

Implantação da Bomba guiada a Laser - A correta preparação

Maj.-Av. Ricardo César Mangrich



Introdução

"Na II Guerra Mundial, gastávamos 9.000 bombas para atingir um alvo do tamanho de um abrigo de aviões; no Vietnã 300, e agora apenas uma".

Com essas palavras, o Secretário da Força Aérea dos Estados Unidos, Donald B. Rice definiu, com precisão, a eficácia da BGL.

Segundo dados extraídos dos relatórios das Forças Aéreas de Coalizão participantes da Guerra do Golfo, durante os 43 dias de conflito, nos ataques realizados contra o Iraque e o Kuwait ocupado, 90% das bombas inteligentes atingiram seus alvos contra apenas 25% das bombas convencionais.

A Aeronáutica está carente de meios para cumprir com eficiência a sua destinação constitucional de defender a Pátria e garantir os poderes constitucionais, a lei e a ordem, pois, desde a II Guerra Mundial, quando operava aviões e armamentos de última geração, a Força Aérea nunca mais pode contar com armamentos modernos em seus arsenais.

Para reverter essa situação, o Comando da Aeronáutica vem demonstrando a firme intenção de adquirir armamentos de alta tecnologia como a BGL. Este interesse foi materializado com a emissão do Requisito Operacional Preliminar (ROP) nº 16 do EMAER.¹

Há, porém, um grande óbice a ser vencido: a falta dos conhecimentos técnico e tático em relação ao emprego de armamentos modernos, motivada pelas várias décadas de atraso tecnológico dos itens bélicos, hoje, utilizados.

Após recebida a BGL, causa preocupação a possibilidade do atraso na implantação operacional, devido à falta de conhecimento, vindo o produto a perder parte da sua preciosa vida útil, estocado em prateleiras.

É, portanto, indispensável que a área operacional possua uma maneira de se preparar para esta tarefa o mais rápido possível, pois, se é obrigação do Governo destinar recursos para que a Aeronáutica cumpra sua missão, é dever da Força fazer de tudo para que esse investimento alcance o retorno esperado.

Este trabalho estabelece medidas para aumentar, no âmbito do Comando da

Aeronáutica, o conhecimento a respeito de armamentos inteligentes, em prazo oportuno, por meio da proposta de criação de um curso específico e a designação de uma unidade aérea de A-1 para ser a responsável pelo recebimento e implantação da BGL na FAB.

Histórico

Mesmo na II Guerra Mundial, quando os ataques aéreos envolviam o uso de centenas de aeronaves e milhares de bombas contra apenas um único alvo, os especialistas buscavam uma maneira de tornar a relação custo-benefício dos bombardeios mais vantajosa, aumentando a precisão dos sistemas de pontaria.

No início da Guerra do Vietnã, o número de pilotos americanos derrubados em ataques contra alvos táticos foi muito grande. Na maioria das vezes, esses não eram adequadamente atingidos ou afetados. O motivo desse atrito ainda era o Erro Circular Provável (ECP) dos sistemas de pontaria da época, o que obrigava a execução de ataques a baixíssimas altitudes empregando um elevado número de aeronaves.

As perdas no Vietnã fizeram com que recursos fossem destinados ao desenvolvimento de um armamento inteligente, capaz de reduzir o ECP a um tal ponto que uma única bomba lançada pudesse fazer o serviço de dezenas de bombas convencionais. Surge, então, a Bomba Guiada a Laser.

Especialistas americanos da época calculavam que um caça F-4, equipado com duas BGL, tinha a mesma probabilidade de acerto (PA) que 44 caças do mesmo tipo equipados com bombas convencionais.

Apesar de incipiente, o uso da BGL no Vietnã demonstrou a sua extrema eficácia no quesito precisão. Várias pontes, que até então permaneciam intactas após várias surtidas

¹ BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. *Requisito Operacional Preliminar para a Bomba Guiada a Laser*. ROP EMAER 16. Brasília, 1998.



com sistemas convencionais, foram destruídas com um único e fulminante ataque com a nova arma.

