AVALIAÇÃO OPERACIONAL NA MARINHA DO BRASIL

Mauricio José Machado Guedes
Marinha do Brasil – Centro de Análises de Sistemas Navais
Praça Barão de Ladário s/n, Ilha das Cobras, Ed. 23, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20091-000
mauricio.guedes@marinha.mil.br

Jair Agner Júnior
Marinha do Brasil – Centro de Análises de Sistemas Navais
Praça Barão de Ladário s/n, Ilha das Cobras, Ed. 23, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20091-000
agner@marinha.mil.br

RESUMO

Este artigo apresenta o processo de Avaliação Operacional (AO) na Marinha do Brasil. É uma tarefa bastante dispendiosa, pois os meios da Marinha do Brasil têm que ser testados em condições tão reais quanto possível. A metodologia utilizada no Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV) de determinação de indicadores para medir o desempenho de sistemas complexos demanda o estudo profundo do sistema sendo avaliado, seu objetivo e o ambiente em que irá operar. Como normalmente, durante a fase de planejamento da AO, não é possível observar o sistema funcionando na prática, a Modelagem e Simulação (M&S) se torna uma ferramenta fundamental para observar seu funcionamento. A M&S é uma ferramenta da pesquisa operacional e da computação capaz de guiar o analista na identificação dos indicadores. O emprego de M&S se mostra uma ferramenta poderosa no planejamento de uma avaliação operacional.

PALAVRAS CHAVE. Modelagem, Simulação, Avaliação operacional

Tópico. D&SP – PO em Defesa e Segurança Pública

ABSTRACT

This article presents the Operational Evaluation process in the Brazilian Navy. This is a very expensive task, as the assets of the Brazilian Navy have to be tested in conditions as real as possible. The methodology used in the Center for the Analysis of Naval Systems (CASNAV) to determine the performance of complex systems requires the in-depth study of the system being evaluated, its objective and the environment in which it will operate. As normally, during the planning phase of the AO, it is not possible to observe the system functioning in practice, Modeling and Simulation (M & S) becomes a fundamental tool to observe its operation. M & S is an operational research and computing tool capable of guiding the analyst in the identification of indicators. The use of M&S is a powerful tool in the planning of an operational evaluation.

KEYWORDS. Modeling, Simulation, Operational Evaluation

Paper topics. D&SP

1. Introdução

Com a crescente complexidade dos sistemas que compõem os meios da Marinha do Brasil (MB), a Avaliação Operacional (AO) de um navio tornou-se uma tarefa cada vez mais dispendiosa, exigindo cada vez mais o auxílio das ferramentas da pesquisa operacional (PO. Na MB, a organização militar (OM) responsável pela AO dos sistemas navais, aeronavais e de fuzileiros navais é o Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV). A tarefas inerentes ao centro são: realizar a AO de sistemas e meios navais; pesquisar e desenvolver procedimentos e táticas de emprego de sistemas e meios navais; projetar e desenvolver sistemas de informação para apoio à decisão; assessoria técnica para a tomada de decisão, dentre outros.

2. Processo de Obtenção na Marinha do Brasil

A doutrina da MB [EMA-420 2002] para o processo de obtenção de meios navais, aeronavais e de Fuzileiros Navais é dividida em cinco fases: Concepção, Preliminar, Contrato, Execução e Avaliação Operacional.

a) Fase de Concepção

O Setor Operativo, após o recebimento dos Requisitos de Estado Maior (REM), inicia a elaboração dos Requisitos de Alto Nível dos Sistemas (RANS).

Nesta fase são realizados os Estudos de Exeqüibilidade (EE).

b) Fase Preliminar

Início dos estudos para a elaboração dos Requisitos Táticos Operativos (RTO).

