

A Logística Operacional do Sistema ASTROS

Érico Duarte

Heraldo Makrakis

Tamiris P. Santos

Eduardo de Souza Pereira

Luís Rodrigo Machado

Dionéia Valk

Realização:



A Logística Operacional do Sistema ASTROS

Relatório Técnico elaborado pelo Grupo de Trabalho ASTROS, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em virtude do convênio celebrado entre essa instituição e o Comando de Artilharia do Exército Brasileiro (Cmdo Art Ex).

Dezembro/2020

Aviso

O presente relatório técnico foi elaborado no escopo de acordo de cooperação técnica estabelecido entre o Comando de Artilharia do Exército Brasileiro (Cmdo Art Ex) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no intuito de promover discussão e produção científica sobre a logística operacional do Sistema ASTROS, visando desenvolvimento institucional de ambas as partes.

Os argumentos apresentados nesse relatório não representam as visões do Exército Brasileiro, do Cmdo Art Ex ou da UFRGS, sendo o conteúdo deste material de inteira responsabilidade dos autores.

1. Resumo

Este Relatório Técnico apresenta um estudo da logística operacional do Sistema ASTROS, com ênfase nos requisitos e parâmetros para emprego operacional do Míssil de Cruzeiro AV-TM 300. A partir de uma metodologia de engenharia de sistemas e pesquisa operacional, revisão da literatura sobre manutenção de mísseis e coleta de dados junto à Art Msl Fgt e estudos sobre o míssil de cruzeiro AV-TM 300, elaborou-se uma modelagem e análises do Sistema de Manutenção da Art Msl Fgt para diagnóstico das implicações logísticas operacionais da incorporação do míssil de cruzeiro AV-TM 300. Estas análises geraram sete recomendações para aplicação tanto no âmbito interno do Comando de Artilharia quanto nas demais organizações militares relacionadas à Art Msl Fgt: 1) uma primeira recomendação diz respeito à limitação da incorporação do AV-TM 300 em uma bateria por GMF; 2) seguido pela necessidade da condução de estudos de custo-efetividade para ajuste do QO da Art Msl Fgt para incorporação do míssil; 3) pela verificação da viabilidade da implementação de um ciclo de prontidão de uma BIA por GMF para emprego dedicado do AV-TM 300; 4) pela necessidade da incorporação do fornecedor na gestão logística do ciclo de vida do material; 5) pela expansão das categorias de documentos de manutenção do AV-TM 300 pelo C Log Art Msl; 6) pelo desenvolvimento de um Sistema ou módulo que atenda os requerimentos de informações para que a Logística de Manutenção e Suprimento de mísseis seja efetiva, pronta, preditiva e proativa; e, 7) finalmente, por considerar no longo prazo a criação de uma diretoria de manutenção de mísseis. Assim, este relatório técnico traz apontamentos substantivos, como metodológicos, do Grupo de Trabalho ASTROS para o Sistema de Material de Emprego Militar (SMEM) do Exército Brasileiro, além de obviamente ao Comando de Artilharia do Exército Brasileiro.

2. Objetivos

O objetivo do presente relatório é apresentar um estudo da logística operacional do Sistema ASTROS, com ênfase nos requisitos e parâmetros do Míssil de Cruzeiro. Adicionalmente, se ilustra uma metodologia que traz insumos para a gestão logística (manutenção e suprimento, em especial) do Sistema de Material de Emprego Militar (SMEM) do Exército Brasileiro.

Este estudo desenvolve os temas indutores “f” e “g” do Plano de Trabalho estabelecido no Acordo de Cooperação, respectivamente, *Metodologias e Sistemas de Integração no Nível Operacional* e *Metodologia de Integração Logística do Sistema Astros no Nível Operacional*.

3. Procedimentos

A metodologia utilizada é fundada na Engenharia de Sistemas com uma abordagem da disciplina Arquitetura de Sistemas. Ela utiliza frameworks para teorizar e modelar um determinado problema de sistemas complexos. No intuito de estabelecer um processo de comunicação efetivo e delimitar o objeto de estudos são apresentadas algumas conceituações.

1. Sistema é definido pela *EB10-IG-0.018 Instruções Gerais do Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar* (2016), como: o conjunto de elementos inter-relacionados, organizado de modo a alcançar um ou mais objetivos com a máxima eficiência. Resumidamente, um sistema compreende: i) seus elementos: os constituintes que compõem o sistema; ii) as relações internas e externas ao sistema; aos quais incluímos os princípios de seu design – ou cultura organizacional – que, em grande determinam a possibilidade de sua evolução. No caso do presente estudo o foco é a evolução da logística operacional da Art Msl Fgt com a incorporação do AV-TM 300.
2. *Arquiteturas de Sistema são conceitos ou propriedades fundamentais de um dado sistema em seu ambiente, incorporados em seus elementos, relacionamentos e em princípios de seu design e evolução.* Elas se valem de frameworks, teorias e modelos conceituados a seguir:
 - a. Um "framework" é um quadro de referência utilizado para explicar algo. Identifica um conjunto de variáveis e suas relações que, presumivelmente, explicam um conjunto de fenômenos. O framework pode fornecer, desde um modesto conjunto de variáveis até algo extenso como um paradigma. Não precisa identificar direções entre as relações, embora estruturas mais desenvolvidas certamente especifiquem algumas hipóteses.
 - b. Uma "teoria" fornece um conjunto de relações mais densa e logicamente coerente. Aplica valores a algumas das variáveis e geralmente como as relações podem se alterar dependendo dos valores de suas variáveis críticas.
 - c. Um "modelo" é uma representação de uma situação específica. É geralmente mais estreito em escopo, e mais preciso em suas suposições, do que a teoria subjacente.

Desta forma, frameworks, teorias e modelos podem operar ao longo de um contínuo envolvendo crescente interconexão lógica e especificidade. Com esses conceitos básicos, apresenta-se a seguir a operacionalização da proposta de Arquiteturas do Sistema de Logística Operacional do ASTROS.