Essa eficácia pôde ser totalmente mensurada durante as campanhas no Golfo Pérsico e no Leste Europeu, conflitos que tiveram a maioria dos ataques contra alvos importantes baseados na sua utilização.

Logo após a Guerra do Golfo, com o sucesso da BGL no conflito, o EMAER começou a demonstrar interesse pela aquisição dessa arma. Pela primeira vez, esse armamento apareceu listado nos planos de modernização da Força.

Em 1998, visando a nortear o processo de aquisição da BGL, segundo normas estabelecidas², surgem os requisitos operacionais para o sistema de bomba guiada a laser, denominado ROP EMAER 16.

Esse documento estabelece, entre outros, os seguintes requisitos:

a) O sistema de bomba guiada a laser compreende não só o kit de guiagem, adaptado ao corpo da bomba, mas também um pod designador adaptado e integrado à aeronave lançadora;

b) o sistema deverá ser capaz de propiciar ataques a baixa altura, com um tempo de designação mínimo e também ataques a grande altitude, fora do envelope da artilharia antiaérea de curto e médio alcance; e

c) o pod designador deverá ser instalado na estação central da aeronave A-1 pertencente ao terceiro lote de produção.

Até novembro de 2001, empresas fabricantes da bomba tinham iniciado os contatos com vários setores do Comando da Aeronáutica, demonstrando interesse em fornecer o item.

Num futuro bastante próximo, será definido o sistema a ser adquirido, bem como o seu fornecedor. O prazo estabelecido para

a entrega e recebimento dos primeiros exemplares é bastante diminuto, e, em breve, a FAB passará a ter as aeronaves A-1 capacitadas para o emprego com armamento inteligente.

Dessa forma, há a necessidade de se situar a área operacional do Comando da Aeronáutica neste contexto, mostrando a realidade de hoje e os óbices encontrados.

O Problema

Atualmente, a conjuntura operacional, dentro do Comando da Aeronáutica, não é favorável ao recebimento e ao emprego imediato de armamentos modernos e de alta tecnologia, como a BGL.

Essa inadequação decorre de um gradativo processo de obsolescência dos sistemas de armas utilizados pela FAB, acarretando uma defasagem, cada vez maior, do nível de conhecimento operacional.

Na verdade, ocorreu uma regressão relativa do conhecimento. Na II Guerra Mundial, os pilotos brasileiros do 1º Grupo de Aviação de Caça operavam com o que havia de mais moderno no mundo.

Em 1956, o Brasil foi um dos primeiros países latino-americanos a operar uma aeronave a jato, o Gloster Meteor, que estava sendo entregue também à Royal Air Force.

No início da década de 70, a FAB experimentou a estréia da aviação supersônica, com a entrada em serviço do Mirage e do F-5, o que propiciou o contato com armamentos e sistemas modernos, como o míssil infravermelho.

A partir daí, nos 25 anos que se seguiram, a aviação de combate não teve qualquer avanço em termos de sistema de armamento.

No início da década de 90, entrou em serviço o A-1. Apesar de ser uma aeronave

² BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. *Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica*. Brasília, 1992. (DMA 400-6).



de ataque dedicada, dispondo de modernos sistemas de navegação e pontaria, o A-1 não incrementou como deveria a capacidade operacional da Força Aérea. Os pilotos, selecionados entre os melhores, já eram fruto do período obscuro da década de 80, e os armamentos continuavam a ser os mesmos utilizados na II Guerra Mundial.

O principal motivo da estagnação operacional da Força Aérea é a não-aquisição de armamentos modernos nos últimos 25 anos.

Essa falta de contato com a modernidade foi criando uma lacuna cada vez maior, a ponto de, hoje, a Força Aérea ter sérias dificuldades em até mesmo especificar um sistema desse tipo, quanto mais operá-lo adequadamente.

