

Revista da



# UNIFA

uma visão multidisciplinar do Poder Aeroespacial

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA

Ano XX - Nº 23-nov 2008



## Mobilização Nacional

- As Futuras Grandes Navegações Espaciais
- Formação do Piloto de Helicóptero da FAB
- Termografia Infravermelha

# EXPEDIENTE

Revista da UNIFA Ano XX Nº 23

**DIRETOR:**

Maj Brig Ar LOUIS JACKSON JOSUÁ COSTA

**EDITOR:**

Cel Av FERNANDO SOUSA BEZERRA

**EDITOR CIENTÍFICO:**

Ten Cel Av GILVAN VASCONCELOS DA SILVA

**SECRETARIA GERAL:**

1º Ten QCOA BIB SANDRA TEREZINHA CARROZZONI RAMOS DITZ

2º Ten QCOA BIB SOLANGE FRANCISCA MAZZAROTO

2º Ten QCOA PED MARTA MARIA TELLES COUTINHO

**CONSELHO EDITORIAL:**

Brig Ar LÚCIO ALVES ÂNGELO

Cel Av HÉLIO RODRIGUES SANTOS FILHO

Cel Av FERNANDO SOUSA BEZERRA

Cel Int CARLOS FERNANDO DE SOUZA PANISSA

Cel Av EDUARDO JOSÉ DITTRICH

Cel Av VALDOMIRO ALVES FAGUNDES

Ten Cel Av MARCELO LOPES DA ROSA LISBOA LUZ

Ten Cel Av GILVAN VASCONCELOS DA SILVA

Ten Cel Av PAULO HENRIQUE MENDONÇA RODRIGUES

Maj Av ANDRÉ LUIZ DOS SANTOS CALDEIRA

Maj QFO PED LEILA COELHO

Maj QFO PED MARIA LUIZA CARDOSO

**REVISÃO TÉCNICA:**

Ten Cel Av GILVAN VASCONCELOS DA SILVA

Ten Cel Av PAULO HENRIQUE MENDONÇA RODRIGUES

1º Ten QCOA BIB SANDRA TEREZINHA CARROZZONI RAMOS DITZ

2º Ten QCOA BIB SOLANGE FRANCISCA MAZZAROTO

2º Ten QCOA PED MARTA MARIA TELLES COUTINHO

**REVISÃO GRAMATICAL:**

Prof.<sup>a</sup> MARIA JOSÉ MACHADO DE ALMEIDA

Prof.<sup>a</sup> LÍVIA APARECIDA DE ALMEIDA E SOUSA

Prof.<sup>a</sup> MAGDA LENA DOS SANTOS

Prof.<sup>o</sup> ANDRÉ DA COSTA GONÇALVES

**DIAGRAMAÇÃO:**

3S QESA SDE JAIRO DE PAULA BAPTISTA

S1 SAD LUÍS PAULO FERREIRA DIAS JÚNIOR

**CAPA E ILUSTRAÇÃO:**

3S QESA SDE JAIRO DE PAULA BAPTISTA

S1 SAD DIEGO DE OLIVEIRA CARDOSO

**IMPRESSÃO:**

GRÁFICA DA UNIFA

**TIRAGEM:**

2.000 EXEMPLARES

**DISTRIBUIÇÃO:**

GRÁTUITA E POR PERMUTA



**Ficha Catalográfica da Revista da UNIFA**

Revista da Universidade da Força Aérea Brasileira/ Universidade da Força Aérea Brasileira.  
Ano 20, n.23 (nov. 2008) - Rio de Janeiro: UNIFA, 2008.  
v. - Anual.

ISSN 1677-4558

1. Força Aérea - Brasil - Periódicos. 2. Aeronáutica – Assuntos militares - Periódicos. I.  
Universidade da Força Aérea.

CDU – 355.354

# COLABORADORES



**Coronel Engenheiro Carlos Augusto Teixeira de Moura**, formado em Engenharia de Infra-estrutura Aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) em 1980, Mestrado em Ciência, Área de Informática (ITA-1996). Participou da preparação, lançamento, rastreamento e recuperação de veículos suborbitais: SBAT-70, SBAT-152, Orion, Sonda II, Sonda III, VS-30 e VSB-30, do rastreamento de satélites: SPOT e CBERS e da preparação, lançamento, rastreamento e recuperação de veículos lançadores de satélites: VLS-1, Ariane IV e Ariane V.

Contato: carlos\_moura2000@yahoo.fr



**Major Especialista Wilson Carlos Lopes Silva**, formado pelo Instituto de Logística de Aeronáutica (ILA), em 1994. Com Curso em Tecnologia em Processamento de Dados – FIAA, pela Sociedade de Ensino Superior e Assessoria Técnica (SESAT), em 1991. Especializado em Análise de Sistemas – CEANSIS, pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em 1997. Mestre em Armamento Aéreo também pelo ITA, em 2007. Atua como Chefe da Subdivisão de Ensaio, da Divisão de Sistemas de Defesa do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) em São José dos Campos.

Contato: wilcls@gmail.com



**Silvio Manea**, graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), em 1992. Possui Curso de Extensão em Engenharia de Armamento Aéreo pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em 2004. Mestre em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, em 2007, e Doutor em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, ambos também pelo ITA.

Contato: maneabr@yahoo.com



**Tenente Coronel Aviador Raimundo Nogueira Lopes Neto**, formado pela Academia da Força Aérea em 1987, Mestrado em Comando e Controle (ITA-2004), Curso Advanced Test & Evaluation - Planning, Design & Analysis (ITA-2004), Air Battle Elementary Training Course (França-2006), Especialização em Análise, Projeto e Gerência de Sistemas (Latu Sensu-PUC-RJ-1998) e Neurocomputação (INPE-2004). Atualmente é o comandante do 3º/10º GAv.

Contato: cmt@3gav10.aer.mil.br



**Tenente Coronel Aviador Mauro Barbosa Siqueira**, formado pela Academia da Força Aérea (AFA), em 1987. Mestre em Ciência Política com MBA em Desenvolvimento Avançado de Executivos – Gestão de Processos, ambos pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atua como Adjunto da Coordenadoria de Pós-Graduação da Universidade da Força Aérea (UNIFA) no Rio de Janeiro.

Contato: siqueiramauro@uol.com.br



**Tenente Coronel Aviador Wilson Gallão Rodrigues**, formado pela Academia da Força Aérea (AFA), em 1988. Possui MBA em Gestão de Processos pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atua como Chefe da Subdivisão de Pessoal da Escola de Especialistas de Aeronáutica (EEAR).

Contato: wilsongr82@yahoo.com.br



**Tenente Coronel Aviador Amilton Ferreira da Silva**, formado pela Academia da Força Aérea (AFA), em 1988. Especializou-se em Análise de Sistemas pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Possui MBA em Administração Estratégica de Sistemas de Informação pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e MBA em Desenvolvimento Avançado de Executivos – Área de Gestão de Processos pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atua como Chefe da Seção de Informática da Comissão de Promoções de Oficiais (CPO) em Brasília.

Contato: amiltonfs@bol.com.br



**Renato Vilela Oliveira de Souza**, Graduado em História pela Universidade Federal Fluminense (UFF) e Mestrando em História das Ciências, Técnicas e Epistemologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Conservador do Projeto Acervo Santos-Dumont do Centro de Documentação e Histórico da Aeronáutica.

Contato: fnoridd@hotmail



**Tenente Coronel Aviador Fernando Cominato de Lima**, formado pela Academia da Força Aérea em 1988, é instrutor de voo de helicóptero no 1º/11º GAv há 11 anos. Aluno do Curso de Comando e Estado-Maior 2007 (ECEMAR/UNIFA) e do MBA em Gestão de Processos (UFF). Possui o curso de Gestão pela Qualidade Total (ILA) e de Extensão Universitária em Gestão Estratégica de Recursos Humanos (FGV). Atualmente é o comandante do 1º/11º GAv.

Contato: fcominato@gmail.com



**1º Tenente Intendente Rodrigo Antônio Silveira dos Santos**, formado pela Academia da Força Aérea (AFA), em 2000. Especializado em Gestão Estratégica Empresarial, em 2002, e Mestre em Engenharia e Gerência de Produção, em 2004, ambos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atualmente é doutorando em Inteligência Organizacional, também pela UFSM. Atua como Gestor de Finanças da Base Aérea de Florianópolis (BAFL).

Contato: rsilveira01@gmail.com



**Brigadeiro Engenheiro Maurício Pazini Brandão**, formado em Engenharia Aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em 1978. Mestre em Engenharia Aeronáutica também pelo ITA, em 1983; Doutor em Engenharia Aeronáutica e Astronáutica pela Universidade de Stanford (EUA), em 1988; e com MBA em Gestão Institucional Estratégica pela Universidade Federal Fluminense (UFF), em 2005. Atua como Subdiretor de Patrimônio da Diretoria de Engenharia da Aeronáutica (DIRENG).

Contato: pazinibrandao@gmail.com



**Coronel Intendente Afonso Farias de Sousa Júnior**, formado pela Academia da Força Aérea (AFA), em 1980. Bacharel em Administração e em Ciências Contábeis pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR); Especialista em Política e Estratégia pela Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra (ADESG); Especialista em Mercadologia pela Faculdade de Engenharia de São Paulo (FESP); Especialista em Análise Internacional pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Financial Management (USAF-Texas); Defense Economics and Budget Course (NDU-Washington); Mestre em Administração e Doutor em Desenvolvimento Sustentável, ambos pela Universidade de Brasília (UNB). Atua como Chefe da Divisão de Contabilidade Gerencial, na Secretaria de Economia e Finanças da Aeronáutica

# SUMÁRIO

Editorial .....	02
<b>Revisão</b>	
As Futuras Grandes Navegações Espaciais: a essencialidade da propulsão nuclear .....	03
Dimensionando Explosivos em Cabeças de Guerra para o Efeito de Sopro .....	15
Termografia Infravermelha: aplicações em defesa .....	23
Por Que se Basear nos Processos de C2 da Otan? .....	33
Emprego Eficaz do Poder Aéreo: elemento sinérgico às operações combinadas .....	44
O Cadastro de Empresas e sua Aplicação na Mobilização Nacional: revisão da literatura .....	56
Sistemas de Apoio à Decisão: Análise do Processo de Software .....	66
Antecedentes Familiares e Formação: análise da série arquivística do acervo Santos-Dumont .....	79
A Gestão do Conhecimento na Formação do Piloto de Helicóptero da FAB .....	85
<b>Estudos de Caso</b>	
A Gestão do Conhecimento na Execução Orçamentária de Organizações Militares: o caso do Sistema Abacus .....	97
Gestão Estratégica e Operacional em Instituições Públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação: o caso do Instituto de Estudos Avançados .....	111
<b>Opinião</b>	
Força Aérea: interdisciplinaridade e formação para uma liderança Pós-moderna .....	127
Normas de Publicação da Revista da UNIFA .....	135

## EDITORIAL

O passar dos anos, mais do que a constatação da inevitável ação do tempo, proporciona um acréscimo em nossa experiência e um crescimento em nossa competência. É dessa maneira que, ao depararmos a Universidade da Força Aérea completando vinte e cinco anos de existência, a percebemos estável, madura e profícua.

Traz em sua vida pretérita, um legado histórico dos mais memoráveis, rico em tradição, pleno em vocação indutora de responsabilidade e de desenvolvimento profissional.

E hoje, em perfeito sucedâneo, a UNIFA tem a missão de fazer céus e horizontes serem revisitados e repaginados pela força do conhecimento, pela fundamentação intelectual que faculta lidar com o desafio de pensar além do óbvio, de interpretar o que nos seja dado a ler, de lograr o diferencial que nos conceda não conviver com paradigmas superados.

É esse o papel que a Universidade da Força Aérea vem cumprindo nesses seus já vinte e cinco anos, extraindo energia da interação produtiva de seus próprios componentes, sob a inspiração do Departamento de Ensino da Aeronáutica, e congregados em um Campus que abriga oito das mais modelares instituições da FAB: escolas de pós- formação, institutos de pesquisa, comissão desportiva e fidelíssimos repositórios do acervo documental e de museologia da intensa e viva história da Aeronáutica brasileira.

Nesta longa caminhada na busca do saber, a UNIFA vem se atualizando e inovando nas diversas fases e níveis da pós- formação dos recursos humanos do Comando da Aeronáutica.

Para tal, iniciou em 2008 dois novos cursos: Doutorado em Ciências Aeroespaciais e o Mestrado em Recursos Humanos. Desafios grandiosos e audaciosos, porém pautados na realidade da Força, no planejamento acadêmico e na progressão contínua da aprendizagem.

Paralelamente, tem investido na modalidade de ensino a distância. Modalidade esta que traduz a mais atual e promissora vertente do ensino moderno, que, por intermédio da abrangência da tecnologia da informação e das múltiplas utilizações do meio eletrônico, permitirá ampliar sobremaneira o alcance do binômio ensino- aprendizagem. Aproximando virtualmente alunos e professores, mesmo separados pela grandiosidade geográfica de nosso país, eles terão a possibilidade de interagirem na busca do conhecimento.

Acompanhando toda essa evolução, a Revista da UNIFA tem procurado, cada vez mais, se inserir no contexto científico e acadêmico tão valorizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), de maneira a dar um maior dinamismo, reconhecimento e qualidade à produção intelectual, uma vez que, como se diz na comunidade científica, o “gol” do pesquisador é a publicação. Assim, nada mais justo que proporcionar os meios, as condições adequadas e as regras atualizadas para os nossos “artilheiros do saber”.

Por fim, como coroamento desse ano em que são comemorados os 25 anos da Universidade da Força Aérea, está a realização do 8º Encontro Nacional de Estudos Estratégicos, momento no qual a UNIFA promove os meios e o ambiente para que acadêmicos, empresários, militares, representantes de órgãos governamentais e não- governamentais, interessados e intelectuais possam conhecer e discutir os principais temas estratégicos do país e falar da Estratégia Nacional de Defesa e do seu significado.