Figura 2 - ESPAÇOS

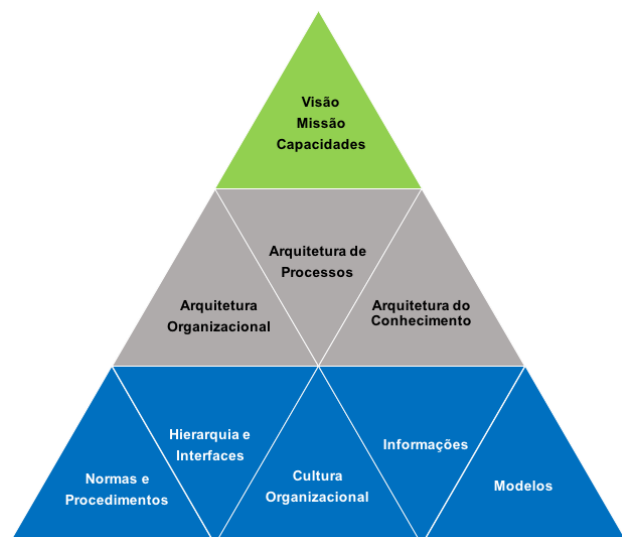


Figura 1 - PERSPECTIVAS



Figura 3 - EFETIVIDADE



Nossa abordagem é estruturada em três blocos analíticos:

- a) Espaços: os frameworks da qual se busca compreender o Sistema da Art Msl Fgt através da sistematização do foco sobre áreas ou setores específicos sem desconsiderar das demais. Procedemos, portanto, na análise sistêmica da:
 - i. Arquitetura Organizacional: envolve a estrutura hierárquica, divisões e setores internos, interfaces externas, carreiras funcionais e cultura organizacional;
 - ii. Arquitetura de Governança de Processos: engloba os procedimentos de gestão e condução de projetos, ao gerenciamento dos processos administrativos bem como aqueles relacionados ao emprego operacional do material. O Exército Brasileiro compreende o conjunto de processos como organização. Este framework recorta processos como as conexões dos Conhecimentos e as Organizações;
 - iii. Arquitetura de Conhecimento: engloba os sistemas de informações, de dados e ferramental de modelagem. Em certa medida a Arquitetura de Conhecimento se concretiza como os Sistemas de Informações, integrando os diversos níveis de tomada de decisão (tático, operacional e estratégico) e funcionalidades (sistemas operacionais de combate); ou seja, os Sistemas de Comando e Controle. Inclui-se aqui ainda a organização das instruções e formação de pessoal com conhecimentos específicos.
- b) Perspectivas: Como se concebe ou se analisa o tema. Ponto de vista tendo em conta o framework. Neste caso as perspectivas utilizadas serão os fatores determinantes, inter-relacionados e indissociáveis da Capacidade conhecido pela sigla DOAMEPI previsto no *EB20-MF-10.102 - Manual de Fundamentos Doutrina Militar Terrestre*. As variáveis propostas para análise estão apresentadas na Figura 2 acima.
- c) Parâmetros de Efetividade: Os instrumentos de medidas para se compreender o Sistema. Os parâmetros de efetividade escolhidos são:
 - i. Eficácia: Medida de Acurácia. Resultado da razão do resultado obtido pelo requisito desejado (*needs* ou os requisitos exigidos da Missão).
 - ii. Eficiência: Medida de Economia. Resultado da razão entre os resultados obtidos pelos recursos utilizados (custos).
 - iii. Disponibilidade: Medida de Prontidão. Resultado da razão entre o tempo operacional (*uptime*) e o horizonte de tempo possível de operacionalidade (*uptime + downtime*). Esta medida é denominada Disponibilidade inerente e pressupõe que as peças de reposição e a mão-de-obra estão 100% disponíveis sem atraso podendo ser expressa como resultado da função dos parâmetros de Confiabilidade e Manutenibilidade e em uma relação de *trade-off*.
 - iv. Confiabilidade: Probabilidade de um item, produto ou sistema de desempenhar adequadamente o seu propósito especificado, por um determinado período e sob condições ambientais predeterminadas. Um parâmetro usual de medida da Confiabilidade é o TMEF (Tempo médio entre falhas). Confiabilidade de sistemas podem ser melhoradas se

aumentarem redundâncias em seus subsistemas ou itens. Exemplo: colocar módulos eletrônicos de controle e proteção em paralelo.

- v. Manutenibilidade: Característica inerente a um projeto de sistema ou produto, e se refere à facilidade, precisão, segurança e economia na execução de ações de manutenção nesse sistema ou produto. Um parâmetro usual de medida de Manutenibilidade é o TMPR (Tempo Médio para Reparar). Manutenibilidade de um sistema podem ser melhorados se forem otimizadas as ações de manutenção do sistema ou produto como por exemplo envolvendo o operador nas atividades de reparo ou com projetos de configuração modular, enfim diminuindo os tempos de reparo.

$$A_i = \frac{\text{uptime}}{\text{uptime} + \text{downtime}} = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

A avaliação da Disponibilidade de material bélico por análises de indicadores de Confiabilidade e Manutenibilidade é uma ferramenta da Engenharia de Sistemas que data da avaliação de desempenho de aeronaves militares desde a Segunda Guerra Mundial. Ela se tornou uma metodologia relevante durante a Guerra Fria para gestão da manutenção de foguetes e mísseis e suas plantas convencionais e nucleares. Durante esse período, desenvolveu-se duas abordagens alternativas que compreendiam do desenho à gestão desse tipo de material bélico, que passou, com passar do tempo abarcar quase a totalidade dos inventários da OTAN e do Pacto de Varsóvia, em correspondências as suas demais características e contextos logísticos e estratégicos no teatro de operações europeu.