Entre os inúmeros cursos realizados pelo Comando da Aeronáutica, existem dois diretamente relacionados com o emprego de armamentos modernos: o Curso de Guerra Eletrônica e o Curso de Planejamento e Emprego do Armamento Aéreo (CPEAAE).

Apesar de serem considerados cursos de excelência, com base na análise das críticas dos alunos, ambos não podem aprofundar os conhecimentos ministrados, pois estão limitados a poucas semanas.

A área de Guerra Eletrônica tenta resolver esse problema, criando outros módulos mais específicos, como, por exemplo, o Mestrado no Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA). Mas o problema principal é que tanto o Curso de Guerra Eletrônica quanto o CPEAAE são ministrados a uma parcela muito pequena da oficialidade.

Conseqüentemente, a grande maioria dos pilotos e oficiais especialistas ligados à área operacional não tem a oportunidade de realizar qualquer curso nesse setor e, por frustração ou por necessidade funcional, acaba distanciando-se da razão de ser do Comando da Aeronáutica, que é a arte da

guerra aérea, ligando-se cada vez mais a outras atividades.

A pior consequência será o tempo excessivo que irá decorrer entre o recebimento da BGL e seu emprego. Um armamento de operação complexa, que trará uma capacidade excepcional de precisão nos ataques, exige de seu operador um alto grau de treinamento e, conseqüentemente, um tempo razoável de adaptação à sua correta operação.

O recebimento de um sistema laser, na atual conjuntura, exigiria um período de vários anos até o operador estar em condições mínimas de emprego. Essa demora pode se prolongar tanto que se corre o risco de o item ficar obsoleto ou já estar no final de sua vida útil. Tal fato traz extrema preocupação, uma vez que situações similares já ocorreram em aquisições de outros sistemas, feitas pelo Comando da Aeronáutica.

A falta de preparo, neste caso a falta de conhecimento, também trará conseqüências negativas na fase final de negociações e na fase inicial do recebimento. Corre-se o risco, também, de comprar um sistema com características indesejáveis ou gastar vultosas quantias com capacidades acima das necessidades operacionais da FAB.

A causa principal desta situação é a falta de conhecimento generalizado sobre as características, potencialidades e emprego operacional de armamentos inteligentes, existindo, então, a necessidade de se adquirir tal conhecimento o mais rápido possível.

Dentro desse contexto, configura-se o problema, cuja solução é objeto deste trabalho: aumentar o conhecimento sobre armamentos inteligentes na FAB, o mais rápido possível, a fim de propiciar uma eficaz implantação operacional da Bomba Guiada a Laser.



O Caminho para a Operacionalidade

Para aumentar o conhecimento da FAB sobre armamentos inteligentes, em um curto prazo, a fim de possibilitar uma rápida implantação da BGL, é necessária a **criação de um núcleo operativo, com a finalidade de iniciar os estudos preliminares e difundir doutrina, bem como de um curso teórico para embasar esses estudos.**

Esta proposta é detalhada a seguir, partindo-se da concepção de um curso teórico com um currículo retirado de cursos já existentes e a designação de uma unidade operadora da aeronave A-1 como núcleo operativo de implantação e difusor de doutrina.

Para que essa proposta possa ser melhor interpretada, torna-se necessário abordar, com certa profundidade, as características de emprego da BGL.

Características da BGL

As principais Bombas Guiadas a Laser, hoje utilizadas, são as GBU-12, GBU-16 e a GBU-10 de 500, 1000 e 2000 libras, respectivamente, todas de fabricação americana. Os demais modelos existentes, fabricados por Israel, França, Inglaterra, Rússia e China, são bastante similares e podem ser considerados cópias das primeiras.

Essas bombas possuem um software de guiagem que foi sendo aperfeiçoado ao longo dos anos. O primeiro software de guiagem foi designado como PAWEWAY I, vindo logo em seguida, em meados da década de 70, o PAWEWAY II e, recentemente, o PAWEWAY III. Esse software passou também a designar a bomba.