Maj Brig Ar Louis Jackson Josuá Costa  
Comandante da UNIFA

# As Futuras Grandes Navegações Espaciais: a essencialidade da propulsão nuclear

## *The Future Great Space Navigations: how essential is the space nuclear propulsion?*

Coronel Engenheiro Carlos Augusto Teixeira de Moura<sup>1,2</sup>

Lamartine Nogueira Frutuoso Guimarães<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Chefe da Seção de Mobilização Aerospacial, Ciência e Tecnologia - EMAER

<sup>2</sup> Mestre em Ciência - ITA

<sup>3</sup> Chefe da Divisão de Energia Nuclear - Instituto de Estudos Avançados - IEAv

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Nuclear

### RESUMO

O Brasil já é um desenvolvedor e grande utilizador de aplicações espaciais. Assim como outros países emergentes, como China e Índia, o Brasil não pode abdicar da participação nas futuras explorações do espaço profundo, mesmo se sabendo das restrições impostas pelos países centrais para acesso a tecnologias sensíveis, entre as quais a nuclear e a espacial. Este artigo preconiza a necessidade de o Brasil iniciar uma linha de pesquisa em propulsão nuclear espacial, de forma a garantir a possibilidade de acesso ao espaço profundo. Para tanto, apresentam-se os argumentos para justificar que se abrace esse desafio, confrontando-se com as motivações e os ambiciosos programas de outras potências emergentes. Salienta-se a rara janela de oportunidades ainda existente, pois cresce o movimento internacional para restringir a posse de material fissil, imprescindível para a propulsão nuclear. Sintetiza-se um estudo de planejamento governamental, executado segundo a metodologia da Escola Superior de Guerra, visando ao estabelecimento dessa linha de pesquisa. Destacam-se os resultados referentes à exploração de cenários, a definição de objetivos de Estado e na proposição de uma concepção estratégica. Ressalta-se que a proposta aproveita uma infra-estrutura inicial já existente no Comando Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA), e que os recursos necessários são significativamente modestos frente ao potencial incomensurável da exploração do espaço profundo.

**Palavras-chave:** Propulsão Nuclear. Propulsão Espacial. Grandes Navegações. Programa Espacial.

**Recebido:** 30/04/2008

**Revisado:** 14/07/2008

**Aceito:** 25/07/2008

**Autor:** Carlos Augusto Teixeira de Moura, Coronel Engenheiro, Engenheiro de Infra-estrutura Aeronáutica (1980) e Mestre em Ciência, Área de Informática (1996), ambos pelo ITA. **Contatos:** Esplanada dos Ministérios, Bloco M, 4º andar - CEP 70.045-900 - Brasília, DF; tel.: (61) 3223-0880 e 3313-2668; e-mail: carlos\_moura2000@yahoo.fr.



## ABSTRACT

*Brazil is already a developer and a great user of space technology applications. It is already known that emergent countries, such as China and India have interests in deep space exploration. Because of that it is felt that Brazil must not abdicate on the participation of future deep space exploration missions, even though considering restrictions imposed by the developed countries to this sensitive technologies, such as nuclear and space technologies. This paper emphasizes the necessity for Brazil to initiate a research line in nuclear space propulsion, in such a way to guarantee the possibility to access deep space. For such, it is presented the reasons that justify such a program. These reasons are presented through confrontation of the motivations and the brief description of ambitious programs financed by emergent powers. It is also presented the rare window of opportunities still in existence, because it is growing the notion to restrict the fabrication and possession of fissile material, which is a must for nuclear space propulsion. A Governmental planning case study is presented according to the methodology from the "Escola Superior de Guerra", that allows the establishment of a research program in nuclear space propulsion. Emphasis is given on the results explored by case scenarios, definitions of State objectives and a proposition of a strategic concept. It is important to mention that this proposal takes advantage of an initial infra structure already in existence at the Institute for Advanced Studies from the Command-General of Space Technology (CTA), and that the initial financial resources required are significantly modest, when compared with the great potential that will come from the deep space exploration.*

**Keywords:** Nuclear propulsion. Nuclear space propulsion. Great space navigations. Space program.

## INTRODUÇÃO

As aplicações espaciais já fazem parte do cotidiano do brasileiro: meteorologia, comunicações e monitoramento ambiental são apenas alguns dos exemplos incorporados ao vasto leque de informações que chegam diariamente aos lares do país. A tendência é de que esse leque se amplie, e para isso o país tem investido em capacitação própria nas diversas frentes do programa espacial.

Saindo-se desse cotidiano e voltando-se mais para o futuro, outras possibilidades podem se tornar essenciais para a continuidade do progresso e da satisfação das necessidades do país. Entre elas, a exploração do espaço profundo.

Considerando-se as atuais prioridades e limitações do país, a exigüidade de recursos e a diferença de posicionamento em relação às grandes potências centrais, que já se dedicam à investigação do espaço profundo, é natural que se questione a oportunidade e a viabilidade de o Brasil se lançar também a esse tipo de desafio.

Neste artigo, sinaliza-se que a humanidade está às portas de um novo período de significativas descobertas no espaço, com perspectivas de fortes implicações para o posicionamento estratégico das nações. Aspirar e se preparar para essas futuras grandes navegações é um direito e um dever da geração atual, principalmente ao se considerar que se vive, por ora, uma janela de oportunidades para

inclusão no restrito grupo de países que conduzirão tal empreitada.

### 1 UMA JANELA DE OPORTUNIDADES

As grandes conquistas da humanidade não estiveram ligadas simplesmente à curiosidade e à criatividade do ser humano. Diversas motivações impulsionaram o esforço investigativo ou desbravador. Dentre esses, podem-se citar os interesses econômicos, de sobrevivência (como alimentação, saúde e proteção), de exercício e de projeção de poder. Avanços como o desenvolvimento de novos meios de comunicação, de fertilizantes, de vacinas, de técnicas e materiais de construção, de explosivos e de meios de acesso ao espaço demonstram essa multiplicidade de interesses e fatores contribuintes para o progresso científico e tecnológico.

Historicamente, portanto, as relações de poder entre as nações sempre resultaram, de um lado, em vigorosos esforços de competição (vide o caso da corrida espacial). De outro, em medidas que tolheram iniciativas de desenvolvimento tecnológico (BUSTANI, 2006), como o foram as restrições à industrialização do Brasil, no período colonial, e os cerceamentos à transferência de tecnologias duais para as nações periféricas, mormente na segunda metade do século XX.

Países como Brasil, Índia e China, com semelhanças em termos, por exemplo, da demanda de integração pelas comunicações, mas com



distintos graus de necessidade de demonstração dissuasória, empreenderam esforços para desenvolvimento de programas espaciais e nucleares. Nessa busca, tiveram que superar múltiplas formas de bloqueio no acesso às tecnologias sensíveis, críticas para a consecução de seus projetos. As diferentes motivações e a dissimilaridade da forma como concentraram e aplicaram seus recursos explicam o porquê de os resultados alcançados serem hoje tão desproporcionais.

Prosseguir com projetos espaciais mais ambiciosos, visando à exploração do espaço profundo, requererá o emprego de fontes nucleares para provimento de energia tanto para uso interno nas espaçonaves (na forma de eletricidade e/ou calor), como para sua propulsão. Isso demandará o emprego de material radioativo com grau de enriquecimento superior ao que se vem utilizando em usinas nucleoeletricas.

Ora, hoje os países não-armados nuclearmente já sofrem pressões quanto às iniciativas para desenvolver processos de enriquecimento de combustível nuclear, mesmo que o objetivo seja a produção de energia elétrica. Se esse enriquecimento visar a um grau superior, mesmo que abaixo do empregado em artefatos bélicos, é natural que haverá reações contrárias ainda mais fortes. Note-se, por exemplo, que já existe uma movimentação internacional (GUIMARÃES, 2006; IPFM, 2006; e MA, 2001) que procura restringir a produção e a posse de materiais fisséis (Adota-se, neste trabalho, o seguinte conceito de materiais fisséis: são os materiais capazes de sustentar uma reação explosiva de fissão nuclear em cadeia (IPFM, 2006, p. 6). No caso do urânio, trata-se daquele enriquecido com 20% ou mais de U-235 ou U-233).

Nesse contexto internacional restritivo, urge que o Brasil marque posições que lhe permitam, no futuro, desenvolver um segmento de exploração espacial mais avançada, rumo ao espaço profundo.

Para tanto, deve-se tornar explícito à comunidade internacional que o país inicia pesquisas voltadas para o uso pacífico da energia nuclear no espaço, e que as respectivas necessidades de combustível, tanto em quantidade como em teor de enriquecimento, em nada correspondem a interesses de aplicação bélica. (MOURA, 2007, p. 36).

## 2 EXPLORAÇÃO ESPACIAL E ENERGIA NUCLEAR

### 2.1 QUATRO DÉCADAS DE BRASIL ESPACIAL

No século XX, os desdobramentos da Guerra Fria propiciaram o expressivo desenvolvimento das tecnologias aeronáutica, espacial e nuclear. Além das inovações ligadas diretamente à conquista de supremacia militar, houve diversos avanços tecnológicos que contribuíram para o progresso da humanidade nas ciências, na medicina e nas engenharias. Podem-se citar, dentre outras, as inovações em materiais, eletrônica, sistemas de controle, comunicações, sistemas de rastreamento, além de novas aplicações de sensoriamento remoto e de meteorologia.

A incursão do Brasil na área espacial data de meados da década de 60, tendo evoluído, ao final dos anos 70, para a definição de um programa mais ambicioso, a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). Buscava-se, à época, colimar esforços para consolidar a autonomia do país nos segmentos de veículos espaciais, de centros de lançamento e de desenvolvimento e operação de satélites.

Resultados distintos nos projetos de cada segmento da MECB não permitiram sua concretização conforme planejado. Além dos problemas de recursos orçamentários insuficientes e de deficiências crônicas para compor e manter equipes especializadas, houve crescente cerceamento do acesso às tecnologias sensíveis, por parte de países dos quais já se obtinham bens e serviços dessa natureza.

Esse quadro, somado ao impacto sofrido no segmento de veículos lançadores, com o acidente do VLS-1 V03 em 2003, provocou significativas críticas quanto à condução do programa espacial, assim como a proposição de ações para superar os gargalos encontrados (AEB, 2005, p. 17). Hoje, por exemplo, já não se busca necessariamente a autonomia completa da época da MECB, mas admite-se recorrer, conforme a disponibilidade e o interesse, a desenvolvimentos com participação internacional (CTA, 2007).

Na atual conjuntura, convém examinar um resumo do histórico brasileiro no espaço, conforme apresentado em Moura (2007, p. 21):





As mais de quatro décadas de atividades espaciais brasileiras foram marcadas por muito pioneirismo e por uma limitada inserção na comunidade de países que exploram científica e industrialmente o espaço. Houve progresso no desenvolvimento e na utilização dos sistemas espaciais. Todavia, os resultados ficaram aquém da autonomia visada, principalmente se for traçado um paralelo com outros dois países emergentes, do chamado grupo dos BRICs: a China e a Índia.

Esses países, embora lutando, como o Brasil, para superar diversas limitações sociais e tecnológicas, lograram estabelecer programas mais robustos, continuados e com intensivos investimentos. Hoje, no campo espacial, distanciam-se na escala de sucesso alcançado e no grau de ambição do que visam para os próximos anos [...].

Ao se discutir o posicionamento estratégico do Brasil frente às perspectivas da exploração do espaço profundo, convém analisar alguns dos interesses desses países emergentes que os motivaram a investir em programas ambiciosos, que muitos poderiam creditar apenas às grandes potências centrais.

## 2.2 PAÍSES EMERGENTES E O INVESTIMENTO NO ESPAÇO

As inovações tecnológicas decorrentes da conquista espacial resultaram no desenvolvimento de novos bens e serviços, com ampla repercussão na vida contemporânea, não apenas para os líderes desses programas espaciais, mas numa abrangência de escala mundial. Mais que um privilégio, o emprego de aplicações espaciais tornou-se uma necessidade para todas as nações, particularmente aquelas com vastas extensões territoriais e grande população: transporte aéreo, prospecção e monitoramento ambiental, comunicações e meteorologia são apenas algumas das aplicações que dependem substancialmente de satélites.

Portanto, países emergentes, do porte do Brasil, não podem abdicar de um consistente programa espacial. Por mais que se reconheçam as restrições orçamentárias e a competição com os investimentos diretos na área social, não há como negar a importância desse tipo de programa para o alcance das aspirações de desenvolvimento sócio-econômico, de soberania e de integração nacionais.

## 2.3 ESPAÇO, ENERGIA NUCLEAR E DISSUAÇÃO

No caso de países como China e Índia, houve também uma convergência de interesses

geopolíticos que impulsionou o desenvolvimento das áreas nuclear e espacial. A necessidade de demonstrar um forte poderio militar levou-os a desenvolver artefatos nucleares e vetores de longo alcance. Esse esforço nacional sem dúvida estimulou o progresso de diversos setores científicos e tecnológicos, repercutindo na abertura de outras frentes de aplicação civil, como as de produção e exploração de aplicações espaciais.

Mas os projetos não pararam por aí: a Índia já planeja sua missão lunar, e a China, tendo deslanchado seu programa tripulado, declarou também a intenção de estabelecer sua própria estação espacial em órbita da Terra e uma base na Lua, para obter material destinado à fusão nuclear (ENCYCLOPEDIA, s.d.; SELDIN, 2007; WRITERS, 2007).

Só que projetos desse porte não ficam dissociados de outras demonstrações de poder, como destacado em Moura (2007, p. 25-26):

[...] nota-se que a China pretende firmar-se como potência militar no domínio espacial. Em 2006, anunciou a intenção de desenvolvimento de seu próprio sistema de navegação por satélites, o Compass [o sistema chamar-se-á Beidou, em chinês, e Compass, em inglês] (NARDON, 2007), usando, para transmissão de sinais seguros de emprego militar e em informações governamentais criptografadas, a mesma frequência de outros sistemas de posicionamento. Isso causa, naturalmente, grandes apreensões quanto às possibilidades de interferência intencional [...].

Outra instância dessa presença militar: em janeiro de 2007, a China realizou seu primeiro teste de destruição de um satélite em órbita, utilizando um míssil balístico. Isso demonstra sua disposição de investir em sistemas de defesa para atuarem no espaço [...] uma reação à postura norte-americana de prever o uso da força contra ações contrárias a seus interesses, conforme exposto nos comentários acerca da Política Espacial norte-americana de 2006 [...]. (KAN, 2007).

É fundamental reconhecer, portanto, que embora seja desejável e haja instrumentos que promovam a utilização pacífica do espaço (AEB, s.d.; MONSERRAT FILHO, 2007), as disputas geopolíticas exercerão forte influência na continuidade da corrida espacial: o jogo não está mais restrito aos EUA e à Rússia, ou aos países congregados pela Agência Espacial Européia. Países emergentes, com diferentes motivações e posturas, lançam-se em programas ambiciosos, e isso terá repercussões tanto na exploração da órbita



terrestre, como no desbravamento do espaço profundo.

#### 2.4 O BRASIL E AS FUTURAS GRANDES NAVEGAÇÕES ESPACIAIS

Muitos capítulos da história humana estão fortemente ligados às grandes expedições. No caso brasileiro, a própria revelação para o mundo ocidental decorreu do impulso gerado pelas grandes navegações ao final do século XV. Após a conquista dos mares, sucedeu-se o desenvolvimento aeronáutico e, finalmente, na segunda metade do século XX, descortinou-se a fronteira do espaço, que sempre desafiara a imaginação e a criatividade do ser humano.