Após se tornar concreto o conhecimento das definições dos sistemas do meio a ser obtido, o CASNAV iniciará o planejamento da Avaliação Operacional.

c) **Fase de Contrato**

O Setor do Material selecionará os possíveis construtores ou fornecedores, redigirá o contrato a ser firmado, assessorado pelo Setor Financeiro quanto aos aspectos relacionados a normas, legislação e alternativas financeiras para as Operações de Crédito.

d) Fase de Execução

Ao final da fase de Execução o meio estará prontificado e aceito. Será lavrado o Relatório Final de Aceitação (RFA), que caracteriza a aceitação contratual e relaciona as pendências, seus reflexos de caráter financeiro e os prazos estipulados para correção.

O Setor Operativo e o CASNAV iniciarão a preparação da Avaliação Operacional com base nos RANS consolidados, por intermédio da elaboração dos planos e testes requeridos.

e) **Fase de Avaliação Operacional**

Esta fase tem início com a aprovação do RFA e é essencial para o emprego otimizado do meio, visando à determinação dos parâmetros de desempenho, fornecendo quantificadores para o acompanhamento da vida útil e conseqüente necessidade de substituição ou modernização, servindo, também, como elo de realimentação para futuros projetos.

3. A Avaliação Operacional

A AO difere de um processo de aceitação de equipamento por ter uma abordagem sistêmica. Enquanto a aceitação se limita a verificar a aderência do funcionamento de um equipamento às especificações, a AO verifica os vários equipamentos que são necessários para a consecução de uma tarefa, visando otimizar o seu emprego, em condições as mais reais possíveis de operação. Isto é, o foco de uma AO é a missão, que fornecerá os cenários de utilização do navio. O cenário é a descrição imaginária que será utilizada para simular um ambiente real de operação do navio. Na construção do cenário são criadas linhas de ação, que são procedimentos a serem seguidos para cumprir a missão. A partir das linhas de ação são construídos os modelos de emprego, que serão o guia para as simulações que obterão as informações necessárias a respeito das características do sistema e seu desempenho operacional [Braga (1979)].

Sua quantificação é realizada por meios de testes com os sistemas operando em condições tão reais quanto possível, o que implica em um alto custo, pois envolve a operação de navios, aeronaves, submarinos e outros dispositivos necessários como apoio. A condução dos testes no mar é uma atividade dispendiosa, e deve ser usada com a máxima eficiência.

Em linhas gerais, um processo de AO busca "medir desempenho no cumprimento da missão visando otimizar emprego". A AO mede a eficácia de um sistema para:

– Otimizar emprego;
– Otimizar apoio; e
– Otimizar configuração e aquisição.

Assim, um processo de AO mede a eficácia do meio no cumprimento de suas missões para aumentar a eficiência de seu emprego. O objetivo é COMBATER.

A AO consiste no conjunto de procedimentos necessários para o fornecimento de subsídios ou elementos de informação, em sua maioria quantitativos, que possam auxiliar no processo de tomada de decisões quanto à obtenção, ao emprego, ao apoio logístico e às modificações do sistema avaliado. A AO procura estimar a eficácia e a adequabilidade operacional do sistema através de experimentos controlados, onde se busca o maior realismo possível.

Um processo de AO:

- Reduz os riscos de um projeto;
- Fundamenta a decisão sobre a obtenção de sistemas;
- Fundamenta decisões relativas ao adestramento, ao apoio logístico e ao emprego;
- Aperfeiçoa doutrinas;
- Afere o desempenho operacional;
- Subsidia estudos para desenvolvimento de tática;
- Aprimora especificações ou configurações;
- Busca determinar os limites de desempenho de um sistema, em situações reais de utilização;
- Procura estimar a eficácia e a adequação operacional do sistema através de experimentos controlados, onde se busca o maior realismo possível;
- Considera as tarefas, as ameaças e os cenários (TAC);
- É eminentemente quantitativa (objetiva); e
- Por vezes, restrições orçamentárias exigem conclusões qualitativas (subjetivas).

4. A Metodologia de Avaliação Operacional

A metodologia utilizada no CASNAV [EMA-333 2004] de determinação de indicadores para medir o desempenho de sistemas complexos demanda o estudo profundo do sistema sendo avaliado, seu objetivo e o ambiente em que irá operar, chamada de análise das tarefas, ameaças e cenários (TAC), constantes do REM e do RANS. Os documentos da fase de planejamento de uma AO são:

4.1. Plano Mestre: Enunciado do problema

É o documento que formaliza o entendimento do problema juntamente com o cliente. Define o escopo da AO. Estabelece as necessidades em termos materiais e de pessoal e o cronograma físico-financeiro. São definidos os AOC guiada pela TAC.