- O sistema OTAN desenvolveu projetos sofisticados de alta confiabilidade, custos e sobrevivência maiores, mas baixa manutenibilidade;
- O sistema do Pacto de Varsóvia desenvolveu projetos menos sofisticados de moderada confiabilidade, mais baixo custo e sobrevivência, porém de alta manutenibilidade.

Com o avanço da digitalização e difusão de tecnologias que levam a cada vez maior complexidade da maioria dos sistemas de armamentos, desde o fim da Guerra Fria, essas abordagens tendem a não mais compreender características de toda uma força. Ainda assim, é uma metodologia para caracterização de sistemas e unidades militares especificamente, em correspondências aos aspectos técnicos do sistema, de emprego das unidades e de sua cultura organizacional.

Em termos atuais, uma mesma força, como a norte-americana, possui unidades caracterizadas por alta manutenibilidade - como uma unidade expedicionária de fuzileiros navais - e de alta confiabilidade - como as brigadas *Stryke* - em uma mesma força, empregadas em um mesmo teatro e utilizando plataformas de armamentos similares.

Em linhas gerais, pode se melhorar a Disponibilidade dos sistemas contemporâneos com duas metodologias: i) Manutenção produtiva total (MPT) - uma metodologia centrada nas pessoas e ii) Manutenção centrada em confiabilidade (MCC) - uma metodologia centrada em ativos. Uma metodologia não exclui a outra. A primeira tem ampla aplicação industrial e a segunda foi originária da indústria aeronáutica/aeroespacial.

4. Análises

Caracterização do Sistema de Gestão Logística Operacional da Art Msl Fgt

A missão da Art Msl Fgt é, para além de apoiar a manobra da força terrestre, contribuir com a dissuasão estratégica e as operações militares em um TO/A Op, destruindo e/ou neutralizando o inimigo. Para realização dessas missões, ela tem como uma das suas visões, no curto prazo, desenvolver a capacidade de aquisição de alvos a partir da criação de uma Bateria de Busca de Alvos. No curto e médio prazo, essa Bia BA deverá ser o vetor para designação de alvos estabelecendo interfaces com plataformas e subsistemas das demais Forças. No longo prazo, a Art Msl Fgt tem como visão constituir um sistema conjunto de busca de alvos das três Forças brasileiras.

De um ponto de vista logístico, a visão da Art Msl Fgt é, no curto prazo, ganhar maior capacidade de mobilidade e concentração estratégicas e desenvolver o know-how para a logística do míssil de cruzeiro. Nos médio e longo prazos, se buscará desenvolver um sistema de apoio logístico integrado com as demais Forças.

Registram-se como capacidades operativas desejadas da Art Msl Fgt realizar alvos terrestres (como centros de gravidade e infraestruturas críticas), bem como a aplicação de fogos em suporte a projeção de força. Nesse sentido, a Art Msl Fgt teria características operacionais equivalentes a um corpo de exército e requereria apoio logístico em tempo de guerra de uma unidade equivalente de uma brigada.

A Art Msl Fgt tem como principal característica organizacional a elevada autonomia operacional. Ela possui uma cultura organizacional própria e distinta de artilharia de campanha, o que correspondente às características de emprego de seus foguetes de mais elevado alcance e do AV-TM 300. Essa cultura permitiu ainda a criação de uma arquitetura organizacional ágil e que permite reconfiguração tempestiva e acentuada capacidade de concentração e desconcentração de meios, necessária para a guerra convencional contemporânea.

Para tempos de paz e mesmo situações de crise, identifica-se a característica descentralizada na manutenção e eficiente de seus meios. Isso implica que a Art Msl Fgt tem como característica logística operacional ser uma força de alta manutenibilidade de seus meios. Isso significa que ela possui a capacidade prover manutenção de seus meios em curtos prazos de tempo. Como consequência, em termos logísticos, ela é uma força resiliente e capaz de prover uma parcela substantiva da manutenção de lançadores e foguetes sem necessidade de acesso a centros de apoio centralizados e/ou na retaguarda ou de unidades apoio logístico externas fornecidas por uma força terrestre componente ou do escalão superior.

Em boa medida, essa cultura organizacional é em parte produto das características do seu principal sistema de armamentos: a viatura lançadora múltipla de foguetes produzida pela AVIBRÁS e as características técnicas dos foguetes. Por um lado, as viaturas lançadoras possuem versatilidade e resiliência. Por outro lado, foguetes têm como características de manutenção a relativa simplicidade dos procedimentos de controle de sua confiabilidade, delimitada pelos exames de estabilidade de sua cabeça de guerra e propulsores.

Do ponto de vista da logística operacional, o aspecto mais relevante da arquitetura organizacional da Artilharia de Mísseis e Foguetes é seu serviço de apoio logístico orgânico aos dois GMF que aufere a capacidade de prover manutenção de viaturas, armamentos embarcados, lançadoras e foguetes até 3º e 4º escalões. A Art Msl

Fgt reconhece as condições próximas ou similares de uma força expedicionária para sua operação, incorrendo em limites de armazenamento de suprimentos, principalmente de Classe V.

Nesta descrição, identifica-se o Centro de Logística de Mísseis e Foguetes (C Log Msl Fgt) como uma subunidade capaz de desdobrar no campo, em situação de paz, uma Bateria de Apoio de operações logísticas formadas por três seções. Localizada no Forte Santa Barbara, o seu quadro organizacional encontra-se em desenvolvimento de suas divisões de Manutenção, Suprimentos e Transporte, para um QO equivalente a um batalhão. Do ponto de vista gerencial, a Art Msl Fgt - em particular o C Log - adota os princípios e práticas do Programa de Excelência Gerencial adotado pelo Exército Brasileiro, que, por sua vez, tem como base o Programa Nacional da Qualidade e Programa da Qualidade no Serviço Público.

