

Avaliação Operacional: Ano Cinco **Ten Cel Av Davi Rogério da Silva Castro – COMGAR**

Há não muito tempo os recursos de Guerra Eletrônica disponíveis na Força Aérea Brasileira resumiam-se ao MAGE do P-95, ao sistema de autoproteção do A-1, ao pod interferidor “Cayman” e ao radar TRS-2230. Apenas esses equipamentos e sistemas foram suficientes para uma verdadeira revolução na FAB, em termos técnicos e doutrinários. A partir do estudo de tantas situações impostas pela sua operação fomos capazes de abandonar, definitivamente, a passividade na aquisição de novas aeronaves, sistemas e equipamentos.

Hoje, podemos constatar a presença da Guerra Eletrônica em praticamente todas as aviações, no controle do espaço aéreo e nas estruturas de ensino e de Pesquisa & Desenvolvimento. Enumerar cada equipamento e sistema, atualmente, já requer certo trabalho de pesquisa, ensejando uma nova revolução. Depois de aprendermos a documentar nossas necessidades operacionais, a especificar requisitos, a escolher nossos sistemas e equipamentos, surgiu, naturalmente, uma nova atividade: constatar se o sistema ou equipamento adquirido atende à necessidade operacional original.

São inúmeras as técnicas utilizadas para testar um sistema. A Força Aérea, aliás, absorveu de maneira contundente as técnicas de Ensaio em Vôo, que auxiliam o levantamento de limites, a definição de procedimentos normais e de emergência e atestam o processo de aceitação. Pilotos e engenheiros de prova são especializados em levantar cada detalhe do vôo, em ambiente cuidadosamente controlado.

Mas como checar se a necessidade operacional foi realmente atendida? Ou seja, como verificar que o sistema ou equipamento cumpre a missão a que se destina nas condições operacionais típicas? Afinal, nós do COMGAR não somos pilotos ou engenheiros de prova e os equipamentos e sistemas interagem entre si e com o meio, num ambiente muito diferente do ensaio em vôo.

Não foi difícil para o COMGAR verificar qual disciplina ofereceria o conjunto de ferramentas necessárias para iniciar essa atividade em 2003. A **Análise Operacional** (*Operations Research* ou *Operations Analysis*, em Inglês, ou Pesquisa Operacional, como é conhecida no meio civil brasileiro) surgiu após a 2ª Guerra Mundial, como fruto da reunião de métodos fundamentais para a solução de problemas complexos. Durante a guerra, matemáticos, estatísticos, físicos e outros cientistas contribuíram para a criação das táticas e procedimentos que ajudaram os aliados a vencer.

Aplicar a Análise Operacional (AO) significa criar modelos matemáticos, estatísticos, probabilísticos (chamados também de estocásticos) e desenvolver novas formas de trabalho, com base no método científico. Tratando-se de testes, a “caixa de ferramentas” com as “cores” da Análise Operacional chama-se **Avaliação Operacional** (*Operational Test and Evaluation - OT&E*, em Inglês).

Objetivos da Avaliação Operacional

Segundo a NSCA 500-3 (ver referência “a”), a Avaliação Operacional (AVAOP) é definida como “processo pelo qual se avaliam a Eficiência Operacional e a Adequabilidade Operacional de um sistema. Sua condução provê informações sobre organização, requisitos de pessoal, doutrina e táticas, bem como sobre as instruções operacionais, a documentação de software, publicações e guias de manutenção do sistema. Esse processo é realizado com a participação de operadores e pessoal de manutenção e estende-se por todo ciclo de vida do sistema, desde os estágios iniciais de concepção, até a ampliação da vida útil (modernização). O ambiente de teste tem que ser operacionalmente realístico e incluir, sempre que possível, as contramedidas inimigas”.