Existem também outras bombas guiadas que possuem propósitos específicos, como a GBU-28 penetrator, de 5.000 libras, utilizada para penetrar e destruir alvos subterrâneos como bunkers e cavernas.

Como característica geral, todas as bombas guiadas possuem o corpo de uma bomba convencional já existente, no qual é adaptado um kit de guiagem.

O kit possui três partes principais: o detector laser, o computador de guiagem, que comanda as aletas móveis, e o conjunto de planeio (Figura 1). Após o lançamento, uma bateria térmica ativa o gerador de gases, que gerará pressão pneumática para operar as aletas móveis, a fim de possibilitar as correções de trajetória.

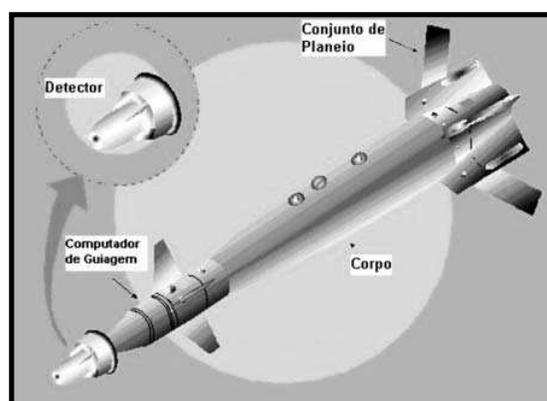


Fig. 1 - Os sistemas da BGL

Fonte: GITE

Também após o lançamento, o detector tentará captar energia laser, que é gerada quando o feixe do designador atinge algum corpo opaco. Quando o detector consegue perceber o ponto de reflexão, esse envia uma mensagem para o computador de guiagem, que fará a correção da trajetória da bomba, através por meio das aletas móveis.

Se durante o voo, o detector deixar de captar o ponto de energia laser, o mesmo mandará um aviso ao computador, que comandará o alinhamento das aletas com o vento relativo. A partir daí, a bomba passará a ter uma queda balística normal, vindo a explodir no contato com o solo.

O conjunto de planeio é responsável por dar uma mínima sustentação à bomba, permitindo que ela plane até o alvo.



Uma característica importante da BGL é que ela não voa em direção ao alvo, e sim em direção a um ponto que reflete energia laser. O acerto dependerá de o alvo estar ou não corretamente iluminado.

Operar com BGL pode parecer, a princípio, uma operação pouco complexa, pois a bomba tem condições de corrigir sua trajetória para um impacto certo contra o alvo. O grande problema é que o alvo tem de estar corretamente iluminado. Nessa operação reside a grande dificuldade e o motivo de erros grosseiros que podem causar bombas perdidas ou alvos atacados erroneamente.

O manual de emprego da BGL da *Fighter Weapon School*³ traz, no seu capítulo introdutório, a seguinte expressão: “O piloto lançador aperta o botão. Porém, é o piloto designador que acerta o alvo.”

O ROP EMAER 16 especifica que o sistema de designação a ser adquirido pelo Comando da Aeronáutica será um sistema giro-estabilizado tipo pod.

Na Guerra do Golfo e, principalmente, no conflito no Kosovo, várias bombas se perderam e algumas acertaram alvos errados por falhas na designação.

O principal óbice nessa missão é a necessidade de uma perfeita coordenação entre lançador e designador. Este último, além de pilotar a aeronave numa formação com as aeronaves lançadoras e gerenciar os sistemas de defesa, precisa localizar o alvo, identificá-lo e manter o feixe laser sobre ele por um período suficiente para o posicionamento dos atacantes, lançamento da bomba e o voo da mesma até o alvo.