Reconhece-se as limitações da Art Msl Fgt em termos de seus serviços de apoio logístico em caso de emprego intensivo de uma GMF ou de sua totalidade como um Comando de Artilharia da Força Terrestre Componente, com necessidade de expansão considerável do seu centro e unidades de apoio logísticos. A requisição operacional intensiva de suas baterias ou sua totalidade incorreria no risco de perda de confiabilidade de seu principal sistema de armamentos. Isto significa a redução da probabilidade de os lançadores desempenharem com sucesso suas funções específicas, numa missão, dentro de condições normais de utilização e operação.

Em outras palavras, a Art Msl Fgt não possui capacidade orgânica de sustentar o uso intensivo da totalidade de suas baterias com elevada manutenibilidade logística operacional sem expansão de suas unidades de serviço de apoio logístico, provimento desses serviços pelo escalão superior ou contratação de serviços do fornecedor empurrando operações aos escalões superiores de Manutenção.

Em termos de sua arquitetura de conhecimentos, identificou-se que a Art Msl Fgt possui elevada centralização e controle na formação e instrução de pessoal, elaboração de procedimentos e doutrina pelo Centro de Instrução de Mísseis e Foguetes. Ou seja, através desse centro a Art Msl Fgt é bastante autônoma, proativa e responsiva na produção de conhecimentos para atendimento de suas missões e visões.

Identificou-se ainda a grande utilidade do aplicativo NAPION para inserção de informações sobre as condições do material bélico, que melhora a manutenibilidades da Art Msl Fgt. Entretanto, não se identificou durante o levantamento do estudo a existência de uma plataforma de gerenciamento de processos de manutenção.

Análise do Sistema de Gestão Logística Operacional da Art Msl Fgt à luz das Implicações da Incorporação do Míssil de Cruzeiro

O míssil de cruzeiro tem características logísticas equivalentes de uma aeronave, no entanto com indicadores menos precisos de mensuração de eficácia e confiabilidade. Grosso modo, o míssil é uma aeronave sem a possibilidade de um piloto para teste e avaliação de seus subsistemas. Isso implica em rotinas mais intensas e redundantes de manutenção.

O míssil de cruzeiro demanda requisitos de manutenção diferentes de uma viatura terrestre e muito distintas em relação a foguetes. Particularmente, os sistemas de guiamento e as turbinas requerem pessoal com treinamentos específicos e processos de gestão distintos daqueles que a Art Msl Fgt possui atualmente.

Estas demandas são devidas aos modos de falhas de um sistema missilico serem mais complexos, os quais requerem processos de gestão e recursos de manutenção

distintos. Esses sistemas são análogos aos da aviação, que em vista das suas especificidades, são gerenciados pela Diretoria de Material de Aviação do Exército, a qual possui quadros qualificados e um sistema de informação balizado.

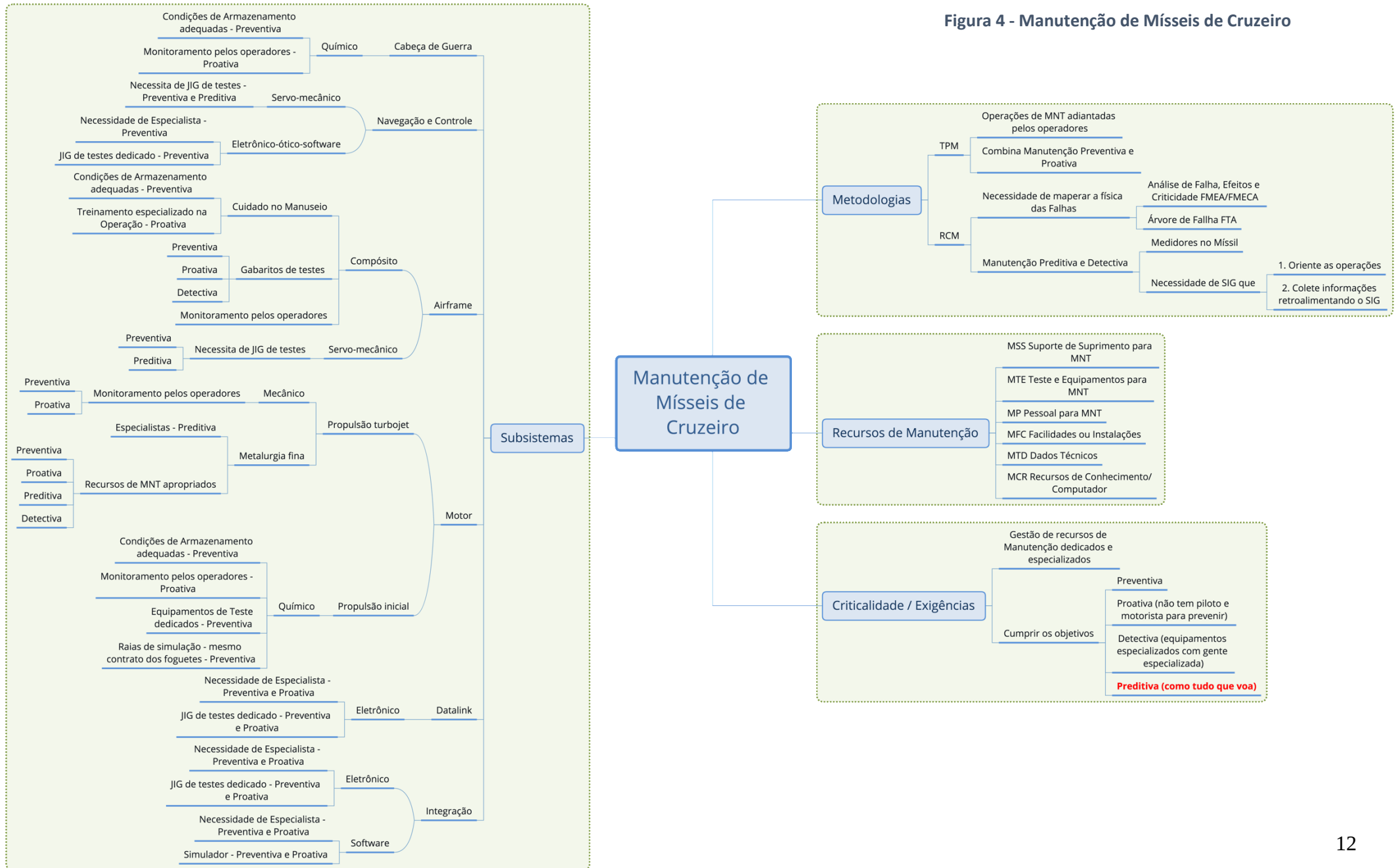
O sistema metodológico da Manutenção Produtiva Total (MPT) exige que as operações e escalões de manutenção sejam adiantados, ou seja, executadas o mais próximo possível de onde se encontra o sistema de armas (como, por exemplo, os procedimentos de manutenção de 2º escalão que são executados pelo operador desse sistema). A MPT também deve combinar a Manutenção Preventiva e Proativa com aquelas dos demais escalões de manutenção.