Ainda segundo a NSCA 500-3, a AVAOP tem quatro objetivos principais:

- a) Determinar em que níveis um sistema, combinado com seus operadores e pessoal de manutenção, atinge os objetivos para o qual foi designado, nas condições operacionais previstas;
- b) Apoiar o desenvolvimento de métodos e meios que busquem o emprego ótimo de um novo sistema ou que criem novas formas de emprego para um sistema antigo;
- c) Estabelecer medidas de desempenho de um sistema novo, para, a partir delas, calcular os níveis máximos de degradação que ele pode atingir sem comprometer as tarefas para as quais foi destinado; e
- d) Prover informações para os órgãos de pesquisa & desenvolvimento, de logística e de planejamento operacional, que os auxiliem no processo de tomada de decisões referentes às especificações de novos sistemas, à confiabilidade das operações, às necessidades de modernizações e ao desenvolvimento de Conceitos Operacionais.

Fases da Avaliação Operacional

Muito provavelmente, realizaram-se avaliações operacionais no passado. São vários os relatos de experiências preparadas para determinar a eficiência de uma determinada tática ou procedimento. Entretanto, a proposta atual é realizar essa atividade com planejamento e com técnica adequada, registrando-se as “lições aprendidas” nos manuais de emprego segundo um método científico, sem “achismos”.

A execução de uma AVAOP segue um rigoroso processo, que prevê importante participação da unidade operadora em todas as fases: fornecendo informações sobre o sistema, auxiliando na determinação dos objetivos da AVAOP, operando os equipamentos e acatando as recomendações propostas no relatório final. Entretanto, cabe ao COMGAR todo planejamento, por envolver não só conhecimento sobre as capacidades do equipamento ou sistema a ser avaliado, da missão e do cenário tático, mas considerável *background* em Guerra Eletrônica, Análise Operacional, Estatística e, em especial, numa disciplina conhecida como Delineamento de Experimentos (*Design of Experiments* ou *DOE*, em Inglês). É por meio de um Delineamento de Experimento que se determinam os parâmetros principais da avaliação, as condições de execução dos testes e a quantidade de repetições que serão necessárias para se extrair da avaliação conclusões estatisticamente válidas.

Como não poderia deixar de ser, vários termos foram criados para caracterizar as nuances da cultura de Avaliação Operacional. Esperamos que “Diferença Militar Significativa”, “Medida de Eficiência Operacional (MEO)”, “Erro tipo I” e alguns outros tornem-se fraseologia comum em breve (os principais encontram-se definidos no quadro em destaque, conforme a NSCA 500-3). Entretanto, um termo merece especial atenção neste artigo, por se tratar do ponto de partida, o enunciado do objetivo da Avaliação Operacional: a Questão Operacional Crítica (QOC).

Entende-se por QOC um aspecto que define, em alto nível, uma capacidade do sistema ou equipamento no cenário previsto. Essa QOC pode considerar o sistema isoladamente ou em combinação com outros. Por exemplo, sobre um radar aeroembarcado, poderíamos fazer a seguinte QOC: “o sistema é capaz de identificar alvos de seção reta radar (*radar cross section*, *RCS*) semelhante à do F-5 em apoio à missão de interceptação?”. Se estivermos tratando de uma tática, a QOC poderia ser proposta como uma comparação: “a tática A é mais eficiente que a tática B, para a quebra de *lock-on* do radar diretor de tiro (DT) RTN-30X, que equipa as fragatas da Classe Niterói da Marinha do Brasil?”.

Não é difícil imaginar que uma AVAOP suscita a necessidade de outras AVAOP, seja para confirmar resultados em situações semelhantes, seja para verificar o comportamento do equipamento ou sistema em novos cenários. Por exemplo, nas QOC anteriores, poderíamos considerar o impacto da utilização de *datalink* na missão de interceptação ou a validade da tática proposta contra outros tipos de radares DT. O processo é cíclico, de maneira que o aprendizado

estará sempre fundamentado em experiências adequadamente documentadas nos relatórios de Avaliação Operacional e nos manuais de emprego.