4.2. Plano de Avaliação: Planejamento da avaliação

Consiste na identificação dos indicadores de eficácia dos AOC, chamadas de Medidas de Eficácia Operacional (MEO). A obtenção das MEO implica em procedimentos repetitivos para o levantamento de estatísticas confiáveis, e fica claro que quanto maior a precisão requerida, mais dispendioso será sua obtenção.

Para a utilização racional dos recursos disponíveis, é preciso se concentrar nas variáveis que afetam a MEO procurada e separar as variáveis que não afetam, ou afetam pouco, o resultado final. A concentração dos esforços na obtenção das variáveis mais importantes leva a uma substancial economia de recursos. Além disso, alguns parâmetros são virtualmente impossíveis de serem obtidos na prática, por envolver um custo altíssimo ou por ter um grau de risco inaceitável, e devem ser obtidos a partir da composição de outras MEO que, associadas de maneira correta, informarão o resultado da MEO procurada. As MEO podem ser decompostas em Medidas de Desempenho (MOP) que, reunidas, quantificarão o indicador principal, a MEO. As variáveis que devem ser gravadas, anotadas ou filmadas durante os testes são chamadas de Elementos Essenciais de Análise (EEA). A Figura 1 apresenta um esquema do relacionamento dos AOC, MEO, MOP e EEA.