O sistema metodológico de Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) implica em ter o mapeamento das falhas, de como elas ocorrem, dos seus efeitos e da criticidade do processo (contendo árvores de ações necessárias para reparação, bem como de técnicas preditivas e detectivas). O MCC é baseado em parâmetros que são coletados e retroalimentam o sistema, assim como dos recursos de manutenção (pessoal, ferramental, documental, instalações e conhecimento) que integram esse sistema. Dessa forma, uma análise do MCC no caso missilístico pode ser feita desdobrando os subsistemas e analisando tanto suas características típicas (mecânica, química, eletrônica) como as disponibilidades dos recursos de manutenção necessários para sua efetivação. Verifica-se que o ponto crítico está em dotar a Logística Operacional da Art Msl Fgt com um sistema de Gestão de Recursos de Manutenção dedicado e especializado e que possa cumprir com efetividade os tipos e consequentes objetivos de manutenção:

1. Preventiva: tipo de manutenção que implementa ações para prevenir e evitar as consequências das falhas. É o tipo previsto no Sistema Logístico do Exército Brasileiro;
2. Proativa: tipo de manutenção que implementa ações para otimizar o processo e o projeto de novos equipamentos. O seu objetivo fica comprometido em virtude da limitação imposta ao míssil de cruzeiro por ser um material de emprego militar sem piloto e tripulação para avaliar quais os aperfeiçoamentos se fazem necessários. É importante que se leve em conta esse tipo de manutenção para o desenvolvimento de futura família de mísseis de cruzeiro;
3. Detectiva: tipo de manutenção que procura identificar falhas já existentes, mas não percebidas, necessitando de monitoramento com equipamentos e pessoal especializado. Sem previsão no Sistema Logístico do Exército Brasileiro;
4. Preditiva: tipo de manutenção que busca a previsão ou antecipação de falhas, medindo parâmetros que indiquem a evolução de uma falha a tempo de ser corrigida. O objetivo é atender práticas da MCC exigidas na indústria aeronáutica e aeroespacial, possibilitando certificações de garantia como a ISO 55001.

Uma listagem de todos os componentes e processos de manutenção de um míssil de cruzeiro está organizada a seguir.

Figura 4 - Manutenção de Mísseis de Cruzeiro



5. Recomendações

As recomendações a seguir estão listadas em ordem que inicia com aquelas cujas implicações são mais internas ao Comando de Artilharia do Exército para aquelas que envolvem os seus escalões superiores.

Recomendação 1: a incorporação do AV-TM 300, em uma etapa inicial, deve ser dedicada e não distribuída entre toda a Art Msl Fgt. Mais especificamente, recomenda-se que a incorporação do AV-TM 300 seja limitada a apenas uma Bia MF por GMF, o que se traduziria na prontidão de duas baterias aptas ao emprego de AV-TM 300 pela Art Msl Fgt. Essa situação perduraria até que as práticas operacionais e logísticas estivessem testadas e normatizadas, bem como efetivadas as necessárias adequações em pessoal, instalações e equipamentos.

Dadas as características do AV-TM 300 e da Art Msl Fgt, sua incorporação imediata em todas as Bia MF teria como efeito a demanda por consideráveis ajustes nos quadros de organização, no adestramento das tropas e nos processos logísticos (inclusive podendo acarretar a perda das características de alta de manutenibilidade no emprego de foguetes). De uma maneira ou de outra, a incorporação extensiva do AV-TM 300 em todas as baterias de mísseis e foguetes impactaria na cultura organizacional da Art Msl Fgt.

Com a incorporação do AV-TM 300 ao seu inventário bélico, a Art Msl Fgt assume um rol de capacidades que vai bem além da simples aquisição de uma nova munição. Conforme as considerações de cunho estratégico-operacional desenvolvidas no Relatório Técnico nº 1 *Emprego de Mísseis de Cruzeiro em a TO/ A Op Voltado para o Sistema de Defesa Nacional*, deve ocorrer o emprego descentralizado das Bia MF dotadas do AV-TM 300. Dessa forma, elas atuarão de forma bastante dispersa na busca da decepção, o que implica na necessidade de maiores recursos humanos e materiais para permitir as Bia MF obterem uma autossuficiência.

As observações acima são especialmente válidas para as atividades logísticas, em que todas as Bia MF dotadas de mísseis de cruzeiro necessitariam de um aumento substantivo de pessoal e recursos. A dependência no C Log Msl Fgt para apoio logístico mais especializado – tanto para operações de guerra como de não guerra – necessitará ser reequacionada. Isso certamente levará a uma ampliação dos meios daquele Centro para permitir a operação desdobrada das Bia MF em quesitos como manutenção, ressuprimento e mobilidade, dentre outros.