Resultados

A atividade de Avaliação Operacional no COMGAR iniciou-se com a capacitação de recursos humanos no Brasil e no exterior. Hoje há matérias de Análise Operacional no Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético (CEAAE), ministrado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), e nos programas de mestrado e doutorado no Programa de pós-graduação em Aplicações Operacionais (PPGAO), também do ITA (mais informações na INTRAER: www.comgar.intraer/cgegar). Recebemos palestrantes estrangeiros que trouxeram cursos de curta duração sobre *Advanced Operational Test & Evaluation* e *ECM Effectiveness Evaluation* e mantêm-se estreito intercâmbio com o Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV), órgão responsável pela Avaliação Operacional dos sistemas da Marinha do Brasil.

Desde 2003, vários sistemas foram submetidos a AVAOP. Os detalhes fogem ao escopo deste artigo, mas vale a pena comentar que cada Avaliação Operacional tem contribuído cada vez mais para melhor emprego dos nossos equipamentos e sistemas. A listagem a seguir apresenta algumas das avaliações já realizadas:

- Sistema NCOM da aeronave R-99;
- RWR ELT 156-X da aeronave A-1;
- Radar ERIEYE da aeronave R-99A;
- Comportamento do míssil Python 3 frente a despistadores do tipo *flare*;
- Sistema MAGE da aeronave P-95 (DR 3000 e DR 2000);
- Sistema *Direction Finding* em HF aeromarcado na aeronave R-99;
- Emprego de *chaff* contra radares Diretores de Tiro por aeronaves A-1.

Próximos passos

Neste quinto ano de implantação da Avaliação Operacional no COMGAR, ainda estamos trabalhando nos objetivos propostos inicialmente, todos previstos no Plano Estratégico de Guerra Eletrônica (ver referência “b”). Por exemplo, não houve oportunidade para verificar a “Adequabilidade Operacional” de qualquer sistema ou equipamento. Prevê-se que a primeira vez em que isso ocorrerá será na AVAOP da aeronave P-3, cujo planejamento está sendo conduzido em conjunto com a Marinha do Brasil. Também não foram programadas ainda Avaliações Operacionais Periódicas, que ensejam melhor compreensão do tema nas unidades operacionais. A Avaliação Operacional Periódica é definida como o “processo pelo qual se verifica, periodicamente, durante a fase de Utilização do ciclo de vida de um sistema ou material, a manutenção da Eficiência Operacional e da Adequabilidade Operacional estabelecidas numa Avaliação Operacional”.

Muito esforço está sendo dispensado para criação do chamado Estande Operacional. O projeto prevê a adequação do Campo de Provas Brigadeiro Velloso (CPBV) de Caximbo num local que, por meio de instrumentação adequada, permitirá a avaliação de táticas. Essa instrumentação está sendo especificada e inclui plataformas de aquisição de dados, transmissores em faixas de frequências de interesse, que atuarão como geradores de ameaças, além de sistemas de controle diversos. A avaliação de táticas pode ser feita por meio de AVAOP, num processo definido em detalhes na NSCA 500-3.

Por fim, o COMGAR está engajado na tarefa de desenvolvimento de “Conceitos Operacionais”, entendido como conceitos de emprego, táticas ou procedimentos ou, ainda, como uma doutrina de preparo e emprego da Força. A partir de Conceitos Operacionais será possível estabelecer, nas Forças Aéreas e nas Unidades operacionais, programas de treinamento alinhados com uma orientação de alto nível mais adequada. Exemplo de Conceito Operacional seria “Emprego da Aviação de Patrulha em combate” ou, mais especificamente, “Emprego da aeronave

P-3 em combate”. O desenvolvimento de Conceitos Operacionais exige conhecimento ainda não disponível na Força Aérea Brasileira, apesar das técnicas de Análise Operacional oferecerem um bom ponto de partida. Ou seja, há necessidade de mais pesquisa.

Como o leitor pode perceber, outras revoluções estão a caminho.