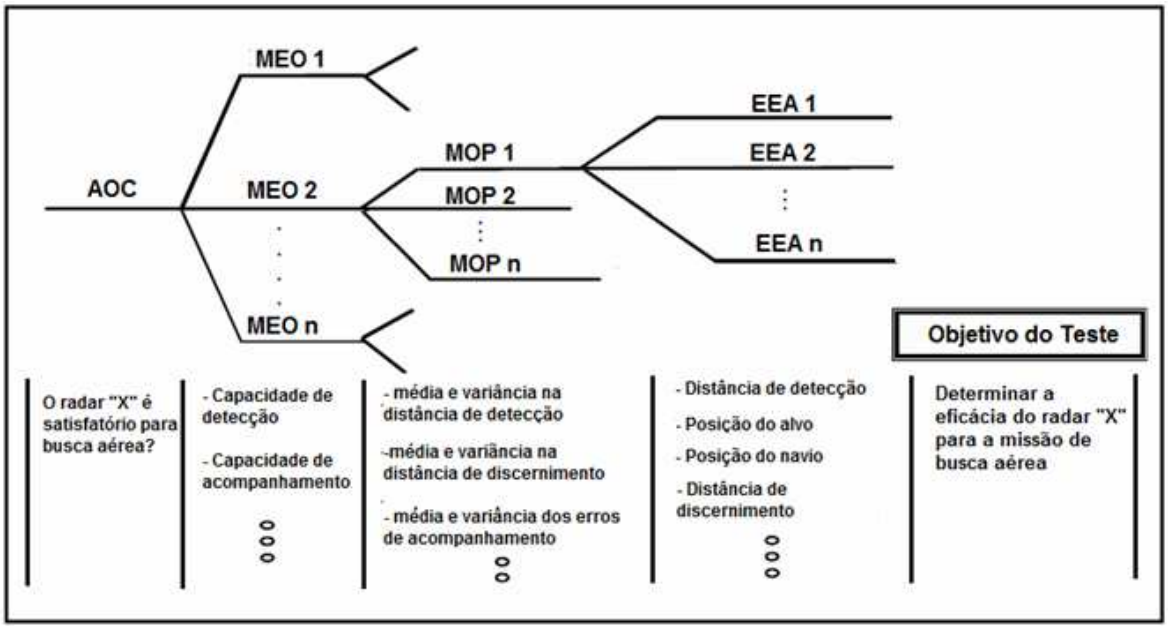


Figura 1 – Estrutura para a especificação da coleta de dados

A maneira como esses vários indicadores vão se compor para quantificar o AOC é complexa. Como os testes são dispendiosos, é necessário saber o grau em que cada indicador contribui para o indicador principal. Isso vai permitir que maior volume de recursos seja alocado aos indicadores mais importantes, contribuindo, juntamente com as técnicas estatísticas de Projeto de Experimentos, que os analistas sejam capazes de elaborar testes reais mais eficientes, isto é, testes que consigam quantificar as MEO com o mínimo de gastos. A M&S é uma ferramenta útil nessa fase, pois auxilia na visão do funcionamento do sistema.

4.2.1. Estudo dos Sistemas

Os sistemas a serem avaliados devem ser estudados naquilo que interessar à AO.

4.2.2. Sinopse dos Testes

No Plano de Análise, os testes devem ser especificados e definidos os recursos em dias de mar, horas de vôo, instrumentação, necessidade de registro de dados e outros recursos necessários.

4.3. Coletânea de testes

Para a quantificação dos indicadores, é necessário uma coleta de dados durante os testes. As variáveis que devem ser gravadas, anotadas ou filmadas durante os testes são chamadas de Elementos Essenciais de Análise (EEA). A Figura 2 apresenta a estrutura utilizada para a especificação da coleta de dados nos testes.

A Modelagem e Simulação (M&S) torna-se muito importante nesta fase, principalmente para ensaiar a missão, prever a coleta de dados e auxiliar na análise de sensibilidade.



Figura 2 – Eventos usados para elaborar um teste

– Testes: Procedimentos para obtenção dos dados no mar que permitirão quantificar o desempenho do sistema.

4.4. Relatórios e EXOPs

Após os testes serem executados e a coleta dos dados realizada, uma análise dos dados é procedida para a determinação das MOP e MEO que, conjuntamente, quantificarão os AOC. Os resultados da AO são consolidados no Relatório Final da Avaliação, que conterá o aprendizado administrativo, e o Manual de Desempenho, que conterá os indicadores de eficácia do meio, ver Figura 3.

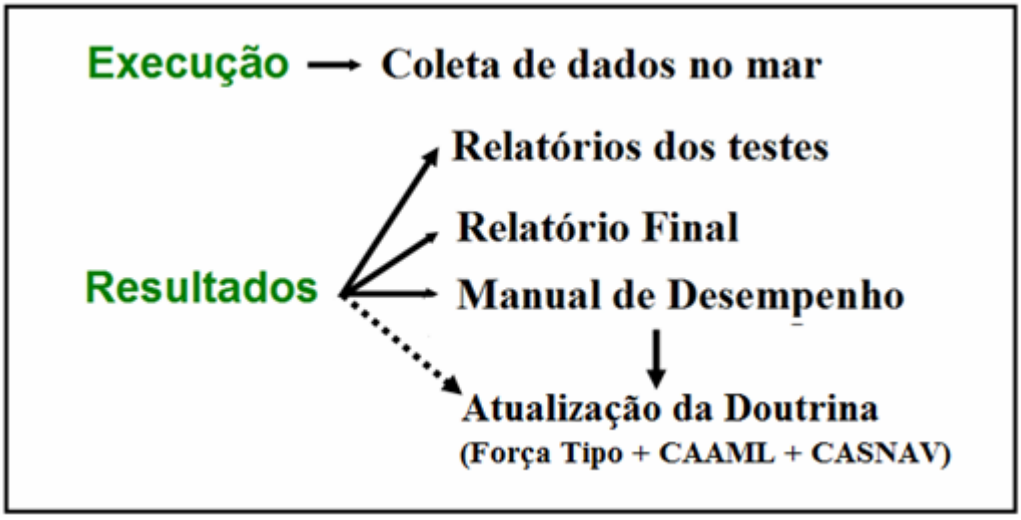


Figura 3 – Relatórios de uma AO

O Manual de Desempenho subsidiará duas outras publicações, o Manual de Emprego e a Coletânea de EXOPs, conforme mostrado na Figura 4.