Fortes interesses estratégicos motivaram o elevado esforço, principalmente dos EUA e da URSS, para o domínio das técnicas de acesso e permanência no espaço. Esses rápidos avanços se desdobraram, também, em aplicações civis e permitiram a abertura de frentes de interesse pela presença do homem no espaço, a ponto de se partir para a implantação de estações espaciais, em órbita da Terra, e para o envio de diversas missões não-tripuladas de exploração do espaço profundo.

Mas, quais seriam as motivações concretas para se justificar e viabilizar essa exploração?

Uma delas se deve às vantagens que podem ser obtidas em processos produtivos realizados em ambiente de microgravidade, o que poderia justificar a instalação de unidades industriais no espaço. Outra seria a obtenção de matérias-primas raras ou inexistentes na Terra, que sejam importantes para processos produtivos ou para geração de energia (ENCYCLOPEDIA, s.d.).

Eventuais bases na Lua e em Marte poderiam, também, ser um recurso logístico fundamental para viabilizar, como estações intermediárias, missões de alcance mais longínquo. Portanto, além da investigação científica para melhor compreender os fenômenos espaciais e sua implicação na Terra, a exploração espacial se torna importante para o progresso da humanidade em função do potencial de acesso a matérias-primas, a privilegiadas posições estratégicas e a novos processos produtivos.

Os investimentos de maior destaque na exploração espacial provêm, principalmente, de

países mais bem posicionados científica e economicamente, já que os desafios tecnológicos, os altos custos e as incertezas caracterizam situações de elevado risco. Mas as iniciativas de países emergentes, como a China e a Índia, demonstram a importância dessas novas fronteiras para aqueles que almejam um papel mais proeminente no concerto das nações.

As demandas brasileiras de desenvolvimento econômico (incluindo agronegócio, prospecções e explorações minerais em terra, proteção e exploração dos recursos no mar), de monitoramento ambiental e de fronteiras, de comunicações e de integração, configuram o setor espacial como de alto interesse estratégico para o país. Alcançar crescente autonomia no desenvolvimento e na exploração de serviços espaciais é uma questão de soberania.

Hoje, com a infra-estrutura já instalada de laboratórios, de centros de lançamento e de outras organizações do ramo, e com a experiência já adquirida em projetos e operação de aplicações, o país, além de grande usuário, é também um potencial provedor de serviços espaciais.

Portanto, a base científica, tecnológica e industrial, que abrange tanto o domínio aeroespacial como o nuclear, credencia o Brasil como um potencial participante ativo das futuras grandes navegações espaciais.

#### 2.5 A NECESSIDADE DA PROPULSÃO NUCLEAR

A colocação de um satélite em órbita requer o emprego de grande quantidade de energia em poucos minutos, para deslocar o veículo lançador e sua carga útil até velocidades de dezenas de milhares de quilômetros por hora. Já no espaço, em outro ambiente e com menos massa a deslocar, as manobras demandam quantidade de energia substancialmente menor, assim como se alonga, no tempo, a periodicidade e a forma de atuação. Além disso, há outras necessidades a suprir, como energia elétrica e térmica para o funcionamento dos sistemas a bordo e para a manutenção das condições ambientais exigidas pelos equipamentos e pelos tripulantes, conforme o caso.

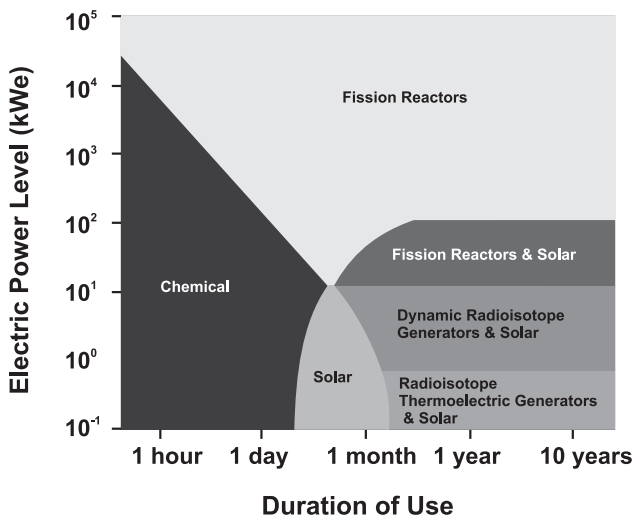
Para as etapas de lançamento e injeção em órbita, tem-se utilizado energia química, com



motores a propelente líquido ou sólido. Já o suprimento interno de energia costuma se dar por acumuladores químicos (baterias) que, no caso de satélites e outras sondas espaciais, podem eventualmente ser recarregados com energia solar. Daí a necessidade dos amplos painéis solares normalmente associados a esses equipamentos.

Apesar de sua grande utilidade, esses painéis não funcionam quando em zona de sombra e possuem limitações tanto de durabilidade (pois são constantemente bombardeados por partículas cósmicas que os danificam ao longo do tempo), como pela perda de eficiência à medida que se distanciam do Sol (a radiação recebida decresce com o cubo da distância). Mostram-se, portanto, inviáveis para a sustentação de missões de longa duração, mais afastadas do Sol, como é o caso da exploração do espaço profundo. Para esse tipo de missão, o conhecimento presente remete à necessidade de aplicação de diferentes formas de aproveitamento da energia nuclear.

Na figura 1, extraída de Moura (2007, p. 33), tem-se uma representação esquemática da faixa de aplicação espacial das diversas fontes de suprimento de energia, conforme os requisitos de tempo e de intensidade. Os propelentes químicos, por exemplo, atendem a requisitos de alta potência e curta duração, como demandado nas fases de lançamento dos veículos espaciais. Já a energia solar se presta ao provimento de níveis de potência



**Figura 1** - Aplicabilidade espacial das fontes de energia em função da potência elétrica e do tempo requeridos (adaptado de ISHIGURO, 2007, parte IV, p. 8).

mais baixos, em fases subseqüentes da missão, com duração mais prolongada (respeitadas as restrições de distância em relação ao Sol, de dimensões dos painéis e dos períodos de operação no escuro).

Quando as condições operacionais impõem o funcionamento continuado por longos períodos e a grandes distâncias da fonte solar, cai-se na faixa que é atendida pelos radioisótopos (com baixos níveis de energia) até os reatores nucleares, que podem atender a vasta gama de demandas de potência e de duração.

Constata-se, pois, que a exploração do espaço profundo depende, fundamentalmente, de sistemas nucleares espaciais que provejam “energia de forma continuada, independentemente da distância ao Sol, e sem a necessidade de transporte de grande massa de combustível ou de dispositivos de acumulação” (MOURA, 2007, p. 33).

Os EUA e a URSS pesquisaram e desenvolveram, desde a década de 50, sistemas de energia nuclear para aplicação espacial (ISHIGURO, 2007; IAEA, 2005), tanto para prover energia térmica e elétrica, como para fins de propulsão. Diversos sistemas funcionaram em escala laboratorial, sendo alguns efetivamente empregados em dezenas de missões espaciais (IAEA, 2005).

Quanto ao emprego de reatores nucleares, os desafios tecnológicos e os riscos de contaminação após eventual acidente, principalmente na fase de lançamento, limitaram seu emprego: os EUA lançaram apenas um reator nuclear, enquanto a URSS empregou 34 até 1989, segundo IAEA (2005), ou cerca de 40, de acordo com ZAITEV (2007a). Enquanto isso, prosseguiu-se no aprimoramento dos sistemas apoiados nas demais fontes convencionais, o que deixou, de certa forma, amortecidos os esforços com respeito aos sistemas nucleares, restritos então a pequenos nichos de aplicação.

O cenário, no entanto, tem mudado: com a retomada de interesse por missões à Lua, a Marte e a outros planetas mais distantes, intensifica-se a necessidade de sistemas energéticos que superem as limitações das fontes químicas e solares e da propulsão iônica. Assim é que já se observam, na comunidade internacional, movimentos que



buscam o aprimoramento das técnicas e a junção de esforços para viabilizar sistemas de propulsão nuclear que sejam eficientes, confiáveis e seguros (IAEA, 2005; ZAITEV, 2007b).

Cumpra destacar, também, que já se tem notícia do provimento de material fissil para esse propósito: a revista *Nuclear News* divulgou que, de uma liberação de 200 toneladas métricas de urânio altamente enriquecido (HEU – *High Enriched Uranium*) do arsenal bélico dos EUA, 160 toneladas seriam guardadas para reatores navais (para propulsão nuclear no mar); 20 toneladas seriam diluídas para se transformar em LEO – *Low Enriched Uranium* (para uso em reatores de potência civis que geram eletricidade); e **20 toneladas deveriam ser utilizadas nos reatores de pesquisa e espaciais a serem desenvolvidos no futuro.** (NUCLEAR NEWS, 2005).

## 2.6 VISÃO DE FUTURO PARA O BRASIL ESPACIAL

Como país emergente, que possui um elevado passivo social, o Brasil ainda terá grandes dificuldades para conciliar o atendimento de necessidades básicas da população com os investimentos requeridos para se aproximar dos padrões de uma sociedade do conhecimento. O foco nos grandes Objetivos Nacionais pode, no entanto, mostrar que esses esforços não são contraditórios:

Para o **progresso** de sua população, o Brasil já utiliza e deverá desenvolver ainda mais a ampla gama de aplicações espaciais, seja nas ciências ambientais, como climatologia e meteorologia, e na exploração e controle de recursos naturais; seja nas aplicações de engenharia, como as comunicações, a navegação aérea e marítima e as tecnologias de geoprocessamento; ou, ainda, nas aplicações de sistemas de vigilância e de defesa. Esse diversificado leque de aplicações é essencial para a continuidade dos esforços de **integração nacional** e de diminuição das disparidades regionais. Para tanto, deverá prosseguir no desenvolvimento dos três segmentos de seu programa espacial, quais sejam, o de aplicações espaciais, o de veículos lançadores e o de infraestrutura espacial. Somente dessa forma ter-se-á autonomia suficiente para alcançar elevado grau de **soberania** na condução dos projetos de interesse nacional. (MOURA, 2007, p. 37).

A complexidade, a multidisciplinaridade e o longo prazo de maturação dos programas espaciais requerem uma abordagem de longo prazo. Logo,

quando algumas das potências emergentes, que já estiveram em patamar equivalente ao brasileiro em termos espaciais, sinalizam para a exploração do espaço longínquo, o Brasil não pode abdicar dessa possibilidade. Deve-se investir, no mínimo, em algumas das tecnologias críticas para o desenvolvimento futuro de programas mais ambiciosos, antes que as pressões internacionais lhe bloqueiem essa possibilidade.

Portanto, numa visão de futuro do Brasil reconhecido como potência emergente, há que se incluir a capacidade de participar do desenvolvimento de projetos de investigação ou de exploração espacial além da órbita terrestre, o que requererá sistemas propulsivos e de fornecimento de energia de fonte nuclear.

## 3 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA A PROPULSÃO NUCLEAR

Para análise dessa proposta de inclusão brasileira no campo das pesquisas em propulsão nuclear espacial, adotou-se, numa pesquisa realizada em 2007 (MOURA, 2007), o método de planejamento da Escola Superior de Guerra (ESG, 2006a, 2006b; CABRAL, 2007) englobando as três fases básicas de diagnóstico, política e estratégica, sendo essa última limitada apenas à concepção estratégica.

### 3.1 POLÍTICA E PROGRAMA ESPACIAIS

Nessa análise, tomou-se como sistema de estudo o SINDAE – Sistema Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais, assim como as organizações da área nuclear com potencial envolvimento nas pesquisas de energia nuclear para emprego na propulsão de espacial. O SINDAE, que foi instituído em 1996 (AEB, 2005, p. 15), congrega as diversas instituições que atuam na área espacial: a Agência Espacial Brasileira (AEB), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, o Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA, antigo DEPED), do COMAER, com seus institutos e centros de lançamento e rastreamento, assim como a indústria e as universidades com atividade espacial.

Os objetivos e as diretrizes de mais alto nível para a atuação brasileira no espaço estão definidos na Política Nacional de Desenvolvimento das



Atividades Espaciais - PNDAE (BRASIL, 1994), onde consta que o objetivo geral das atividades espaciais é o de “promover a capacidade do País para [...] utilizar os recursos e as técnicas espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira”. E para cumprimento dessa Política, estabeleceu-se o Programa Nacional de Atividades Espaciais (AEB, 2005), que contempla as missões e as ações para a realização dos objetivos do programa, assim como as prioridades e diretrizes para as atividades espaciais e para o planejamento dos integrantes do SINDAE (AEB, 2005, p. 10).

Conforme apontado em Moura (2007, p. 43), o PNAE, embora não aponte explicitamente para linhas de pesquisa em propulsão nuclear, apresenta um posicionamento de abertura tal que pode, certamente, amparar essa iniciativa. Vê-se, por exemplo, que dentre as prioridades para o período 2005-2014, destacam-se: investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) “para o **domínio de tecnologias críticas**” e “utilização de instrumentos de **cooperação internacional**” (AEB, 2005, p. 19-20, grifo nosso). Realce, também, para os seguintes objetivos específicos das ações e atividades de P&D: “pesquisas destinadas ao desenvolvimento e à aplicação de **tecnologias de caráter estratégico** para os sistemas espaciais”; “qualificação de **novas tecnologias de lançadores**”; “**pesquisas em Ciências Espaciais**”; e “projetos de pesquisa em áreas correlatas à espacial [...] que possam diretamente contribuir para o avanço da ciência e da tecnologia espaciais” (AEB, 2005, p. 57-58, grifo nosso).

### 3.2 AMEAÇAS E OPORTUNIDADES NO ÂMBITO EXTERNO

Com relação ao âmbito externo, experimenta-se uma postura usualmente restritiva, por parte dos países centrais, quanto às iniciativas de novos atores na comunidade espacial. Além da disputa por um mercado de transporte e de serviços espaciais que movimenta vultosas somas, há também as desconfianças quanto ao desenvolvimento e ao destino das tecnologias duais. Se já não bastassem as preocupações quanto à estabilidade política dos países emergentes e seu posicionamento nos cenários geopolíticos

regionais, intensificam-se, agora, medidas restritivas motivadas pelo receio de desvio dessas tecnologias para ações de terror.

No entanto, a necessidade de mobilizar amplos e diversificados recursos, associada à conveniência de compartilhar os riscos nas missões mais ambiciosas, leva os países a procurarem cooperações, inclusive com países ainda não protagonistas.

No campo nuclear, o Brasil já desponta como um produtor de combustível nuclear e de nucleoeletricidade. Todavia, mesmo tendo assinado o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP) e mantendo uma postura de transparência e de fortalecimento dos mecanismos de confiança mútua, sofre pressões da comunidade internacional para a imposição de novas restrições. Isso, sem dúvida, pode tolher as perspectivas de incursão no campo das aplicações nucleares no espaço.

