP	5	0	0
	MCA	10	0	0
ComForS	MCP	4	1	0
	MCA	10	2	0
ComEsqdAp-1	MCP	10	2	0
	MCA	19	0	8
GNHo	MCP	16	0	5
	MCA	24	4	1
ComEsqdE-1	MCP	15	11	4
	MCA	16	1	11
ComEsqdE-2	MCP	6	2	0
	MCA	20	4	9
ComGptPatNavN	MCP	14	1	2
	MCA	15	2	1
ComGptPatNavNE	MCP	14	4	10
	MCA	22	1	4
ComGptPatNavL	MCP	8	2	4
	MCA	11	2	0
ComForMinVar	MCP	10	4	0
	MCA	10	0	4
ComGptPatNavSE	MCP	22	0	2
	MCA	34	6	1
ComGptPatNavSSE	MCP	4	0	2
	MCA	4	0	2
ComGptPatNavS	MCP	8	0	0
	MCA	10	0	0
ComFlotAM	MCP	22	2	2
	MCA	18	0	2
ComFlotMT	MCP	19	2	10
	MCA	14	0	2

Obs: considerados motores disponíveis em meios navais cumprindo período operativo (PO).

Fonte: elaboração do Autor a partir de dados encaminhados pelos Comandos de Força. Ref: outubro de 2018.

## APÊNDICE C

Eficácia da sistemática de abastecimento de sobressalentes para atender revisões programadas de MCP e MCA aplicados em meios navais prioritários (2017-2018)

Meio Naval	Projeto	Nr itens	Nr RICP	% RICP/Nr itens
	22457	304	0	0
NE Brasil	24464	915	291	31,80
	25347	330	0	0
	25349	803	0	0
	14206	1287	773	60,06
Sb Tamoio	14366	898	3	0,33
	14367	976	39	4,00
	14852	1199	32	2,67
	15972	490	18	3,67
Sb Tikuna	15973	486	1	0,21
	15974	503	1	0,20
	15975	485	1	0,21
F Independência	14776	490	128	26,12
Eficácia média:				90%

Fonte: Banco de dados SINGRA da Diretoria de Abastecimento da Marinha, 2018. Acesso em 30 Jul 2018.