O Manual de Emprego do meio é uma publicação de caráter doutrinário, e deve ser elaborado pela Força Tipo do meio juntamente com o CASNAV usando os resultados estabelecidos no Manual de Desempenho.

A coletânea de EXOPs são Exercícios Operativos que se destinam a medir o aprestamento do meio ao longo de sua vida útil, auxiliando o processo decisório de baixa do material. Os P-EXOPs elaborados durante a AO serão transformados em EXOPs pelo CASOP juntamente com o CASNAV.

- EXOP: Procedimentos para acompanhar a vida útil do sistema, mantendo-o dentro dos padrões levantados na AO
  - É um dos principais resultados da AO
  - É o instrumento condutor da AO continuada

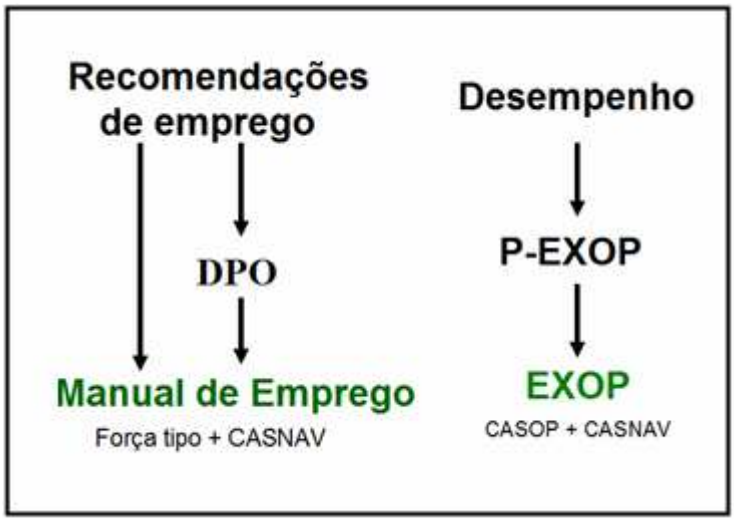


Figura 4 – Utilização dos resultados da AO

5. A Modelagem e Simulação na AO

> *Para a obtenção das MEO, são construídos modelos considerando o emprego do meio no cumprimento das diversas tarefas a ele atribuídas, considerando as TAC e com o objetivo de determinar o desempenho do meio em combate. Esses modelos podem ser digitais ou analógicos. Eles auxiliam na determinação dos indicadores (MEO), no relacionamento desses indicadores e na análise de sensibilidade. Auxilia também na elaboração dos testes para a obtenção das MEO. Os testes são simulações realísticas para a obtenção dos indicadores.*

As simulações realísticas (testes) a serem conduzidas servirão para aumentar o conhecimento sobre o aprestamento do meio. Toda simulação é quase real, mesmo que utilize o próprio equipamento no mar e o apoio necessário. O termo quase real é porque tudo que não seja a guerra é simulação.

> *A simulação realística é usada já há muito tempo. Santos Dumont usou de simulação [Fuchs 1989] para testar os comandos de seu 14bis, pendurando-o no Dirigível nº 14, daí o nome 14bis pelo qual passou a ser chamado. Dessa forma, a manutenção no ar passava a ser dada pelo balão, e a direção, pelo biplano. A Figura 5 apresenta o 14bis e o dirígivel 14.*