Tem-se, portanto, no âmbito externo ao SINDAE e ao sistema das atividades nucleares brasileiras, uma dualidade de ameaças e oportunidades, descritas em Moura (2007, p. 45), que devem ser consideradas para o devido posicionamento estratégico do país.

### 3.3 PONTOS FORTES E FRACOS NO AMBIENTE INTERNO

O Brasil já escreveu uma significativa história como desenvolvedor e operador de aplicações espaciais e nucleares, com amplos benefícios para a comunidade interna e sem se constituir em ameaça no contexto internacional. Embora tenha havido graus distintos de evolução, tem-se padecido de algumas limitações comuns, típicas dos programas centrados na esfera pública: deficiências de pessoal, inconstância de provimento de recursos, descontinuidades de planejamento e oscilações de diretrizes políticas e de prioridades. (RABELLO, 2007).

Felizmente, há nichos de excelência que têm permitido avanços industriais, com reflexos para o progresso tecnológico e econômico, como no programa nuclear. Esses avanços, num ciclo virtuoso, demandam mais serviços, tecnologia e energia, o que pode realimentar positivamente o mercado e as áreas de pesquisa e inovação. Alguns desses aspectos mais



significativos foram apresentados em Moura (2007, p. 48-50), dos quais se podem destacar, como pontos fortes:

- o Brasil possui um Programa Espacial (o PNAE) e uma infra-estrutura básica para desenvolvimentos no domínio espacial;
- reatores nucleares e sistemas espaciais empregam tecnologias de interesse de áreas estratégicas para a defesa nacional (BRASIL, 2007 e 2003);
- no âmbito do Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA), há instituições com atividades nas áreas nuclear e espacial, que compõem um conjunto inicial de recursos humanos e laboratoriais para pesquisas e desenvolvimento em propulsão nuclear espacial; e
- pode ocorrer fertilização cruzada entre as iniciativas para a propulsão nuclear e as destinadas a pequenas usinas nucleares de geração de energia elétrica para aplicação em locais mais remotos do país, essas descritas por GOMES (2005).

E, dentre os pontos fracos, podem-se citar:

- os recursos para o PNAE têm sido modestos para os atuais projetos e atividades, não havendo margem para grandes investimentos em outros projetos de mais longo alcance;
- recorrente incapacidade do setor público em manter equipes de pesquisadores em tecnologias sensíveis;
- percepção negativa de parte da opinião pública e de formadores de opinião quanto aos resultados incompletos do PNAE, particularmente no segmento de lançadores;
- o não cumprimento, pelo Brasil, de compromissos assumidos para a implantação da

Estação Espacial Internacional (ISS) enfraquece a percepção do país como potencial participante em novas iniciativas de cooperação internacional; e

- a falta de incentivo às pesquisas em energia nuclear diluiu esforços e não se fez atrativa a jovens pesquisadores.

### 3.4 POLÍTICA E ESTRATÉGIAS PARA A PROPULSÃO NUCLEAR

#### 3.4.1 CENÁRIOS E OBJETIVOS

No trabalho descrito em Moura (2007), fez-se uma prospecção de cenários (otimista, pessimista e médio), a partir do levantamento dos Fatos Portadores de Futuro (FPF), da apreciação do Poder Nacional frente a esses fatos e da análise das possibilidades de evolução.

Da análise dos FPF, selecionaram-se os eventos futuros com maior probabilidade de ocorrência, compondo-se, assim, o Cenário Mais Provável. Seguindo o método de planejamento adotado, estabeleceu-se um conjunto básico de premissas éticas e pragmáticas, para, em seguida, reelaborarem-se os eventos na forma de Objetivos de Estado e de Governo: esses visam a melhor aproveitar os aspectos positivos, assim como a minorar ou eliminar os que se contrapõem ao que se pretende alcançar. O quadro 1 a seguir resume o Cenário Desejado.

#### 3.4.2 CONCEPÇÃO ESTRATÉGICA

Com a definição desses objetivos, foram propostas em Moura (2007, Apêndice D) 31 ações estratégicas e oito diretrizes estratégicas (para o Ministério da Defesa, o COMAER e o Ministério da Ciência e Tecnologia, com implicações também junto ao Ministério das Relações Exteriores e ao Gabinete de

Objetivos de Estado e de Governo	
1	Aprimoramento de medidas de autodeterminação e de salvagarda do conhecimento na área nuclear.
2	Efetivação de cooperações internacionais nas áreas nuclear e espacial.
3	Fomento dos projetos e pesquisas do PNAE para acesso autônomo ao espaço.
4	Fomento das pesquisas e da indústria na área nuclear.
5	Aumento gradativo dos recursos orçamentários para a área de defesa.
6	Fomento dos projetos de capacitação em tecnologias sensíveis que atendam interesses comuns da área de defesa.
7	Aumento gradual do efetivo de pesquisadores e técnicos das áreas nuclear e espacial.
8	Esclarecimento efetivo acerca dos benefícios e riscos das aplicações nucleares, assim como das medidas de segurança associadas.

Quadro 1 - Objetivos do Cenário Desejado



Segurança Institucional) que, sem expectativa de completude, permitem iniciar a linha de pesquisa em propulsão nuclear espacial. Dentre as ações, destaca-se uma das mais importantes e urgentes: **“1.3 Declarar, em âmbito internacional, as intenções brasileiras de pesquisa de aplicação nuclear no espaço, enfatizando seu caráter pacífico”** (MOURA, 2007, Apêndice D).

Para que não se pense essa proposta como algo distante demais da realidade brasileira, cumpre ressaltar que já existe, no âmbito do COMAER, uma infra-estrutura básica de pesquisa nuclear aplicada e um núcleo de pesquisadores para o início das pesquisas. Pela proposta do Programa TERRA – que visa às tecnologias-chave para reatores de pequeno porte geradores de energia elétrica e os reatores previstos para a propulsão nuclear espacial (GUIMARÃES, 2007a, 2007b) – seria da ordem de seis milhões de reais o aporte de recursos para configurar laboratórios e formar pessoal especializado para realizar as etapas de curto prazo do programa (quatro anos).

Ao longo do programa, os recursos para custeio geral e para o gradativo aumento do quadro de pesquisadores e técnicos não ultrapassariam duas dezenas de milhões de reais. A título de comparação, o investimento para alcançar essa capacidade estratégica de longo prazo equivaleria ao preço do serviço de lançamento de um único micro-satélite de coleta de dados de órbita baixa, ou a um décimo do preço de lançamento de um único satélite de comunicações de órbita geoestacionária.

#### 3.4.4 VISÃO PROSPECTIVA

Acredita-se que, em se executando as ações propostas, ter-se-á logrado ao final do horizonte de planejamento de quatro anos:

- a declaração, junto à comunidade internacional, das pretensões brasileiras de pesquisas para aplicações nucleares espaciais, com o conseqüente desenvolvimento de tecnologias e de enriquecimento de material fissil no nível requerido;
- uma significativa superação de mitos quanto à utilização da energia nuclear, tanto no âmbito governamental como junto à opinião pública;

- o desenvolvimento preliminar da linha de pesquisa em propulsão nuclear espacial, com realizações de elevado conteúdo tecnológico, de aplicação prática, conforme preconizado por GUIMARÃES (2007a); e

- uma ampliação da base de conhecimentos e o desenvolvimento de produtos e processos de ampla gama de aplicações na engenharia.

Com o aprofundamento dessa capacitação para produzir e operar sistemas nucleares espaciais, com elevados requisitos de desempenho, de confiabilidade e segurança, o Brasil poderá se apresentar como parceiro viável em projetos internacionais de maior vulto, onde custos e riscos poderão ser compartilhados com outros países.

#### CONCLUSÃO

O Brasil já é um grande utilizador de aplicações espaciais, e a demanda por esses serviços deverá ser intensificada à medida que o país se desenvolve. Não obstante, o Programa Nacional de Atividades Espaciais ainda é modesto, quando comparado aos programas dos demais países do BRICs, especialmente China e Índia. Essa diferença provém do enfoque estratégico que esses países adotaram com respeito ao acesso ao espaço e das prioridades que atribuíram aos projetos decorrentes. As metas ambiciosas relacionam-se com posicionamentos dissuasórios e com a necessidade de garantir serviços estratégicos, indo além das demandas de aplicação geral para os serviços espaciais e visando aos objetivos nacionais de longo prazo, como os de soberania e progresso.

As missões espaciais para além da órbita terrestre não tratam apenas de investigação científica. Há outros fortes interesses estratégicos a motivar o que se poderia chamar uma nova era de “grandes navegações”, nas quais serão protagonistas os países que detiverem tecnologias sensíveis, dentre elas a de propulsão nuclear espacial. Essa combinação de tecnologias espaciais com nucleares certamente será alvo de fortes restrições pela comunidade internacional, com mecanismos de cerceamento econômico, comercial e político, geralmente sob pretextos de segurança regional ou global.



Admitindo-se, como visão de futuro, que o Brasil seja reconhecido como potência emergente, condutor de programas que atendam aos objetivos de progresso, integração e soberania nacionais, há que se garantir essa possibilidade de exploração do espaço longínquo, e isso passa pela necessidade de o país posicionar-se como um dos desenvolvedores de pesquisas em propulsão nuclear espacial.

Por ora, as possibilidades de emprego de sistemas nucleares no espaço ainda estão em aberto, mas, a julgar pelos desdobramentos, em escala mundial, dos arranjos para a limitação do acesso a tecnologias nucleares, o cenário deverá se tornar mais restritivo. Principalmente porque haverá necessidade de enriquecimento de combustível em teor acima do emprego em geração nucleoe elétrica, o que vai de encontro aos movimentos para restringir a posse de materiais fisséis.

Já existe, no país, uma infra-estrutura básica de pesquisa e desenvolvimento, tanto no campo aeroespacial como no nuclear, que, se reforçada e orientada por consistentes diretrizes político-estratégicas, será capaz de superar desafios tecnológicos e aproveitar as janelas de oportunidade da conquista espacial.

Este artigo baseou-se num trabalho de pesquisa em planejamento governamental que, para a realização do cenário desejado, apresentou oito Objetivos de Estado e de Governo, compreendendo o fomento às pesquisas nas áreas nuclear e espacial; a alocação de recursos continuados; a ampliação dos quadros especializados; e medidas de salvaguarda de conhecimento, de cooperação internacional e de esclarecimento quanto aos benefícios, aos riscos e às medidas de segurança dos programas espacial e nuclear. A concepção estratégica decorrente compreendeu várias ações e diretrizes estratégicas, envolvendo diversos órgãos governamentais. Destaca-se que a linha de pesquisa básica deverá se iniciar no CTA, com um projeto de reator rápido modular de pequeno porte, o que requererá recursos equivalentes ao preço de lançamento de um único micro-satélite de órbita baixa: trata-se, portanto, de um investimento modesto, quando comparado ao ganho, para as gerações futuras, de oportunidades de acesso ainda incomensuráveis.

Por fim, ressalta-se que os objetivos de exploração espacial podem-se mostrar, à primeira vista, demasiadamente ambiciosos e arriscados. Mas um país como o Brasil não pode se furtar a desafios compatíveis com sua estatura político-estratégica: há que se fomentar as potencialidades e capacidades. Uma dessas formas é impulsionar programas multiplicadores já existentes e convergir as capacitações em novas propostas, com horizontes de mais longo prazo, visando aos mais elevados objetivos do país.

Na virada do século XIX para o século XX, o brasileiro Santos Dumont teve que deixar seu país para exercer sua capacidade inventiva na França, onde se encontrava um ambiente mais propício à criação e à inovação. Isso resultou no desenvolvimento da aviação, revolucionando a vida moderna. Um século depois, há que se recorrer ao mesmo espírito inovador e empreendedor para enfrentar os desafios tecnológicos e políticos. Mais ainda, é necessário permitir aos “Santos Dumont” do século XXI encontrar aqui, em solo brasileiro, o ambiente criativo e de inovação para desenvolver a exploração espacial na sua completude, o que inclui a necessidade de propulsão nuclear espacial.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Direito espacial**. Brasília: s.d. Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/conteudo.php?id=22&idc=163>>. Acesso em: 08 out. 2007.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Programa nacional de atividades espaciais 2005-2014**. Brasília: 2005. Disponível em: <[http://www.aeb.gov.br/area/download/pnae\\_web.pdf](http://www.aeb.gov.br/area/download/pnae_web.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2007.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Plano básico de pesquisas e desenvolvimento 2006-2009**. (DCA 80-3/2005 – Confidencial). Brasília: COMAER, 2005.





RASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Programa de transição do SISCEAB utilizando o conceito de sistema CNS/ATM**. Brasília, 2006. (PCA 351-3, p. 13). Disponível em: <[http://www.fab.mil.br/datascomemora/2006/trafegoaereo/Prog\\_trans.pdf](http://www.fab.mil.br/datascomemora/2006/trafegoaereo/Prog_trans.pdf)>. Acesso em: 06 out. 2007.

BRASIL. Ministério da Defesa. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Concepção estratégica: ciência, tecnologia e inovação de interesse da Defesa Nacional**. Brasília: MD/MCT, 2003, p. 44.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Tecnologias de interesse da Defesa Nacional**. Disponível em: <[https://www.defesa.gov.br/ciencia\\_tecnologia/index.php?page=areas](https://www.defesa.gov.br/ciencia_tecnologia/index.php?page=areas)>. Acesso em: 30 maio 2007.

BRASIL. **Política nacional de desenvolvimento das atividades espaciais (PNDAE)**. Brasília: 8 dez. 1994. (Decreto n. 1332). Disponível em: <<http://www.aeb.gov.br/conteudo.php?ida=2&idc=70>>. Acesso em: 26 set. 2007.

BUSTANI, José Maurício. Uma conquista que passou despercebida. **Jornal do Brasil**, 24 jun. 2006.

CABRAL, Paulo Dantas; SPILLER, Eduardo Santiago. **Construção de cenários exploratórios probabilísticos com o emprego de técnicas prospectivas**. Rio de Janeiro: ESG, 2007.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. Glossário. CNEN. s. d. <http://www.cnen.gov.br/ensino/glossario.asp#V>, Acesso em: 25.set.2007.

ENCYCLOPEDIA ASTRONAUTICA. **Chinese lunar base**. s. d. Disponível em: <<http://www.astronautix.com/craft/chirbase.htm>>. Acesso em: 08 out. 2007.

ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA. **Manual básico da Escola Superior de Guerra: elementos doutrinários**. Rio de Janeiro: ESG, v. 1, 2006a, p. 61-74.

ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA. **Manual básico da Escola Superior de Guerra: assuntos específicos**. Rio de Janeiro: ESG, v. 2, 2006b.

GOMES, Venâncio A. *et al.* **Central nuclear flutuante brasileira na Amazônia: uma proposta**. Rio de Janeiro: UNIFA/ECEMAR, 17 nov. 2005.