Uma análise feita pela Força Aérea Americana indica que apenas 30% dos pilotos de um quadro de tripulantes (QT) atingem a proficiência necessária na missão de designação. Ou seja, além de treinamento

intenso, é necessária habilidade específica e uma doutrina firmemente instalada entre os que executam esse tipo de missão.

Portanto, para que o conhecimento seja adquirido, visando ao estabelecimento de uma doutrina inicial, o primeiro passo a ser dado é a criação de um curso específico.

O Curso de Armamento Inteligente

O Comando da Aeronáutica possui dois cursos que estão diretamente relacionados com o emprego de armamentos inteligentes: o Curso de Guerra Eletrônica e o CPEAAE.

Ambos possuem um currículo técnico bastante aprofundado, fruto do trabalho de oficiais que realizaram cursos semelhantes no exterior ou desenvolveram estudos e pesquisas baseados em publicações trazidas de fora e auxiliados por órgãos técnicos, como o próprio CTA.

O Curso de Guerra Eletrônica possui um módulo básico, com duração de três meses, e um módulo avançado, chamado de Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético (CEAAE), com duração de quatro meses e certificação de Mestrado. O curso capacita oficiais a desenvolverem concepções táticas e estratégias para o uso do espectro eletromagnético, bem como a explorarem as interações que ocorrem entre sistemas de armamento, plataformas e equipamentos, num ambiente de guerra ou crise.

O Curso de Planejamento e Emprego de Armamento Aéreo possui uma duração de quatro semanas e visa a capacitar oficiais de Estado-Maior a executarem planejamentos de missões operacionais envolvendo armamento aéreo, bem como à correta avaliação do dano desejado.

Apesar de apresentarem finalidades distintas, ambos possuem disciplinas e instrutores que poderiam ser aproveitados

3 EUA. United State Air Force. *Fighter Weapon School. Laser Guided Bomb*. Nellis, 1986.



para a criação de um curso específico sobre armamento inteligente.

Este curso teria a duração inicial de três semanas e possuiria um currículo misto, com o seguinte conteúdo didático:

- * Mecanismo de Dano (12 tempos)
- * Geometria de Emprego (4 tempos)
- * Guiamento de Armamentos (16 tempos)
- * Medidas de Proteção Eletrônica (4 tempos)
- * Propagação Laser (6 tempos)
- * Características da BGL (12 tempos)
- * Supressão de Defesa Aérea Inimiga (6 tempos)
- * Estimativa de Impacto (12 tempos)
- * Índice de Eficiência (5 tempos)
- * Vulnerabilidade dos Alvos (12 tempos)

O Curso de Armamento Inteligente (CAI)⁴ seria destinado, inicialmente, aos oficiais responsáveis pela implantação operacional da BGL na FAB, bem como aos que estiverem envolvidos com o recebimento, contratos e apoio logístico.

O CAI teria como finalidade dar embasamento teórico ao grupo operativo responsável pela implantação operacional da BGL, bem como familiarizar oficiais responsáveis pelo apoio à implantação com as características técnicas e operacionais desse tipo de armamento.

Esse conhecimento será de fundamental importância para que a unidade de implantação da BGL possa, assim que possível, iniciar a sua preparação.

Atualmente, a Força Aérea conta com três unidades de A-1. O 1º/16º GAV, que opera aeronaves do 1º e 2º lotes de produção, em Santa Cruz. O 1º/10º GAV e 3º/10º GAV, que operam aeronaves do 3º lote de produção, em Santa Maria.

A diferença entre os lotes é que o 3º lote foi o último contratado e possui melhoramentos incorporados, como piloto

automático e um software mais desenvolvido, que torna a aeronave capaz de efetuar ataques por coordenadas, sem que seja necessário visualizar o alvo.



O 3º lote também é o único que já está homologado para operar com a BGL, tendo a Aeronáutica Militar Italiana (AMI), operando com um esquadrão de AMX do terceiro lote, efetuado vários ataques com BGL em Kosovo.