A previsão de criação de um Grupo de Apoio de Solo do Míssil Tático de Cruzeiro - composto por 1 sargento, 2 cabos e 1 soldado – dificilmente será suficiente para realizar a manutenção do AV-TM 300 por longos períodos de desdobramento das baterias dotadas desse vetor. Embora esse contingente seja suficiente para apoio no emprego do AV-TM 3000, serão requeridos especialistas em manutenção de turbinas e em eletrônica de aviônica, bem como de um aparato de oficinas especializadas. Sendo distintos do atual quadro de organização e de pessoal da Art Msl Fgt, a chegada dos mísseis de cruzeiro necessariamente incorrerá na expansão das seções de manutenção dos GMF.

Adicionalmente, levando em conta os procedimentos em curso pelo Cmdo Art Ex para reconfiguração do 16º GAC em 16º GMF e na expansão do Forte Santa Bárbara, assume-se a existência de constrangimentos adicionais a uma distribuição extensiva do AV-TM 300. Além das limitações de recursos, a própria coesão e cultura organizacional da Art Msl Fgt poderão impor resistências a tantas mudanças ao mesmo tempo.

Recomendação 2: conduzir um estudo de análise de custo-efetividade entre soluções de ajuste do QO de Art Msl Fgt para incorporação do AV-TM 300.

Delineia-se três soluções de configuração de uma Bia MF dedicada ao emprego do AV-TM 300.

- **Solução 1:** criação de uma quarta Bia Fgt por GMF exclusivamente para emprego do AV-TM 300;
- **Solução 2:** a determinação de uma Bia MF permanente por GMF, entre as existentes, com capacidade de emprego de foguetes e do AV-TM 300;
- **Solução 3:** a designação temporária em ciclo de prontidão de uma Bia MF por GMF para emprego exclusivo do AV-TM 300.

As três soluções apresentam vantagens e desvantagens e sua decisão demanda melhor avaliação de custo-efetividade, ou seja, a razão dos custos em recursos e orçamento por ganho de efetividade operacional. Adicionalmente, essas soluções não levam em conta outros requisitos operacionais como coordenação de apoio de fogo, coordenação de espaço aéreo e adequações em termos de comando e controle. Ainda assim, lista-se abaixo elementos que podem guiar a avaliação de cada uma delas conforme quadro a seguir.

Quadro 1 – Soluções de Configuração

	Solução 1	Solução 2	Solução 3
<i>Impacto principal</i>	<i>Arquitetura organizacional</i>	<i>Governança de processos</i>	<i>Governança de processos</i>
<i>Vantagens</i>	Ganho de eficiência no provimento de suprimentos; Simplificação e foco nas especificidades de manutenção de misseis; Impacto limitado na Logística de Manutenção e Suprimento da Art Msl Fgt.	Conservação da cultura organizacional (manutenção 3 Bia por GMF); Impacto reduzido nos custos com pessoal e suprimentos para AV-TM 300; Impacto limitado na Logística de Manutenção e Suprimento da Art Msl Fgt.	Maior conservação da coesão e cultura organizacional; Conservação das características de versatilidade operacional das Bia MF/ Art Msl Fgt; Expansão da reserva de expertise no caso de expansão do arsenal e força de misseis; Redução da vulnerabilidade estratégica.
<i>Desvantagens</i>	Impacto considerável nos custos com pessoal e material para criar mais duas Bia Fgt; Impacto considerável em processos de gestão (aumento nº subunidades nos GMF/Art Msl Fgt); Grande limitação da versatilidade operacional das Bia MF/ Art Msl Fgt (apenas 2 Bia aptas a empregar AV-TM 300) Possível impacto negativo na coesão e cultura organizacional da Art Msl Fgt (criação de subunidade distintas das demais); Vulnerabilidade estratégica (concentração de especialidades e recursos)	Impacto na Logística de Manutenção da Bateria dedicada; Impacto parcial em processos de gestão; Grande limitação da versatilidade operacional das Bia MF/Art Msl Fgt (apenas 2 Bia aptas a empregar o AV-TM 300); Possível impacto negativo na coesão dos GMF (designação de subunidades distinta das demais) Vulnerabilidade estratégica (concentração de especialistas e recursos).	Impacto na Logística de Manutenção da Bateria dedicada; Complexidade na gestão de pessoal, suprimentos e materiais; Impacto em processos de gestão (rodízio entre as Bia MF).
<i>Considerações adicionais</i>	Revisão de QO dos GMF	Revisão de QO das Bia dedicadas	Necessidade de delimitação de prazos e processos de designação dedicada; Criação de um Bia MF escola de emprego de AV-TM 300 no CI Art Msl Fgt; Revisão do QO do CI Art Msl Fgt.

Em uma análise preliminar entre as opções apresentadas, a **Solução 1** é que teria maior impacto organizacional da Art Msl Fgt, não apenas pela alteração na QO dos dois GMF, mas pelo potencial efeito na cultura organizacional pela criação de uma Bia adicional muito distinta em termos de configuração e emprego das Bia MF existentes. Ela também é a que apresenta os maiores custos (financeiros, em pessoal e material), em razão da necessidade de serem implantadas duas novas subunidades. Entretanto, ela é solução com menor impacto ou mais simples em termos de gestão da logística operacional e com potencial menor impacto nas características logísticas da Art Msl Fgt como um todo.

A **Solução 2** é uma solução intermediária em que se reduz o impacto organizacional da incorporação do AV-TM 300, porém elevando a complexidade de gestão e ainda teria algum impacto na cultura organizacional da Art Msl Fgt ao concentrar uma capacidade de emprego do AV-TM 300 em uma subunidade distinta.

Tanto a Solução 1 como a Solução 2 têm como principal desvantagem a vulnerabilidade estratégica que elas implicam ao se concentrar especialistas na manutenção e emprego do AV-TM 300 em apenas duas Bia. Com isso, essas soluções criam uma vulnerabilidade estratégica ao retirarem a flexibilidade de emprego por parte do escalão superior, favorecerem a capacidade do suposto inimigo de neutralizar o uso dos AV-TM 300 (ao apresentar apenas 2 alvos) e reduzirem significativamente a capacidade dissuasória nacional. Tendo em vista o cenário de exposição da Art Msl Fgt discutido na recomendação anterior e, mais extensivamente, no Relatório Técnico 1, o impacto estratégico dessas opções logísticas deve ser levado em conta.