GUIMARÃES, Lamartine N. F. **Atividades da ENU na área de tecnologia nuclear Avançada: previsão de recursos necessários para o quadriênio 2007/2010**. São José dos Campos: CTA/IEAv, 2007a.

GUIMARÃES, Lamartine N. F. **Parecer sobre a proposta de banimento da produção de material fissil**. São José dos Campos: CTA/IEAv, 31 jul. 2006 (Doc. n. IEAv-ENU/010/2006 - Confidencial).

GUIMARÃES, Lamartine N. F. **Proposta de projeto: Programa TERRA (Tecnologia de Reatores Rápidos Avançados)**. São José dos Campos: CTA/IEAv, 03 mar. 2007b (Apresentação em Powerpoint).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **The role of nuclear power and nuclear propulsion in the peaceful exploration of space**. Vienna: 2005.

INTERNATIONAL PANEL ON FISSILE MATERIALS. **Developing the technical basis for policy initiatives to secure and irreversibly reduce stocks of nuclear weapons and fissile materials**. First Report of the International Panel on Fissile Materials, 2006. Disponível em: <[www.fissilematerials.org](http://www.fissilematerials.org)>. Acesso em: 21 mar. 2007.

ISHIGURO, Yuji; GUIMARÃES, Lamartine. **Missões espaciais e energia nuclear**. São José dos Campos: CTA/IEAv, 14 mar. 2007. Disponível em: [http://www.ieav.cta.br/enu/energia\\_nuclear\\_espaco.php](http://www.ieav.cta.br/enu/energia_nuclear_espaco.php). Acesso em: 12 jun. 2007.

KAN, Shirley. **China's anti-satellite weapon test**. Disponível em: <<http://fpc.state.gov/documents/organization/84322.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2007.

MONSERRAT FILHO, José. Direito Espacial do Planeta Terra. **Jornal da Ciência**. 07 mar. 2007. Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=45066>>. Acesso em: 08 out. 2007.

MOURA, Carlos Augusto Teixeira de. **O programa espacial brasileiro: viabilizando novos horizontes com a propulsão nuclear espacial**. Rio de Janeiro: ESG, 2007. 89f., il. (MO-2007/GSI-09).

NUCLEAR NEWS. **HEU to be redirect to naval reactors and other uses**. Dec., 2005, p. 23.

RABELLO, Sidney Luiz. **Proposta para discussão da reestruturação do programa nuclear brasileiro – Parte I: Balanço do PNB e os Benefícios das Aplicações Pacíficas**. Mar. 2007. **Jornal da Ciência** n. 3218, de 08 mar. 2007. Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br>>. Acesso em: 25 jul. 2007.

SELDIN, Peter B. **French government group wants Europe to join 2nd space race**. Feb. 12, 2007. Disponível em: <[http://www.space.com/spacenews/businessmonday\\_070212.html](http://www.space.com/spacenews/businessmonday_070212.html)>. Acesso em: 08.out.2007.

WRITERS, Staff. **Mission to moon not a race with others**. Beijing (SPX) Aug 20, 2007. Disponível em: <[http://www.space.com/reports/Mission\\_To\\_Moon\\_Not\\_A\\_Race\\_With\\_Others\\_999.html](http://www.space.com/reports/Mission_To_Moon_Not_A_Race_With_Others_999.html)>. Acesso em: 08 out. 2007.

ZAITEV, Yuri. **Nuclear power in space: part 1**. Moscow: RIA Novosti, 13 ago. 2007a. Disponível em: <<http://en.rian.ru/analysis/20070813/71144707.html>>. Acesso em: 24 ago. 2007.

ZAITEV, Yuri. **Nuclear power in space: part 2**. Moscow: RIA Novosti, 15 ago. 2007b. Disponível em: <<http://en.rian.ru/analysis/20070815/71683111.html>>. Acesso em: 24 ago. 2007.



# Dimensionando Explosivos em Cabeça de Guerra para o Efeito de Sopro

## *Sizing Explosives in War Head for Blast Effect*

\*Major Especialista Wilson Carlos Lopes Silva<sup>1,2</sup>

Koshun Iha<sup>3</sup>

Paulo Cesar Miscoy Ferreira<sup>1,4</sup>

1 Divisão de Sistemas de Defesa do Instituto de Aeronáutica do Espaço (IAE)

2 Mestre em Armamento Aéreo – Programa de Pós-Graduação em Aplicações Operacionais – PPGAQ (ITA)

3 Professor Doutor do Departamento de Química do ITA

4 Engenheiro Mecânico – Mestre (ITA)



### RESUMO

A detonação de um explosivo resulta na produção e na conseqüente liberação violenta de gases comprimidos. A energia produzida propaga-se rapidamente através do meio (ar ou água), provocando variações de pressão, formando uma onda explosiva, que se propaga com velocidade superior à do som. Esta frente de onda, com elevada pressão dinâmica e velocidade supersônica, é conhecida como onda de choque e confere à detonação um enorme poder de ruptura. O efeito terminal desta onda de choque é denominado Sopros ou *blast effect*. Este trabalho estuda o efeito de sopros gerado por uma onda de choque sobre alvos militares, descreve a relação entre pressão de detonação e massa de explosivo, visando otimizar a quantidade de explosivos, bem como a sua distância ao alvo que se pretende neutralizar. Conhecendo-se, através de métodos e equações matemáticas, a pressão gerada pela onda de choque resultante da detonação de certa quantidade de explosivo químico a uma determinada distância do foco, bem como os limites suportados por determinadas estruturas, é possível, com o relacionamento desses parâmetros, elaborar tabelas dinâmicas em planilhas eletrônicas, gerando gráficos de rápida leitura que possam auxiliar no dimensionamento da massa de explosivos para o efeito de sopros em cabeças de guerra para a provocação de danos em um alvo específico.

**Palavras-chaves:** Cabeça de guerra. Efeitos da pressão. Explosivos. Onda de choque.

**Recebido:** 09/04/2008

**Revisado:** 14/07/2008

**Aceito:** 29/07/2008

\***Autor:** Major Especialista Armamento Wilson Carlos Lopes Silva, Mestrado em Armamento Aéreo – Programa de Pós-Graduação em Aplicações Operacionais – PPGAQ, Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Área Física e Química dos Materiais Aeroespaciais. (ITA – 2007). **Contatos:** Divisão de Sistemas de Defesa do IAE; Instituto de Aeronáutica e Espaço; Divisão de Sistemas de Defesa; Subdivisão de Ensaio; Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - Campus do CTA - Vila das Acácias; CEP 12228-904 - São José dos Campos - SP - Brasil; tel.: (12) 3947-4733; Fax (12) 3947-4797; e-mail: wilcls@gmail.com.



## ABSTRACT

*The detonation of an explosive results in the production and the consequent violent release of compressed gases. The produced energy spreads quickly through the way (air or water), provoking pressure variations, forming an explosive wave, that if propagates with superior speed of the sound. This front of wave, with raised ram pressure and supersonic speed, is known as shock wave and confers the detonation an enormous one to be able of rupture. The terminal effect of this shock wave is called blast effect. This work studies the effect blast generated for a shock wave on military targets, describes the relation between detonation pressure and explosive mass, aiming at to optimize the amount of explosives, as well as its distance to the target that if it intends to neutralize. Knowing themselves, through methods and mathematical equations, the pressure generated for the wave of resultant shock of the detonation of certain amount of chemical explosive to one determined distance of the focus, as well as the limits supported for determined structures, it is possible, with the relationship of these parameters, to elaborate dynamic tables in electronic spread sheets, generating graphical of fast reading that can assist in the sizing of the explosive mass for the effect of blow in heads of war for the provocation of damages in a specific target.*

**Keywords:** Warhead. Blast effect. Explosives. Shock wave.

## INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais, tem-se cada vez mais em pauta o assunto “explosão”, nas mais diversas áreas de atuação, principalmente nas de segurança pública e militar, e os objetivos desse interesse são quase sempre os mesmos. Estudar e conhecer o fenômeno da explosão, para poder avaliar riscos e danos, e desenvolver formas de proteção ao ser humano e a todos os bens que ele possa usufruir em seu meio ambiente. Já no aspecto militar, o principal interesse é otimizar os requisitos de força para neutralizar alvos específicos.

Este artigo sugere o uso de equações matemáticas que definam a vulnerabilidade dos alvos ao efeito de sopro com a finalidade de dimensionar uma cabeça-de-guerra e seu explosivo para a neutralização de tais alvos.

As cabeças-de-guerra são invólucros carregados com explosivos e conferem aos mísseis, foguetes ou munições, de um modo geral, a capacidade de destruir alvos. Em síntese, é a razão da existência de qualquer artefato bélico. É a sua carga útil, por isso é inquestionável a necessidade do conhecimento mais aprofundado sobre o assunto.

Conhecendo-se a pressão gerada pela propagação da onda de choque resultante da detonação de um explosivo químico a uma determinada distância do foco, bem como os limites suportados por determinadas estruturas, é possível, relacionando-se esses parâmetros,

elaborar tabelas dinâmicas em planilhas eletrônicas, gerando-se gráficos de rápida leitura e que possam auxiliar no dimensionamento de uma cabeça-de-guerra que cause no alvo o dano desejado, de acordo com a distância máxima entre o ponto de detonação e o alvo.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

### 1.1 ENERGIA LIBERADA NA DETONAÇÃO DE EXPLOSIVOS SÓLIDOS

Em termos de energia liberada na detonação, é comum admitir que ela é dependente apenas da massa de explosivo utilizado (W).

Devido à grande diferença de densidade dos explosivos sólidos em relação às misturas gasosas, para cargas semelhantes, o volume torna-se muito menor. Isso permite a consideração de carga concentrada nestas situações, gerando, então, uma onda de pressão esférica no ar. Com isso, o volume atingido pelos efeitos da explosão no tempo vai depender da distância ao cubo ( $R^3$ ) até o epicentro.

A partir desses argumentos, determina-se uma distância em escala (Z), a qual representa uma Lei de escala para explosivos sólidos, conhecida como “*Hopkinson-Cranz law of blast scaling*” (KINNEY; GRAHAM, 1985):

$$Z = R / W^{1/3}$$

Para qualquer variação de distância e quantidade de explosivo, desde que mantidos o explosivo e a mesma distância em escala, produzir-



se-á efeito semelhante de sobrepressão sobre um alvo (BAKER, 1983). Reforça-se aqui a hipótese de propagação esférica da onda de choque no ar.

Como essa lei de escala e outras considerações estão bem definidas, apresenta-se uma regra geral para a definição da distância mínima segura, utilizando os mesmos fundamentos (KINNEY; GRAHAM, 1985):

$$r_{\text{seg}} = 120 W^{1/3}$$

Onde  $r_{\text{seg}}$  é uma distância radial [m] do local do centro da explosão, mínima para garantir a segurança de pessoas e estruturas. Serve como uma rápida indicação para casos experimentais sem a necessidade de cálculos mais aprofundados.

Com a lei de escala definida, passa-se a utilizar o TNT como referência para explosivos devido a sua boa reprodutibilidade em ensaios de detonação e, principalmente, quanto à sua constituição química pura (KINNEY; GRAHAM, 1985). Com isso, os estudos e publicações passaram a se referir sempre como “massas equivalentes” a um “padrão”, o TNT, utilizando-se então  $W_{\text{TNT}}$  [kg] como símbolo e unidade, respectivamente. A tabela 1 contém alguns desses outros explosivos com suas equivalências de massas. Outros parâmetros de caracterização de explosões também podem utilizar equivalências relacionadas ao TNT, como o “impulso equivalente”, por exemplo.

Tabela 1 - Relação de Alguns Explosivos com suas Equivalências em TNT

Nome do Explosivo	Energia Específica Mássica $Q_x$ (kJ / Kg)	TNT Equivalente ( $Q_x / Q_{\text{TNT}}$ )
Amatol 80/20 (nitrato de amônio / TNT)	2650	0,586
RDX	5360	1,185
Nitroglicerina (Líquida)	6700	1,481
PETN	5800	1,282
Pentolite 50/50 (PETN / TNT)	5110	1,129
Tetril	4520	1,000
Dinamite de Nitroglicerina	2710	0,600

Fonte: SMITH; HETHERINGTON, 1994.

## 1.2 ONDA DE CHOQUE

Quando um explosivo é detonado no ar, a energia é liberada em torno do material explosivo forçando o volume a se expandir, causando o “*shock up*” que forma a onda de choque (CHAPMAN, 1995).

Em geral, essa região de pressão alterada, iniciada normalmente em forma hemisférica, desloca-se radialmente do centro da explosão (epicentro) com uma velocidade que supera à do som e assume a forma apresentada na figura 1, na medida em que se afasta desse ponto central. Esta frente de onda com velocidade supersônica é conhecida como onda de choque.

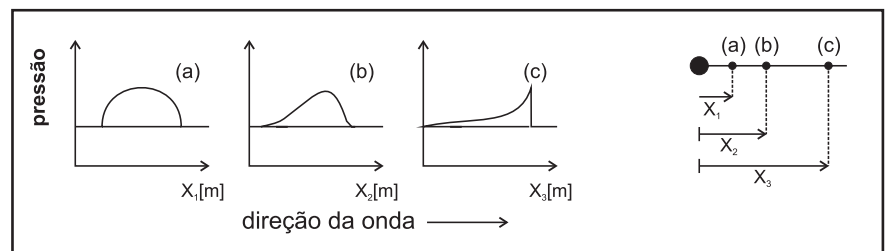


Figura 1 - Desenvolvimento da Onda de Choque Gerada por uma Detonação  
Fonte: KINNEY; GRAHAM, 1985.