O 1º/10º GAV tem como missão principal o Reconhecimento Aéreo e realiza, também, missões de ataque. Isso torna inviável o estabelecimento de um novo tipo de missão para a Unidade Aérea, pois acarretaria um acúmulo muito grande de atividades.

A proposta deste estudo é que o 3º/10º GAV seja designado como núcleo operativo de implantação da BGL na FAB, pois opera uma aeronave A-1 do terceiro lote e cumpre a missão de Ataque, como prioritária.

Escolhida a unidade, torna-se necessário que todos os pilotos e demais oficiais envolvidos na tarefa realizem o CAI, que, idealmente, deverá ser ministrado na própria Unidade Aérea.

A realização do curso fará surgir uma fase de pesquisas e estudos, tornando possível o desencadeamento de um treinamento inicial.

O Treinamento Inicial

Pode parecer paradoxal iniciar o treinamento de emprego de um armamento

⁴ A sigla CAI será utilizada para designar um curso não existente, que é a proposta deste trabalho.



sem sequer possuí-lo. Porém, no caso de armamentos inteligentes, isto é possível e por demais importante.

Para evitar onerar o Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO) do 3º/10º GAV com um treinamento dedicado e de relação custo-benefício duvidosa, são propostos, que, inicialmente, alguns tipos de missão, já realizados pela Unidade Aérea, sejam adaptados para atender também ao treinamento laser.

O perfil de emprego da BGL, basicamente, é dividido em dois tipos distintos. O primeiro é realizado a grande altitude, acima de 15.000 pés de altura, no qual a incursão e o ataque são feitos com superioridade aérea garantida e fora do alcance do armamento antiaéreo de defesa de ponto. O segundo tipo é o emprego realizado a baixa altura, no qual a superioridade aérea pertence ao inimigo e se voa muito baixo, a fim de diminuir o tempo de reação das defesas de ponto, sendo a bomba arremessada numa subida brusca a, aproximadamente, cinco milhas náuticas do alvo.

Apesar de não terem consciência, os pilotos de A-1 já treinam esses dois perfis de ataque, só que empregando armamento convencional. O primeiro tipo é chamado de Bombardeio Picado de Grande Altitude (BPGA) e o segundo tipo de Ponto de Lançamento Continuamente Computado (CCRP) de arremesso.

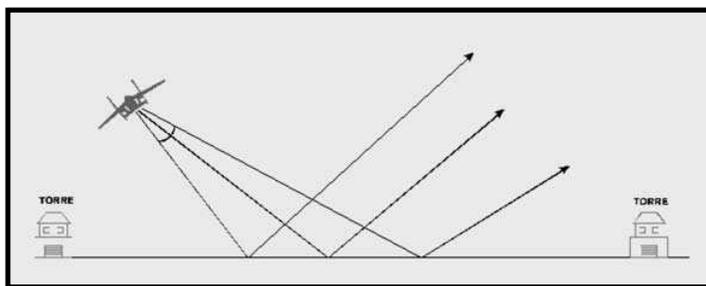


Fig. 2 - Designação laser

Fonte: GITE

Para que o treinamento com bomba convencional, hoje empregado, continue sendo realizado e para que se possa treinar também o emprego simulado de um sistema laser, bastaria, nesses dois perfis, colocar uma aeronave na esquadrilha que faria o papel do designador.

Com a realização do CAI e com o desenrolar do treinamento inicial, a unidade de implantação estaria, em curto prazo, apta a receber e iniciar o treinamento com o próprio equipamento.

Tanto o CEAAE quanto o CPEAAE são cursos gerenciados pelo COMGAR. Caberá, então, a este grande comando, a emissão de uma portaria de criação do CAI estabelecendo o currículo do curso bem como a designação de seus instrutores.

Como as disciplinas já são ministradas atualmente, em um período de seis meses será possível o estabelecimento do currículo, emissão da portaria e a matrícula da primeira turma. Esta primeira turma, como já foi abordado anteriormente, será composta pelos pilotos do 3º/10º GAV e oficiais de outros órgãos envolvidos com a implantação da BGL.