Referências

a) NSCA 500-3 “Análise Operacional” (Norma do Sistema de Guerra Eletrônica da Aeronáutica, SIGEA), fevereiro de 2007. Essa NSCA substituiu e tornou sem efeito a ICA 500-2, sobre o mesmo tema, de 2005.

b) NSCA 500-2 “Plano Estratégico de Guerra Eletrônica” (PEGE), 2006.

Breve currículo

O Ten Cel Av Davi Rogério da Silva Castro é piloto de Ataque, concluiu o CFOAv em 1987 e atualmente é chefe da Seção de Análise Operacional do CGEGAR. É Engenheiro Eletrônico pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), mestre em Análise Operacional pela *Naval Postgraduate School (NPS-EUA)* e instrutor de Guerra Eletrônica desde 1998.

Quadro em destaque

Termos de Avaliação Operacional

ADEQUABILIDADE OPERACIONAL

Grau de conformidade que um material deve apresentar com relação aos requisitos operacionais, considerando-se aspectos como: disponibilidade, confiabilidade, manutenibilidade, interoperabilidade, compatibilidade, suporte logístico, transportabilidade, documentação, treinamento, fatores humanos e de segurança.

DIFERENÇA MILITAR SIGNIFICATIVA

A diferença medida entre o que é considerado um resultado ruim e o requisito de resultado bom é chamada de diferença militar significativa. Exemplificando: se o requisito de um míssil é ter probabilidade de acerto de 95% e o decisor definir uma probabilidade mínima de acerto de 60% (abaixo disto o míssil seria considerado ruim), então a diferença militar significativa é de 35% (95% - 60%).

EFICIÊNCIA OPERACIONAL

Grau que um sistema satisfaz os requisitos operacionais quando inserido no cenário para o qual foi concebido e operado por seu usuário típico, considerando-se aspectos operacionais, tais como: capacidade de detecção, mobilidade, letalidade, etc.

ERRO DO TIPO I

É aquele no qual o decisor rejeita um lote proveniente de uma população boa. Por exemplo, rejeitar um míssil que na realidade atende aos requisitos. Em Estatística, a probabilidade de ocorrer um erro do tipo I é chamada de α (alfa).

ERRO DO TIPO II

É aquele no qual o decisor aceita um lote proveniente de uma população ruim. Por exemplo, aceitar um míssil que na realidade não atende aos requisitos. A probabilidade de ocorrer um erro do tipo II é conhecida como β (beta).

MEDIDA DE EFICIÊNCIA OPERACIONAL (MEO)

Uma medida quantitativa ou qualitativa do desempenho de um sistema ou uma característica que indica em que nível ele consegue realizar determinada tarefa ou corresponde a um requisito, sob condições de operação tão reais quanto possíveis. Várias MEO devem ser estabelecidas para se avaliar a capacidade do sistema em produzir os resultados desejados.

MEDIDA DE PERFORMANCE (MP)

Medida essencialmente quantitativa do desempenho de uma função específica do sistema, que contribui para a caracterização de uma MEO. Geralmente é expressa por meio de taxas, percentagens e razões.

PLANO DE AVALIAÇÃO OPERACIONAL

Plano que documenta os objetivos a serem atingidos com o teste ou avaliação e detalha os procedimentos que deverão ser executados para coleta de dados e análise dos mesmos. Ele estabelece o cronograma, responsabilidades e envoltórios, bem como as necessidades de recursos materiais, humanos e financeiros associados.

POTÊNCIA DO TESTE

O complemento do beta ($1 - \beta$) é chamado de potência do teste. Exemplificando: se temos um β de 0,20, a potência do teste será de 80%, isto é, podemos dizer que temos 80% de probabilidade de que o lote não é ruim.

QUESTÃO OPERACIONAL CRÍTICA (QOC)

Um aspecto chave que determina, em alto nível, a capacidade de um sistema em desempenhar sua missão. Apresentada sob a forma de pergunta, deve ser respondida por meio da avaliação da Eficiência e Adequabilidade operacionais.