## 1.3 PARÂMETROS DA ONDA DE CHOQUE

A onda de choque pode ser caracterizada através de parâmetros independentes que são, conforme Kinney e Graham (1985):

a) Tempo de chegada ( $t_a$  ou *arrival time*) é o tempo que a onda de choque leva, contado a partir do instante da ignição, para atingir um determinado ponto a certa distância da origem da explosão;

b) Tempo de duração ou *duration time* [ $t_d$ ,  $t_0$  ou  $t_0^+$ ] da fase positiva, que é o período que vai do início da passagem da onda de choque pelo ponto

estudado até o instante em que a pressão nele decai pela primeira vez até o valor da pressão atmosférica, antes de entrar no período de pressão subatmosférica. É o aspecto da capacidade da onda de sopro em causar danos. A força deve agir durante um tempo suficiente para vencer a inércia e deformar o alvo suficientemente para causar o dano necessário;



c) Período de pressão subatmosférica é aquele durante o qual a pressão cai abaixo da atmosférica devido à inércia dos gases em expansão, também chamado de fase negativa da onda de choque;

d) Pico de pressão (sobrepessão) [ $P_{so}$ ,  $P_{so+}$ ,  $P_0$ ] é a força máxima exercida pela onda de sopro contra o alvo. É igual à quantidade de pressão exercida multiplicada pela área sobre a qual atua. Para causar danos, o sopro deve ser grande o suficiente para vencer a resistência estrutural do alvo e deformá-lo. Esse valor, associado ao tempo de duração da fase positiva e ao formato da onda de choque, será usado para calcular o impulso por unidade de área projetada resultante da passagem da onda, cujo valor corresponde à área entre a curva e a linha de pressão atmosférica (o zero da figura 2) durante a fase positiva. Para uma onda com o formato da mostrada na figura 2, esta área seria aproximadamente  $(t_0 \cdot p_{so+}) / 2$ ; e

e) Impulso por unidade de área [ $I/A$ ] - o **impulso do sopro**. Essas duas grandezas combinadas proporcionam os efeitos destrutivos nas estruturas. É claro que cada tipo de estrutura necessita de valores diferentes para serem destruídas. Os vidros requerem uma curta duração da fase positiva e moderado pico de pressão. As paredes são demolidas através de um pico de pressão moderado e uma longa duração na fase positiva. Os estudos nessa área são conhecidos como estudos de letalidade. A partir de modelos matemáticos ou ensaios, são obtidas

relações entre o tipo de dano desejado e os valores de pico e duração da fase positiva.

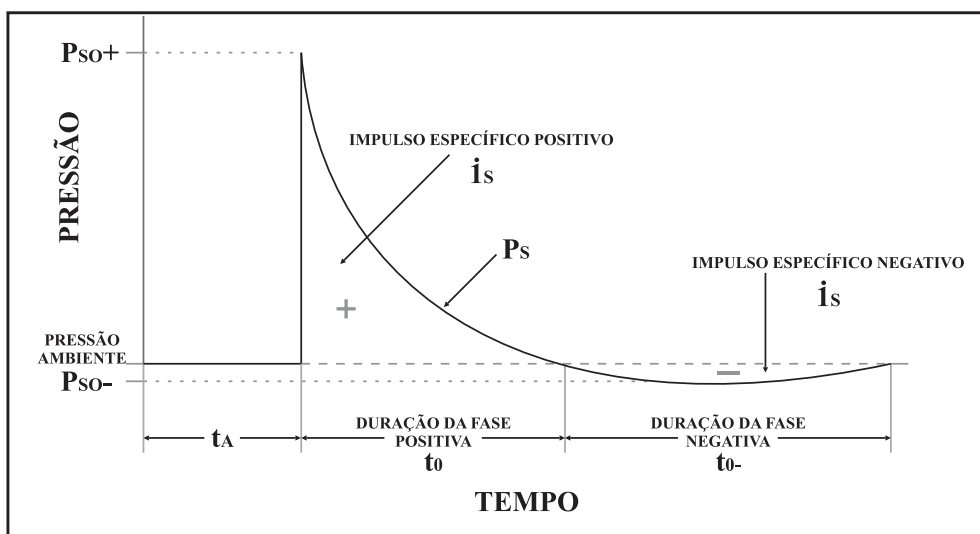
A figura 2 ilustra com mais detalhes a nomenclatura e a seqüência cronológica das fases de passagem de uma onda de choque generalizada.

Onde o  $t_A$  é o tempo de chegada da onda de choque e, a partir daí, segue a forma da onda de choque já citada. Esse tempo vai depender basicamente da distância (do ponto ao epicentro), da turbulência do ambiente e da velocidade de propagação da onda.

## 2 MODO DE REPRESENTAÇÃO DA ONDA DE CHOQUE

Diversos são os métodos utilizados atualmente para estimar a função pressão-tempo, gerada a partir de uma explosão (principalmente explosões no ar) a uma determinada distância do epicentro da mesma. Alguns destes levam em conta o efeito da turbulência dos gases, o local da explosão, a riqueza da mistura, entre outros fatores. Outros fazem considerações simplificadoras que reduzem sensivelmente o tempo para obtenção da resposta. Com o uso cada vez mais abrangente de técnicas computacionais, os métodos numéricos também devem ser citados, os quais apresentam excelentes resultados em tempos cada vez menores.

Para a obtenção das pressões geradas a partir de uma detonação de um explosivo sólido, as equações que fornecem os parâmetros têm como variável de entrada a distância em escala.



**Figura 2** - Comportamento da Pressão no Tempo para uma Onda Explosiva Genérica do Ponto de Vista de um Observador ou Alvo  
Fonte: BAKER, 1983.



Para explosões químicas, Kinney e Graham (1985) fornecem equações para determinação desses parâmetros, sendo para ambientes abertos as seguintes:

$$\frac{P_{so}}{P_a} = \frac{808 \left[ 1 + (Z/4,5)^2 \right]}{\sqrt{1 + (Z/0,048)^2} \sqrt{1 + (Z/0,32)^2} \sqrt{1 + (Z/1,35)^2}}$$

$$W = 1.2 \times (F \times CF \times C)$$

onde

F = Fator de eficiência do explosivo em relação ao TNT;

C = Massa do explosivo em questão;

CF = Fórmula de Fano (fator de casco);

1,2 = Fator para máximo efeito direcional.

Sendo:

$$CF = 0.6 + 0.4 \times \left( 1 + \frac{2}{C/M} \right)^{-1}$$

A Fórmula de Fano considera que parte da energia química do explosivo liberada na detonação é utilizada para romper o invólucro metálico. Portanto, deve-se considerar o efeito de confinamento. Nessa fórmula, M = massa metálica do invólucro e C = massa do explosivo.

### 3 ESTIMATIVA DE EFEITOS

#### 3.1 EFEITO DE CRATERA

O diâmetro médio de uma cratera causada pela detonação de um explosivo é dado por:

$$d = 0,8.W^{1/3}$$

Essa relação foi obtida experimentalmente (estudo estatístico de cerca de 200 explosões acidentais), onde W = massa de explosivo em kilogramas de TNT e d = diâmetro da cratera em metros (KINNEY; GRAHAM, 1985).

Essa expressão acima admite desvios de até 1/3. Para explosões abaixo da superfície, o diâmetro da cratera aumenta inicialmente com a profundidade da explosão, atinge um máximo e, então, diminui substancialmente.

#### 3.2 ESTIMATIVA PARA RUPTURA DE PAREDES DE CONCRETO (DETONAÇÃO EM CONTATO COM A PAREDE)

A quantidade de explosivo para romper paredes de concreto é dada por:

$$W = \beta \cdot r^{1/3}$$

Relação Empírica onde W = quantidade de explosivo em kg TNT (quantidade mínima de explosivo necessária para abrir a parede), b = coeficiente de ruptura, que para concreto comum é igual a 15 kg TNT/m<sup>3</sup> e para concreto reforçado vale 27 kg TNT/m<sup>3</sup>. e r = espessura da parede em metros.

#### 3.3 CRITÉRIO DE DESTRUIÇÃO: AERONAVES, CAMINHÃO E ANTENAS

Westine (1972) definiu, através de experimentos, o uso de equações na estimativa de vulnerabilidade de alguns alvos ao efeito de uma onda de choque, sendo o resumo dos resultados apresentado a seguir para três alvos, como exemplos:

Aeronave (caça):

$$R = \frac{8,748.W^{1/3}}{\left( 1 + \frac{2498}{W} \right)^{1/6}}$$

Caminhão:

$$R = \frac{6,481.W^{1/3}}{\left( 1 + \frac{45,06}{W} + \frac{6045}{W^2} \right)^{1/6}}$$

Antena:

$$R = \frac{6,295.W^{1/3}}{\left( 1 + \frac{103,8}{W^2} \right)^{1/6}}$$



#### 4 EFEITO DA ONDA DE CHOQUE SOBRE ESTRUTURAS

##### 4.1 MECANISMO DE DANO DO EFEITO DE SOPRO

A maior parte dos danos resultantes da detonação de um alto explosivo ou de uma explosão nuclear é devida, tanto direta como indiretamente, à **onda de sopro** (onda de choque) que acompanha a detonação.

A detonação de altos explosivos pode gerar pressões de até 700 ton / pol<sup>2</sup> e temperaturas da ordem de 3000° a 4500° C, antes da ruptura do corpo.

Aproximadamente metade da energia dos gases produtos da detonação é utilizada para expandir o corpo em cerca de 1,5 vezes o seu diâmetro antes da fragmentação e ejeção dos fragmentos; a energia restante é gasta para comprimir o meio circundante e é a responsável pelo efeito de sopro (*blast*). Destruição ocorre através da geração de uma sobrepressão, de tal forma que o alvo não resiste estruturalmente.

Fatores tais como a resistência estrutural do alvo, sua resiliência (capacidade de se deformar e retornar ao estado original), seu tamanho e sua orientação em relação à detonação influenciam o efeito de sopro sobre a estrutura. O sopro deve ser concentrado e precisamente direcionado contra os elementos vitais para produzir um dano significativo.

A tabela 2 exemplifica a variação de pressão, causada pela onda de choque, com os respectivos danos sofridos pelas diversas estruturas.

#### 5 CABEÇAS DE GUERRA

A cabeça de guerra é a carga útil de todo artefato bélico propulsado ou lançado. É constituído de um invólucro, geralmente metálico, carga explosiva, espoleta e um mecanismo de segurança e armação. O seu invólucro e a carga explosiva constituem os agentes destrutivos que efetivamente causam danos ao inimigo. Pode apresentar os efeitos terminais de sopro, fragmentação, carga oca, incendiário, etc. O foco deste artigo é sobre o efeito de sopro (*blast effect*).

Seu projeto leva em consideração vários fatores como peso permissível, tamanho e forma do compartimento destinado à cabeça de guerra, velocidade do míssil (foguetes, bomba), erro de guiamento, tamanho, forma e velocidade do alvo.

Os dados obtidos pelas equações são transferidos para gráficos da distância do foco da detonação até o alvo versus a massa de explosivo detonado.

O gráfico formado pela curva R-W representa um nível constante do dano para um determinado alvo, de acordo com o relacionamento entre a quantidade de explosivo e a distância do alvo.

Devido ao pouco espaço disponível na formatação deste artigo, os gráficos apresentados a seguir serão meramente ilustrativos.

**Tabela 2** – Efeito da onda de choque sobre estruturas

DANO	Variação de Pressão	
	Bar	psi
Quebra de janelas	0,01 - 0,015	0,15 - 0,22
Danos mínimos em construções	0,035 - 0,075	0,52 - 1,12
Danos em painéis metálicos	0,075 - 0,125	1,12 - 1,87
Falha de painéis de madeira (construções)	0,075 - 0,15	1,12 - 2,25
Falha em paredes de tijolos	0,125 - 0,2	1,87 - 3
Rompimento de tanques de refinarias	0,2 - 0,3	3 - 4,5
Danos em edifícios (estruturas metálicas)	0,3 - 0,5	4,5 - 7,5
Danos em estruturas concretadas	0,4 - 0,6	6,0 - 9,0
Destruição total da maioria das construções	0,7 - 0,8	10,5 - 12

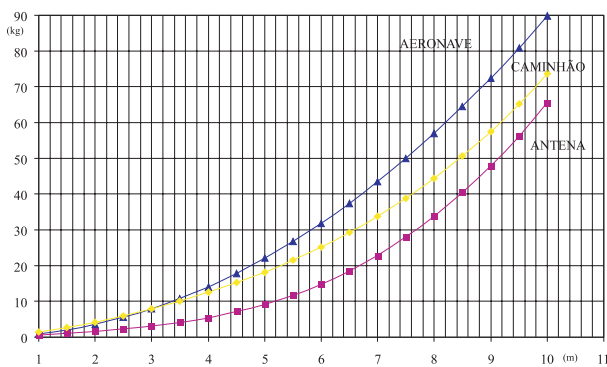
Fonte: KINNEY; GRAHAM, 1985.



Na figura 3 é visualizada a curva *isodamage*, que representa um único tipo de dano, neste caso destruição, de três alvos distintos, conforme equações do terceiro item 3 do capítulo 3.

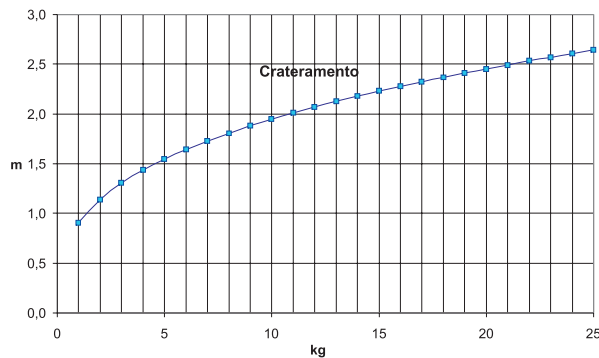
Através de interpolação, pode-se deduzir imediatamente qual seria a distância máxima do foco da detonação para se destruir um caminhão com uma massa M de explosivo ou vice-versa. Da mesma forma pode-se calcular a massa explosiva necessária a um artefato baseado na precisão com que atingirá ou se aproximará do alvo.

Deve-se lembrar que se está considerando somente o efeito terminal de sopro; o efeito de fragmentação não está sendo abordado.



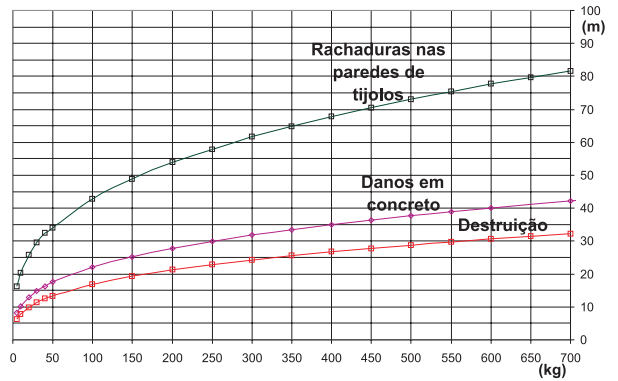
**Figura 3** – Critério de Destruição de Aeronaves, Caminhões e Antenas  
Fonte: O Autor.

Da equação, obtém-se a curva da figura 4 com o efeito de crateramento, podendo-se estimar a quantidade de explosivo necessária para atender à finalidade desejada como interdição de pista clandestina de pouso, estradas, criação de trincheiras, etc.



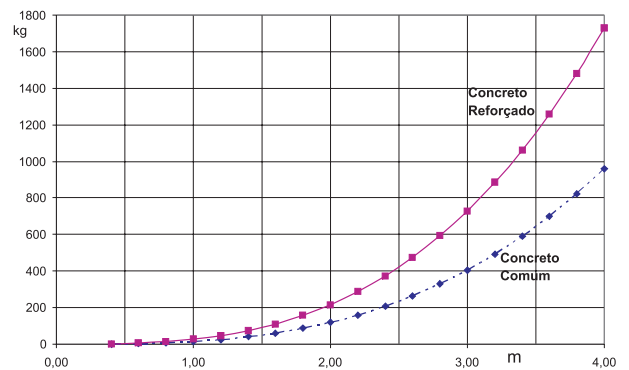
**Figura 4** – Estimativa de Efeito de Crateramento.  
Fonte: O Autor.