Apesar de possuir desvantagens e impactos organizacionais na Art Msl Fgt, aponta-se a **Solução 3** como a mais adequada, pois equilibra o atendimento aos requerimentos logísticos e às finalidades estratégicas e operacionais de emprego de Bia MF dotadas com o AV-TM 300.

***Recomendação 3:** Verificar a viabilidade e a validade de um sistema em ciclo de prontidão de uma Bia MF por GMF para emprego dedicado do AV-TM 300.*

A **Solução 3** é a que se entende mais adequada ao atendimento dos parâmetros de Logística de Manutenção e Suprimento do míssil de cruzeiro, na preservação da cultura organizacional da Art Msl Fgt e em termos de manter a versatilidade estratégica e operacional. Essa solução tem a desvantagem de impor uma elevada complexidade na gestão dos processos relativos a pessoal, serviços de apoio logístico e, principalmente, instrução de pessoal de manutenção e emprego.

Essa é a principal razão que se associa a essa solução a criação de uma Bateria Escola de emprego de AV-TM 300 junto ao CI Art Msl Fgt. Esta Bia MF (Es) teria três funções. Primeiro, facilitar o ciclo de prontidão no rodízio entre as baterias dedicadas ao emprego do AV-TM 300. Segundo, ela poderia substituir ou recompor rapidamente uma bateria dedicada, bem como expandir a capacidade da Art Msl Fgt, caso isso se fizer necessário. Terceiro, ela teria o papel de subunidade destinada ao desenvolvimento e teste de Táticas, Técnicas e Procedimentos (TTP) e concepções de operações (Ccp Op). Isso se justifica pelo conteúdo inovador que o AV-TM 300 trará à Art Msl Fgt, mas que terá que ser estudado e bem avaliado antes da difusão para as demais Bia MF. De maneira correspondente, essa solução impactaria em ajustes no QO do CI Msl Fgt e na alocação de recursos financeiros extras. Apesar disso, entende-se que essa seria a solução com menor impacto organizacional na incorporação do AV-TM 300 e no atendimento das missões operacionais das Bia MF dotadas de míssil de cruzeiro, bem como atenuando as dificuldades inerentes ao rodízio das Bia MF.

Entretanto, enfatiza-se que sem ajustes importantes das Arquiteturas de Processos e Conhecimento, a implementação da Solução 3 poderá afetar negativamente a Logística de Manutenção e Suprimento da Art Msl Fgt como um todo.

Recomendação 4: Incorporação extensiva da AVIBRAS na gestão logística do ciclo de vida do arsenal de mísseis dentro do C Log Msl Fgt.

Entende-se que a atuação da AVIBRAS nos processos de manutenção do AV-TM 300 terá que ir além da gestão do ciclo de vida de foguetes empregados pela Art Msl Fgt. Como desenvolvido na seção de análise, a manutenção do míssil de cruzeiro demanda mais recursos de manutenção com especialidades, processos e fases distintas da manutenção de foguetes. Para que a gestão desse ciclo de vida seja suficientemente eficiente em termos de custos, e eficaz em termos de disponibilidade de material, haverá necessidade de execução de procedimentos preventivos e preditivos de manutenção, bem como a gestão proativa de recursos.

A empresa já possui know-how para essa atuação e, em primeiro momento e um por um determinado tempo, o arsenal de mísseis do Art Msl Fgt não irá justificar uma expansão da estrutura de manutenção do C Log Msl Fgt, ou de criação de uma diretoria de materiais missilísticos.

Recomendação 5: Expansão das categorias de documentos referentes aos processos de gestão de manutenção do C Log Art Msl.

A logística operacional de mísseis de cruzeiro requer a adequação características similares da Aviação de Exército, porém associados ao emprego de força terrestre. Por isso, ele requer uma abordagem de gestão sistêmica de processos relacionados aos mapas estratégicos, fluxogramas de processo, sistemas de avaliação que são proveitosos para a edificação de um projeto de sistemas baseado na metodologia de Arquiteturas de Sistema de Gestão Logística, como desenvolvido na seção 2 de análises deste documento.

Portanto, recomenda-se que estes documentos sejam atualizados e organizados em um formato de Caderno de Encargos a semelhança dos previstos no Manual de Campanha de Estado-Maior e Ordens. Essa adequação teria como benefícios:

- i. Facilitar o mapeamento dos processos e dos indicadores da qualidade e assim possibilitar a avaliação dos parâmetros de disponibilidade do AV-TM 300;
- ii. Facilitar a gestão dos processos de certificação tanto da Qualidade, como os de Gestão de Ativos e de eventuais certificações que possam ser exigidas pelo Ministério da Infraestrutura que regula o tráfego aéreo. Ressalta-se que os processos de certificação auto apoiam-se;
- iii. Facilitar a transição entre a gestão logística em situação de paz e não guerra para situações de guerra, por estarem fundadas nas mesmas Arquiteturas de Processos e de Conhecimento.

O desafio que se apresenta é que os procedimentos do Sistema de Manutenção do Exército (SIMATEX) não atendem os requisitos de manutenção preventiva do míssil de cruzeiro, bem como a gestão proativa dos recursos necessários para tal. Da mesma forma, o NAPION é limitado em funcionalidades de Gestão de Ativos, como por exemplo orientar operações de manutenção e antecipação de suprimento. Por fim, os sistemas de Gestão de Ativos disponíveis pelo SIMATEX e NAPION não incorporam funcionalidades que permitam a Gestão de Ativos utilizando os parâmetros da disponibilidade e de gestão de recursos de manutenção.