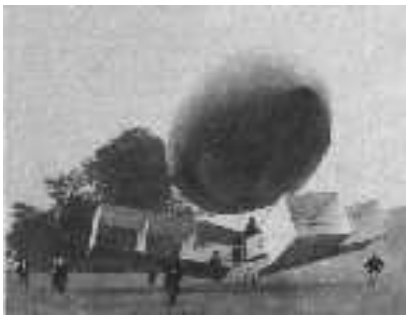


Figura 5 – O 14bis pendurado no dirigível 14

Outro exemplo [Mosqueira 2001] de simulação realista foi durante a guerra do Vietnã. O desempenho significativamente superior dos pilotos da Marinha Norte Americana em relação aos pilotos da Força Aérea, operando por vezes o mesmo equipamento, chamou a atenção. A causa não era outra se não um melhor treinamento pré-combate dos pilotos da aviação naval na então recém criada *Top Gun Fighter Weapons School* (fim do ano de 1968). Objetivando inicialmente apenas economizar munição no início do treinamento dos pilotos, foi elaborado um programa de treinamento baseado no engajamento, em que os pilotos travavam o combate simulado contra aeronaves com performance modificada (para parecerem com os MIG's 17 e 21) pilotadas por habilidosos instrutores. O treinamento realista da escola TOP GUN, deu maior poder de combate aos pilotos da Marinha numa comparação direta aos pilotos da Força Aérea.

Os testes no mar, a exemplo dos dois casos apresentados como exemplo, mesmo tendo o compromisso de serem simulações realísticas, são realizados em ambiente artificialmente criado e controlado, e em condições tão reais quanto possível para permitir a coleta de dados. Em um teste existem duas necessidades que são antagônicas: a necessidade de simular realisticamente o combate e a necessidade de gravação. A competência em equilibrá-las em muito contribuirá para o sucesso da AO.

O desempenho medido pelas MEO têm comportamento estatístico, o que acarreta que várias repetições devem ser feitas para obter uma medida com boa dose de certeza. Isso impõe que uma cuidadoso planejamento seja feito, de modo a minimizar a quantidade de repetições necessárias para obter resultados com a precisão requerida.

Na área da simulação digital, os Jogos de Guerra são o exemplo mais clássico, mas existem muitos outros, como treinadores táticos, simuladores de avarias e de manutenção do meio. As simulações também visam à otimização do emprego do meio, nos modos tático (emprego), segurança (controle de avarias) e manutenção (apoio). Mas para isso é necessário a obtenção dos parâmetros de desempenho dos sistemas, não isoladamente, mas integrados entre si e com o elemento humano, no cumprimento das missões previstas para o meio.

Como normalmente, durante a fase de planejamento da AO, não é possível observar o sistema funcionando na prática, a modelagem e simulação (M&S) se torna uma ferramenta fundamental para observar seu funcionamento e auxiliar na determinação de indicadores e o projeto de testes para sua obtenção. A Figura 6 apresenta a M&S no processo de AO.