A figura 5, baseada na tabela 2 e nas equações do capítulo 2, representa três diferentes tipos de danos causados pela onda de choque sobre uma estrutura. Observa-se que, para uma mesma quantidade de explosivo, a severidade do dano é inversamente proporcional à distância do foco.



**Figura 5** – Estimativa de Danos Sobre uma Edificação  
Fonte: O Autor.

A figura 6 representa a curva, gerada pela equação do segundo item do capítulo 3, para romper paredes de concreto comum e reforçado. Para o efeito esperado, é necessário que a detonação do explosivo ocorra em contato com a parede a ser rompida.



**Figura 6** – Estimativa para ruptura de paredes de concreto comum e reforçado  
Fonte: O Autor.

**CONCLUSÃO**

Neste trabalho foi realizada uma exploração das técnicas numéricas existentes, as quais permitem simular diferentes aspectos relacionados a carregamentos impulsivos enfatizando as ondas de choque geradas em detonações.





Modelos numéricos são ferramentas que poderão auxiliar de forma eficaz na modelagem de uma solicitação explosiva e na simulação da resposta das estruturas frente a estes tipos de solicitações.

Assim, será possível demonstrar que, através de técnicas numéricas, poderemos obter respostas que auxiliem a resolver problemas relacionados com o dimensionamento de explosivos na cabeça de guerra

para se atingir o dano desejado em determinados alvos sob o efeito de sopro. Tais respostas devem ser apresentadas como planilha eletrônica e gráficos conforme os modelos apresentados neste artigo.

Cabe salientar que problemas destes tipos são complexos, razão pela qual os modelos numéricos a serem utilizados deverão ser calibrados com ensaios ou com modelos analíticos mais simples.

## REFERÊNCIAS

BAKER, W. E. et al. **Explosion hazards and evaluation**. New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1983

CHAPMAN, T. C.; ROSE, T. A.; SMITH, P. D. Reflected blast wave resultants behind cantilever walls: a new prediction technique. **International Journal of Impact Engineering**, Pergamon, USA, v.16, p. 397-403, 1995.

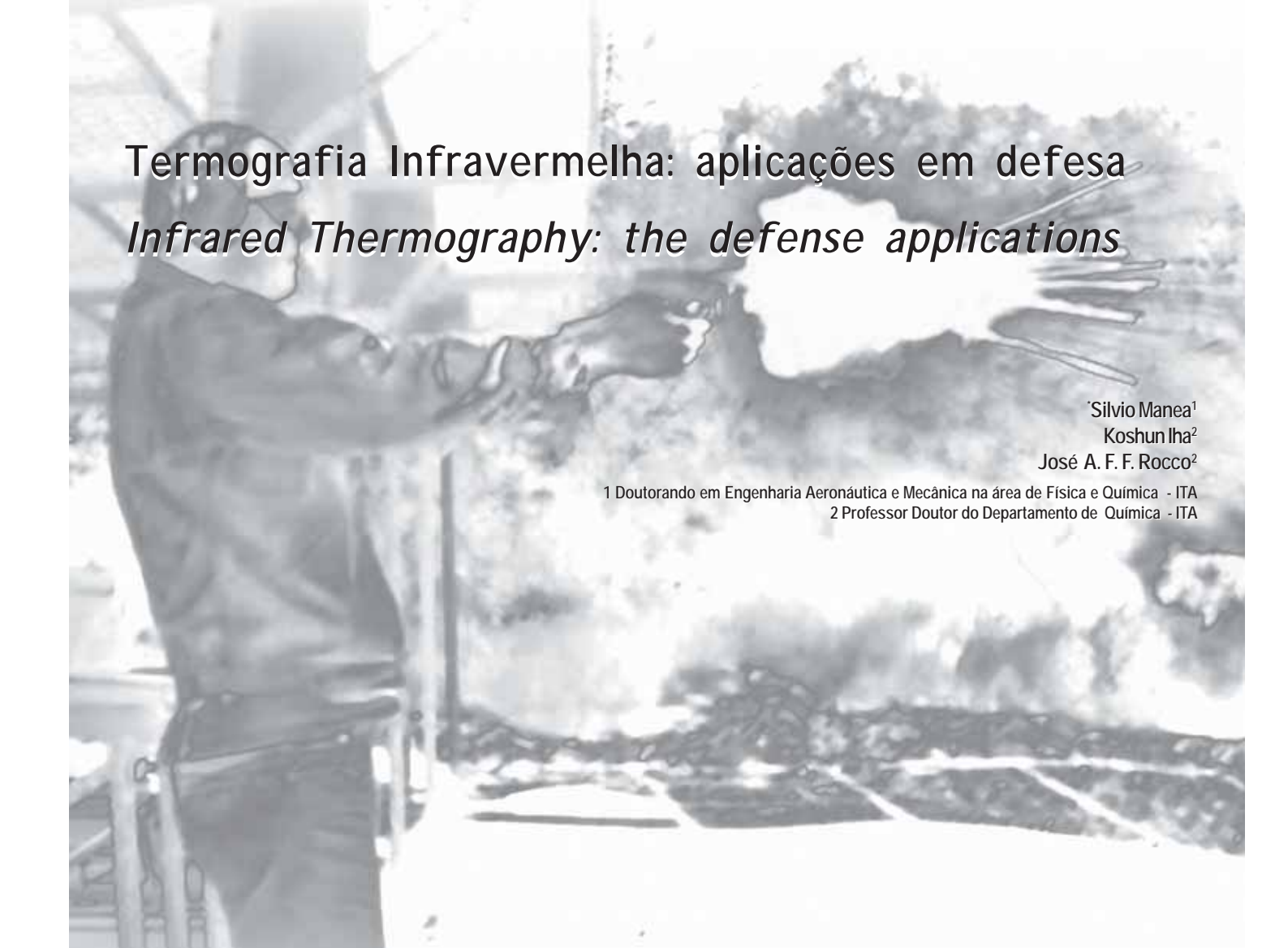
CRANZ, C. **Lehrbuch der ballistik**. Berlin: Springer-Verlag, 1926.

KINNEY G. F.; GRAHAM, K. J. **Explosive shocks in air**. 2. ed. New York: Springer-Verlag, 1985.

WESTINE, Peter S. **R-W plane analysis for vulnerability of targets to air blast**. San Antonio, Texas: Southwest Research Institute, 1972.

SMITH, P.D.; HETHERINGTON, J.G. **Blast and ballistic loading of structures**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994.





# Termografia Infravermelha: aplicações em defesa

## *Infrared Thermography: the defense applications*

Silvio Manea<sup>1</sup>

Koshun Iha<sup>2</sup>

José A. F. F. Rocco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Aeronáutica e Mecânica na área de Física e Química - ITA

<sup>2</sup> Professor Doutor do Departamento de Química - ITA

## RESUMO

A tecnologia de imageamento térmico, aplicada no mapeamento e na identificação de assinaturas por radiação infravermelha é uma área que continua em grande desenvolvimento. A tecnologia possui dois campos de aplicação: civil e militar. Ambos utilizam os mesmos sensores e processamento de dados. Na área civil, esta tecnologia é usada na agricultura, no controle ambiental, na medicina em outros setores. A área militar utiliza a mesma tecnologia nos sistemas de defesa, tais como auto-diretores de míssil ar-ar, ar-superfície e superfície-ar; detecção de atividade hostil biológica e química e visão noturna. Pesquisa e desenvolvimento de sensores de radiação infravermelha, resfriados criogenicamente ou não, permitem aos países produzir mísseis com características avançadas. Essa tecnologia não é comercializada, assim se alguém deseja ter seu domínio deve reforçar as áreas tecnológica e industrial. A produção dos sensores como hetero-estruturas semicondutoras já é uma tecnologia conhecida e disponível em nível de pesquisa em alguns laboratórios brasileiros de Instituições de Pesquisa e Universidades. O desafio é transformar essas hetero-estruturas semicondutoras em componentes prontos para o emprego em projetos sujeitos a condições ambientais severas de uso. O objetivo deste trabalho é apresentar as bases teóricas da detecção da radiação infravermelha, os tipos de detectores mais utilizados e a evolução advinda do uso de estruturas de detectores e câmeras de infravermelho para determinação e identificação de alvos emitindo energia na faixa do infravermelho.

**Palavras-chave:** Infravermelho. Detectores. Imageadores. Míssil.

**Recebido:** 10/04/2008

**Revisado:** 10/07/2008

**Aceito:** 17/07/2008

**\*Autor:** Professor Sílvio Manea, Pesquisador do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica na área de Física e Química de Materiais Aeroespaciais (ITA-2007) e Doutorando em Engenharia Aeronáutica e Mecânica na área de Física e Química de Materiais Aeroespaciais subárea de Propelentes Sólidos, Líquidos e Híbridos (ITA). **Contatos:** Rua Elmano F. Veloso 57 - São José dos Campos - SP; CEP 12232-050; tel.: (12) 3936-1914; cel.: (12) 9757-4799; e-mail: maneabr@yahoo.com.



## ABSTRACT

*Thermographic imagery technology applied to search and identification of infrared radiation signatures is an area which follows in a high development. The technology has two application fields: military and civilian. Both of them use the same sensors and data processing. In the civilian area this technology is used in agriculture, environmental control, health and others. The military area uses the same technology in the Defense systems like as air-air, surface-air and air-surface missile seekers, biological and chemical warning systems and night vision. Research and development of cryogenic and no-cryogenic infrared sensors give to the countries a know-how to make an advanced and superiority missile. This technology is not sold and therefore if someone wants to have the same technology needs to reinforce the technological and industrial areas. The production of sensors in the semiconductor detector form is already a known technology and it is available in some research labs from Brazilian Research Institutes or Universities. The great challenge is to transform those semiconductor detector in final components for assemblies that will be used under severe environmental conditions. The aim of this paper is to show the theoretical bases on the IR detection, the more widely used sensor types and the evolution brought with the use of new detection devices and IR cameras for detection and identification of targets that emit infrared energy.*

**Keywords:** Infrared. Detector. Imagery. Missile.

## INTRODUÇÃO

O espectro eletromagnético conhecido compreende os raios gama com comprimento de onda de  $0,1 \text{ \AA}$  ( $10^{-10}$  metros) até as VLF (Very Low Frequency) com comprimento de onda de 100 km. O nível de energia de uma onda eletromagnética está relacionado ao seu comprimento de onda ( $\lambda$ ), onde comprimentos de onda mais curtos possuem mais energia. Na região da luz visível, a cor violeta possui mais energia e o vermelho menos energia. A lei de Deslocamento de Wien – eq 1- comprova esta característica: o comprimento de onda no qual a máxima quantidade de energia é emitida torna-se mais curto conforme a temperatura aumenta. Observa-se então que o nível de energia dentro do espectro de infravermelho varia entre a região do infravermelho próximo até e a região do infravermelho longo.

$$\lambda_{\text{max}} = 2,89 \times 10^3 \text{ mm K/T} \quad (1)$$

O espectro infravermelho localiza-se próximo do espectro da luz visível e ocupa frequências entre a luz visível e ondas de radio (figura 1).

Todos os materiais conhecidos emitem energia infravermelha em temperatura acima de  $-273,15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Esta característica se deve ao fato que os átomos estão em constante movimento e em diferentes estados de excitação. Porém para efeitos práticos consideramos que em um corpo há uma diferença entre as regiões de Infravermelho Próximo e Médio e a região do Infravermelho Térmico (Carrano et al, 2004; Kaplan et al Boulder, 2002; Hudson, 1969). Os dois primeiros são refletidos pelo corpo, e o Infravermelho Térmico é emitido pelo corpo. Ao consumir energia, o calor gerado estimula átomos a liberar fótons no espectro infravermelho térmico. Com o aumento da temperatura, o corpo também irá liberar fótons no espectro visível.

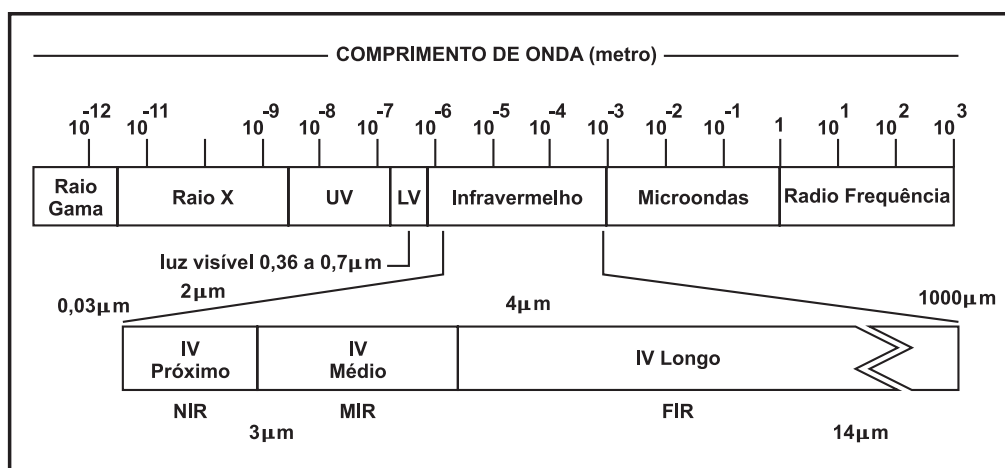


Figura 1 – Espectro Eletromagnético



Dentro da largura de banda do infravermelho, somente frequências de 0,7 a 20 micrometros são usadas para medidas práticas de temperaturas. Nesta região existem “janelas” operacionais em que o perfil de absorção pela atmosfera da radiação infravermelha limita as faixas no espectro em que são utilizadas atualmente. A limitação é diretamente ligada aos detectores, pois os sensores de Infravermelho disponíveis no mercado não são sensíveis o suficiente para detectar uma porção muito pequena de energia dos comprimentos de onda que são atenuados, porque essas frequências estão dentro das áreas de maior absorção da atmosfera (figura 2).

Apesar de a radiação infravermelha não ser visível ao olho humano, ela é valiosa para gerar imagens, que são visíveis por meio de tratamento adequado por equipamentos, porque, em muitos aspectos, ela comporta da mesma forma que a luz visível. Energia infravermelha viaja em linhas estreitas da fonte e pode ser refletida e absorvida por superfícies de materiais no caminho. No caso de muitos objetos sólidos, que são opacos para o olho humano, parte da energia infravermelha que atinge a superfície do objeto pode ser absorvida, e a parte restante será refletida.