O primeiro curso será ministrado na própria unidade aérea, visando à economia de recursos e à não-paralisação das atividades normais do 3º/10º GAV.

Findo o primeiro CAI, a Unidade, com a supervisão da Terceira Força Aérea, terá um prazo de dois meses para a preparação do treinamento inicial envolvendo a pesquisa, a análise e a emissão das Ordens de Instrução estabelecendo o perfil das missões.

Baseado no atual PIMO do 3º/10º GAV, em relação às missões previstas de BPGA e CCRP, seriam necessários quatro meses para que todas as missões do treinamento inicial fossem realizadas.



Após a determinação do COMGAR, portanto, a proposta estará totalmente implementada num prazo de doze meses.

Uma Visão de Futuro

A Força Aérea abre o século XXI com “chave de ouro”, oportunidade em que se inicia a recuperação da sua capacidade operacional e, neste contexto a priorização do Alto-Comando para o reequipamento da Força e a firme intenção da aquisição da BGL.

A implantação desse armamento forçará, certamente, a quebra da igualdade das táticas de emprego que datam a II Guerra Mundial.

A correta preparação da FAB para o recebimento de armamentos guiados a laser faz-se mais do que necessária, uma vez que, conforme ficou patente nas explicações anteriores, o nível de conhecimento da área operacional está muito abaixo do requerido.

A compra, por si só, pouco representa no resultado final esperado, se a mesma não proporcionar, no âmbito interno da Força, a elevação operacional de seus componentes, principalmente no estudo de novas táticas e no aperfeiçoamento da doutrina.

As conseqüências da criação do CAI, bem como do preparo de uma unidade operacional para receber e operar esse moderno armamento, serão sentidas, de imediato, durante os vôos de recebimento, nos quais conhecimentos técnicos e especializados serão extremamente necessários a uma correta avaliação do desempenho do sistema.

O primeiro, e mais importante, de grau de elevação operacional será a situação de “pronto para o emprego”, que, certamente, será atingida num tempo bem menor e com um mínimo de esforço.

Para a área operacional, o benefício da valorização profissional será profundamente sentido, pois, estará sendo dada a possi-

bilidade para promissoras perspectivas de poder cumprir com dignidade sua missão.

Enquanto a BGL não é recebida, a implantação da proposta tornará possível a simulação da utilização de armamentos guiados a laser em manobras e operações no âmbito nacional e internacional. Manobras como a COMBINEX⁵ e outras, contarão, então, com uma nova modalidade de emprego, introduzindo novos conceitos e fatores nos futuros planejamentos.

Os pilotos de combate, bem como os especialistas de manutenção, estarão também mais capacitados para os intercâmbios com as potências mundiais da aviação. Neste caso, muito mais conhecimento poderá ser adquirido, pois todos estarão mais atentos aos procedimentos de operação e manutenção destes itens.

“De nada valerá a espada mais afiada se o guerreiro que a impunha não estiver treinado. Treine o homem e, só depois, afie a espada”.

Sun tzu

REFERÊNCIAS

- AIRPOWER JOURNAL. Alabama, 3º trim. 1999. Edição brasileira.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral do Ar. Grupo de Instrução Tática e Especializada. Manual do Curso de Planejamento e Emprego do Armamento Aéreo. Parnamirim, 1999.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica. Brasília, 1992. (DMA 400-6).
- EUA. United States Air Force. Fighter Weapons School. Laser Guided Bomb. Nellis, 1986.
- PAWLOSKI, Dick. Smart Weapons. Fort Worth: Martin, 1995. 372 p.
- WERRELL, Kenneth. A tecnologia da USAF. Airpower Journal, Alabama, p. 41-54, 2º trim. 1996. Edição brasileira.

5 Manobra realizada pelo COMDABRA para treinamento do Sistema de Defesa Aeroespacial.