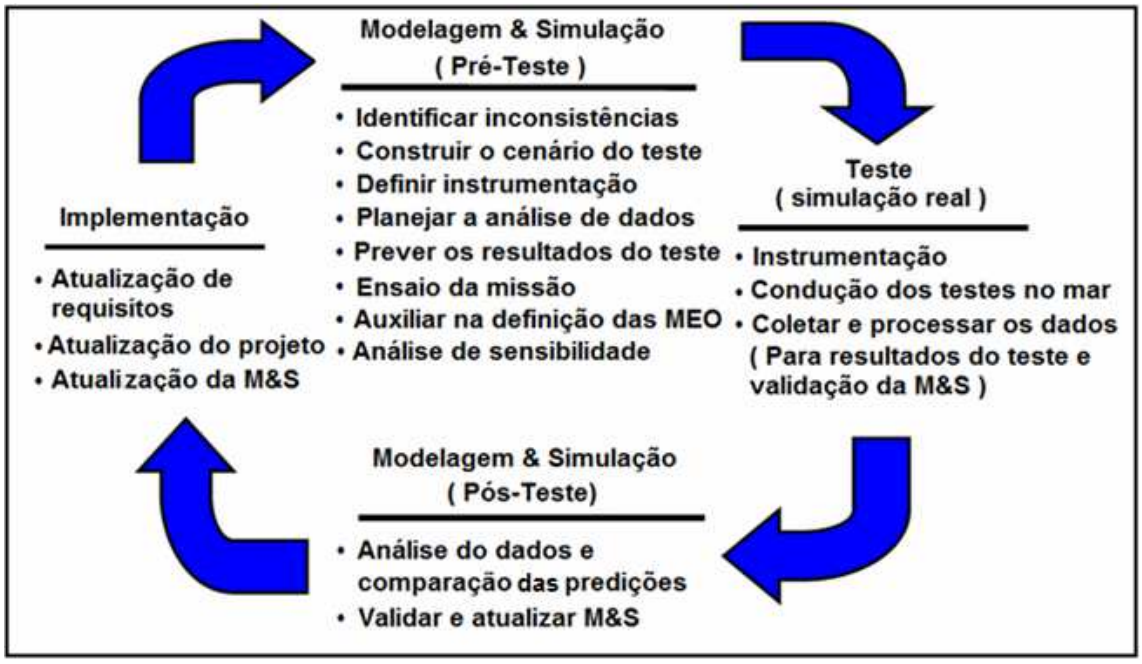


Figura 6 – Ações da M&S

Os sistemas são demandados operar em um ambiente complexo que são difíceis de avaliar, como por exemplo:
- avaliar a eficácia de sistemas AAW, necessidade de avaliar vários subsistemas de *hard* e *soft-kill* atuando juntos;
- avaliar a eficácia de sistemas de GE, necessidade de emular vários tipos de emissão das ameaças; e
- Avaliar a eficácia de sistemas abaixo d'água, necessidade de emular uma grande variedade de condições ambientais e de simular alvos realistas.

Como já foi dito, tudo o que não for guerra é simulação em algum grau. Assim, o desafio é encontrar o compromisso correto entre M&S e testes no mar para obter a eficácia dos sistemas [Chapman at al. 2000]. Outro aspecto é que não existe nem tempo e nem recursos suficientes para construir cenários empregando diversos tipos de ameaças, para testar os sistemas em toda sua extensão [Ignall at al. 1979]

6. Conclusão

A Avaliação Operacional é a parte do processo de compra de um meio aéreo que testa as características do meio em um ambiente simulado, visando medir a eficácia de um sistema para otimizar emprego, otimizar apoio e otimizar configuração e aquisição.

Para isso, o uso de M&S em um processo de AO é extremamente importante, não podendo ser separada desse processo. Todo o processo de AO é constituído de diversos tipos de simulações, desde as mais simples simulações analógicas e digitais até as mais complexas simulações realísticas.

7. Referências

Braga, M.J.F., *Avaliação Operacional de Sistemas*, Revista Marítima Brasileira, Marinha do Brasil, jul/ago/set 1979.

Chapman, S.J., Benke K.K., *Assessment of Ship Air Defence Performance by Modelling and Simulation*, BAE SYSTEMS Austrália, 2000.

Estado Maior da Armada, EMA-420, *Normas para Logística de Material*, 2002.

Estado Maior da Armada, EMA-333, *Sistemática para Avaliação Operacional na Marinha do Brasil*, 2004.

Fuchs, Revista Superinteressante, http://www.cabangu.com.br/pai_da_aviacao/4-14bis/1-simula.htm, acessado em 2019.

Ignall E. e Kolesar P., *On Using Simulation to Extend OR/MS Theory: The Symbiosis of Simulation and Analysis*, in *Current Issues in Computer Simulation*, New York, EUA, Academic Press, 1979. Cap. 15, p. 223-233.

Mosqueira Gomes, M., Tese de Doutorado, *Método para a Obtenção de Padrões de Medidas de Desempenho de Unidades da Força Terrestre*, 2001.

Glossário

AO	- Avaliação Operacional
EMA	- Estado Maior da Armada
M&S	- Modelagem e Simulação
AAW	- Anti-air warfare
GE	- Guerra eletrônica
MEO	- Medidas de Eficácia Operacional
MOP	- Medidas de Performance
EEA	- Elementos Essenciais de Análise
TAC	- Tarefa, ameaça, cenário
AOC	- Aspecto Operacional Crítico
OM	- Organização militar
CASNAV	- Centro de Análises de Sistemas Navais
REM	- Requisitos de Estado-Maior
RANS	- Requisitos de Alto Nível dos Sistemas
EE	- Estudos de Exeqüibilidade
RTO	- Requisitos Táticos Operativos
RFA	- Relatório Final de Aceitação