Recomendação 6: Desenvolvimento de um Sistema de Informação Gerencial ou módulo de Sistema de Comando e Controle que atenda os requerimentos de informações para que a Logística de Manutenção e Suprimento de mísseis seja efetiva, pronta, preditiva e proativa.

A adequação da Arquitetura de Conhecimento e de Processos do Sistema de Logística de Manutenção da Art Msl Fgt, para a incorporação do míssil, irá requerer um sistema em que funcionalidades de coleta, armazenamento, processamento e disseminação das informações que alimente uma base de dados que seja:

- i) inequívoca e catalogada;
- ii) integra (sem redundâncias de registros e normalizadas); e
- iii) integrada e que oriente quais, quem, onde, quando as ações da Gestão de Ativos são necessárias.

Em suma, deve-se dispor de um sistema de Conhecimento que melhore a precisão dos parâmetros de Logística de Manutenção e Suprimento com capacidade de previsão de alocação de recursos e execução de procedimentos a partir dos dados inseridos no sistema.

Recomendação 7: No longo prazo, a fim de atender à crescente demanda do ciclo de vida de mísseis do Comando de Artilharia e do Exército Brasileiro, será necessário considerar a criação de uma diretoria de manutenção de mísseis dentro do Comando Logístico do Exército Brasileiro.

Em primeiro lugar, é forçoso apontar a dificuldade de identificar qual divisão teria qualificações para receber a atribuição de gerir a aquisição do AV-TM 300 na atual estrutura do Comando Logístico do Exército Brasileiro.

De maneira similar, será necessária a criação de um quadro de especialistas em manutenção de mísseis que passem por um processo de certificação.

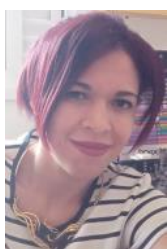
Tendo em vista as deliberações no âmbito do Ministério da Defesa em expandir a capacidade de emprego de mísseis de cruzeiro pela Força Aérea e a Marinha no médio prazo, reforça-se a necessidade e, mais que isso, a vantagem comparativa interburocrática em o Exército constituir a vanguarda no estabelecimento de uma diretoria e quadro para manutenção de mísseis de cruzeiro, e dos processos de certificação e gestão a eles atrelados.

Autores



Érico Duarte

Professor de Estudos Estratégicos e Relações Internacionais da UFRGS, Doutor e Mestre em Engenharia de Produção pela UFRJ e Bacharel em Relações Internacionais pela UnB. Foi professor/pesquisador visitante da Universidade Joaquim Chissano de Moçambique, do Centro Corbett de Estudos Marítimos do King's College, do Instituto para Estudos de Paz e Políticas de Segurança da Universidade de Hamburgo, da Cátedra Rui Barbosa da Universidade de Leiden e do IPEA. Recebeu o prêmio de Melhor Tese em Defesa Nacional de 2010.



Tamiris Pereira dos Santos

Pós-doutoranda e Doutora em Estudos Estratégicos Internacionais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bacharela em Relações Internacionais pela Unibero. Mestre em Ciências para Integração da América Latina pelo Prolam/ USP, na área de concentração Práticas Políticas e Relações Internacionais. Fez pesquisa de campo em 2016 no King's College London e no *Joint Staff Command Services College* do Reino Unido (Doutorado-sanduiche). Foi Webtutora na Faculdade FAEL (cursos de Economia, Gestão, Agronegócios, Comércio Exterior e Marketing) até 2019. Atualmente é pesquisadora associada ao GEESI/UFPB e ao GETED/UNESP.



Heraldo Makrakis

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Universidade federal do Rio Grande do Sul. Doutor em Ciências Militares pela Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (1997). Mestre em Sistemas e Computação pelo Instituto Militar de Engenharia (1995), graduado em Engenharia Química pelo Instituto Militar de Engenharia (1989) e em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (1981). Oficial R1 Engenheiro Militar do Exército Brasileiro. Professor Politécnico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Canoas atuando na área de Gestão e Logística.



Eduardo de Souza Pereira

Doutorando em Estudos Estratégicos Internacionais (UFRGS). Mestre em Estudos Estratégicos da Defesa e da Segurança (UFF, 2017), com especializações em Relações Internacionais (UnB, 2008), em História Militar (UNISUL, 2010) e em Docência do Ensino Superior (UFRJ, 2002). Graduado em Ciências Militares (AMAN, 1982), com especialização em Altos Estudos Militares (ECEME, 2000). Participou da *United Nations Angola Verification Mission III* (1996/1997), exerceu funções na área internacional no Ministério da Defesa (2005/2008) e no EME (2011/2013), foi Adido de Defesa do Brasil na Nigéria (2009/2011) e docente de cursos de graduação/pós-graduação no Exército Brasileiro.

**Luís Rodrigo Machado**

Doutorando e mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - PPGEI/UFRGS, na linha de pesquisa Segurança Internacional, possui especialização em Estratégia e Relações Internacionais Contemporâneas pela mesma universidade e graduação em Ciências Sociais - Licenciatura Plena pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. Também é pesquisador associado ao Instituto Sul-Americano de Política e Estratégia – ISAPE, parceiro do Núcleo de Estudos Estratégicos do Comando Militar do Sul. Possui experiência nas áreas de Defesa e Ciência Política, ênfase em Integração Internacional, Conflito, Guerra e Paz, atuando principalmente nos temas: Guerra das Malvinas/Falklands, guerras limitadas e A2/AD.

**Dionéia Gabrieli Valk**

Graduanda em Relações Internacionais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Em 2019, foi aluna de mobilidade acadêmica internacional na Universidad Nacional de La Plata (Argentina). Desde agosto de 2017, é bolsista de iniciação científica na área de segurança internacional, com experiência nos seguintes temas: política comparada, Guerra das Malvinas/Falklands, estratégia naval e estruturas de defesa. Atualmente, suas principais áreas de interesse são instituições de defesa, políticas de defesa, transformação militar e estudos estratégicos.