Da energia absorvida pelo objeto, uma parte será reemitida, e parte será refletida internamente. Isto também se aplica para materiais que são transparentes para os olhos como vidro, gases e películas, plásticos transparentes. Porém alguma

parte da energia infravermelha também passará através do objeto. Este fenômeno coletivamente contribui para o que é conhecido como Emissividade do objeto ou material (MANEA, 2004).

## 1 INFRAVERMELHO

### Espectro Infravermelho

A parte de radiação infravermelha do espectro compreende comprimentos de ondas de 0,7  $\mu\text{m}$  até 1000  $\mu\text{m}$ . A região do infravermelho pode ser descrita em três regiões mais definidas de acordo com o comprimento de onda:

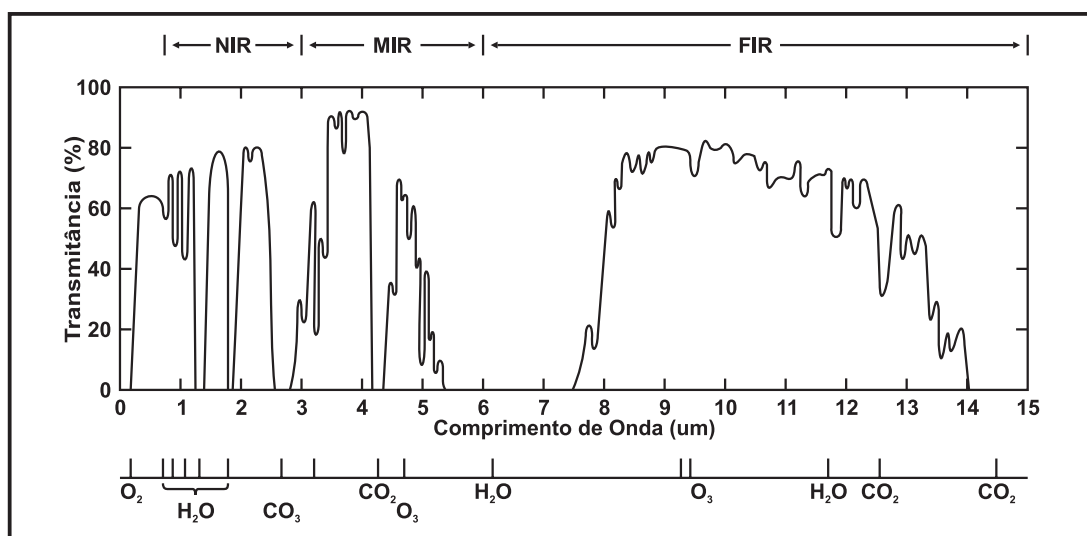
- **Infravermelho: Próximo:** Próximo à luz visível, possui comprimento de onda na faixa de 0,7  $\mu\text{m}$  a 1,3  $\mu\text{m}$ .

- **Infravermelho-Médio:** Com comprimento de onda na faixa de 1,3  $\mu\text{m}$  a 3  $\mu\text{m}$ .

- **Infravermelho Térmico:** Ocupa a última parte do espectro infravermelho e possui comprimentos de onda na faixa de 3  $\mu\text{m}$  a 30  $\mu\text{m}$ . (Hudson, 1969; Manea, TCC- CEEAA, 2004)

### Fontes de Radiação Infravermelha

Toda matéria cuja temperatura esteja acima de  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$  (zero absoluto) emite radiação infravermelha, e esta quantidade de radiação emitida é função do calor. Teoricamente, um emissor perfeito é um corpo negro com uma emissividade de 1. Para a utilização em cálculos, a melhor emissividade é algo em torno de 0,98. A emissividade de vários objetos é medida em uma escala de 0 a 1.



**Figura 2** – Transmittância atmosférica da radiação infravermelha.  
Fonte: HUDSON, 1969.



## Detectores de Infravermelho

Um detector de infravermelho é simplesmente um transdutor de energia radiante, convertendo energia radiante infravermelha em uma forma mensurável. Detectores de infravermelho podem ser utilizados em uma variedade de aplicações na área militar, científica, industrial, médica, de segurança e automotiva. A radiação infravermelha não é visível, porém ela oferece a possibilidade de ver no escuro ou através de condições de obscuridade pela detecção da energia infravermelha emitida pelo objeto. A energia detectada é transladada para uma imagem que apresenta as diferenças de energia entre objetos e ou ao longo da superfície do objeto. (HOBBS, 2001).

### Métodos de detecção

Há dois métodos fundamentais de detecção infravermelha: detecção de energia e fotônica.

**Detectores de energia** respondem a mudanças de temperatura geradas pela radiação infravermelha incidente por meio de mudanças nas propriedades do material. Os primeiros detectores termais eram termopares e bolômetros que ainda hoje são utilizados. Detectores térmicos geralmente são sensíveis a todos os comprimentos de onda de infravermelho e operam na temperatura ambiente. Sob estas condições eles têm relativamente baixa sensibilidade e resposta lenta.

**Detectores Fotônicos** geram portadores elétricos livres por meio da interação de fótons e elétrons limites. Detectores de fótons ou fotônicos foram desenvolvidos para aumentar a sensibilidade e o tempo de resposta. Este tipo de detector tem sido extensivamente desenvolvido desde 1940. PbS (Sulfeto de Chumbo) foi o primeiro detector de infravermelho prático, ele é sensível ao infravermelho de aproximadamente 2  $\mu\text{m}$  até 2,5  $\mu\text{m}$ .

Uma larga variedade de novos materiais foi desenvolvida para sensores de Infravermelho. PbSe (Seleneto de Chumbo), PbTe (Telureto de Chumbo), e InSb (Antimoneto de Chumbo) estenderam a região espectral além do PbS, disponibilizando sensibilidade na janela atmosférica com comprimentos de onda de infravermelho médio de 3 a 5  $\mu\text{m}$ .

No fim dos anos 50, foram introduzidas as ligas semicondutoras – na tabela química materiais dos grupos III-V, IV-VI, e II-VI – as quais permitiram controlar a banda de energia proibida (bandgap) dos semicondutores. Com estas ligas, foi possível definir a resposta espectral para aplicações específicas. A liga Mercúrio Cádmio Telúrio (MCT) ou HgCdTe, um material do grupo II-VI, tornou-se o mais largamente usado dos materiais de bandgap sintonizável.

## 2 DETECTORES DE INFRAVERMELHO

**Detector de infravermelho** é o componente mais importante de um sistema de imageamento Infravermelho. Há muitos tipos de detectores, cada um tendo um conjunto de características de operação. Os detectores podem ser caracterizados pela sua configuração óptica ou pelo processo de interação da sua energia interna.

**Configuração Óptica** apresenta dois tipos de configuração óptica: elementar e imageamento.

- **Detectores elementares** mostram a porção da imagem da cena externa, aparecendo no detector como um sinal único. Para detectar a existência de um sinal no campo de visada, o detector constrói a figura pela varredura seqüencial da cena. Os detectores elementares necessitam de tempo para apresentar a imagem, pois precisa fazer a varredura na cena inteira.

- **Detectores imageadores** produzem a imagem diretamente. Um detector de imageamento é considerado uma miríade de pontos detectores. Cada um dos detectores responde para um ponto discreto na imagem. Assim, o detector de imageamento produz uma imagem inteira instantaneamente.

### 2.1 TIPOS DE DETECTORES E MATERIAIS EMPREGADOS

Originalmente os mísseis usavam detectores não resfriados do tipo sulfureto de chumbo (PbS) que operavam no espectro de IV entre 2  $\mu\text{m}$  a 2,5  $\mu\text{m}$ . Esse tipo de míssil sofria uma considerável interferência solar e severas restrições táticas ar-ar.

Os buscadores modernos usam sensores de seleneto de chumbo (PbSe), Telureto de cádmio e mercúrio (HgCdTe) e outros materiais que operam



nas bandas média e longa. Para aumentar a sensibilidade, a maioria destes detectores necessita de resfriamento criogênico em torno de 77K usando nitrogênio expandido.

Atualmente, os três principais materiais utilizados em sensores de infravermelho são o Sulfureto de Chumbo (PbS), Antimoneto de Índio (InSb) e Telureto de Mercúrio e Cádmio (HgCdTe), substituindo antigos sensores que usam o PbS. O desempenho de sensores de InSb, HgCdTe e PbSe são melhores quando resfriados. O resfriamento reduz o ruído interno tornando-os mais sensíveis a detectar objetos com baixa emissão de infravermelho. A topologia e a técnica da construção dos sensores desenvolvem também uma importante parte na sensibilidade dos sensores permitindo uma maior eficiência de conversão e minimização das perdas intrínseca do componente.

A quadro 1 apresenta os tipos principais de detectores e os materiais empregados.

A maioria dos detectores utiliza materiais de processamento complexo. Para definir a utilização de um determinado tipo ou tecnologia para a obtenção do detector, há a necessidade de definir a resposta espectral desejada. A resposta espectral e a sensibilidade prevista irão definir qual tipo de detector deverá ser utilizado no projeto. As restrições devidas à absorção pela atmosfera restringem a faixa de frequências úteis para a utilização de alguns tipos de detectores em mísseis e sistemas de defesa conforme se pode observar

na figura 2 (HOBBS, 2001; NAHUM ET AL, 1997; WILKENING, 2004).

### 3 SISTEMAS DE IMAGEAMENTO EM INFRAVERMELHO

Um sistema de imageamento infravermelho possui os seguintes componentes: detectores, um sistema de particionamento da cena, óptica de entrada, um sistema de refrigeração e um sistema de processamento de sinal. Os detectores convertem o sinal da radiação infravermelha em um sinal elétrico que é processado para obter a informação usada pelo operador. Os detectores podem ser montados em muitas diferentes configurações para a sua utilização em sistemas de imageamento infravermelho (EPPELDAUER et al, 1991).

### 4 APLICAÇÕES DE DEFESA

Geralmente alvos quentes emitem a maior parte da energia na região do Infravermelho (IV) próximo. Observando a traseira da turbina de um jato, obtemos uma emissão de IV próximo muito alta – a maior parte da emissão IV do sol também é na região próxima. As partes de metal externas e aquecidas da turbina e a pluma do motor emitem a maior parte da energia no IV médio. “A fuselagem da aeronave, nuvens e a superfície da terra, que estão na região normal de temperatura, emitem no IV longo” (WILKENING, 2004; EPPELDAUER AND HARDIS, 1991).

Detector de Fótons		Detector de Energia	
Classe	Material	Classe	Material
Foto-Voltaicos	HgCdTe. Si, Ge. InGaAs InSb, InAsSb	Bolômetros	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Poly-SiGe Poly-Si Si amorfo
Foto-Condutoivo	HgCdTe. BbS, PbSe	Termopilhas	Bi/Sb
Foto-emissivo	PtSi	Piroelétrico	LiTa PbZT
Foto-condutivo Infravermelho Quantun Well (QWIP)	GaAs/AlGaAs	Ferroelétrico	BST
		Microcantilever	Bimetals

**Quadro 1-** Tipos de detectores  
Fonte: Manea (TCC- CEEAA, 2004)



Os detectores de infravermelho tem sido utilizados em cabeças auto-diretoras de mísseis para procurar e rastrear alvos tais como aeronaves, mirando a saída da turbina que é o ponto mais quente. Observa-se que o desafio dos projetistas de aeronaves tem sido reduzir ao mínimo a emissão infravermelha e o desafio dos projetistas de mísseis é aumentar a sensibilidade dos detectores. Além destas ações, tem sido desenvolvidas contra-medidas para tornar ineficazes a procura e o rastreamento dos detectores através de despistadores que induzem o auto-diretor a perder o verdadeiro alvo. Logo se torna necessária uma contra-contra-medida e assim, o círculo é contínuo como na figura 3.

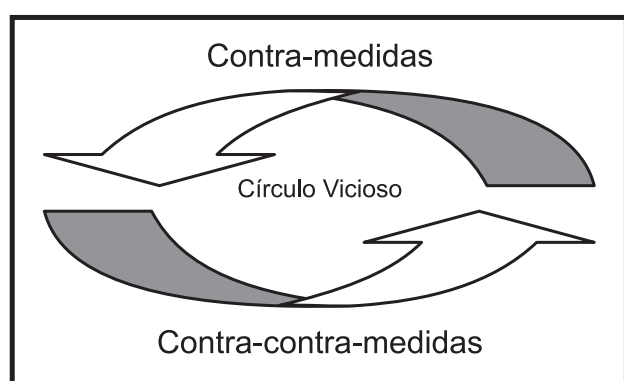


Figura. 3- Círculo contínuo de desenvolvimento

### Auto-diretores

A primeira geração de cabeças diretoras de mísseis utiliza um detector chamado de uma cor, pois detecta em uma única banda. O detector rastreia um centróide total da energia IV dentro do campo de visada do auto-diretor. Como contra-medida é utilizado um despistador que gera um ponto quente na banda de detecção do auto-diretor com um nível de energia maior que a aeronave fazendo-o perder o alvo real.

A primeira versão de detectores de uma cor apresentou um problema denominado de "fratricida". O lampejo de um impacto era rastreado pelos sensores dos outros mísseis lançados no mesmo momento e guiavam o míssil para o mesmo ponto.

Os projetos foram melhorados, e o processamento das informações dos detectores evoluiu e permitiram a construção de mísseis que não apresentavam este comportamento. Porém a

sensibilidade aos despistadores continuou, pois foram desenvolvidos novos compostos para despistadores que permitiam ao alvo despistar o míssil.

Para responder a esta contramedida foi projetado o detector de duas cores, isto é, o auto-diretor utiliza dois detectores sintonizados em bandas espectrais diferentes utilizando a relação entre os sinais dos dois detectores para evitar os despistadores. Um dos detectores está sintonizado no comprimento de onda perto da luz visível e o outro na banda infravermelha termal. Como os despistadores geram calor na banda termal e também geram energia próxima do visível, o desbalanceamento abrupto da relação entre os dois detectores, que ocorre nesse instante, é considerado como sinal de despistador e ignorado pelo auto-diretor e o rastreamento continua no alvo anterior.

A pesquisa para reduzir o nível da assinatura infravermelha dos diversos equipamentos (navios, veículos, aeronaves) e os resultados obtidos tornam necessária a obtenção de detectores mais sensíveis. Também a evolução na área de despistadores tem levado a necessidade de nova forma de detecção, pois os novos despistadores produzem muito pouca energia na banda próxima do visível, dificultando os detectores de duas cores.

Um dos maiores desafios na detecção de alvos é um alvo estacionário, em um ambiente saturado de interferências, em um cenário onde a relação entre o sinal e o ruído é pequeno, comparado com a flutuação do ruído de fundo do ambiente. Esta é a característica de um alvo bem camuflado em um cenário de infravermelho longo (8 a 12  $\mu\text{m}$ ) (EPPELDAUER AND MARTIN, 1989; SHIRKEY et al, TAWS, Army Research Laboratory).

Sensores de imagem térmica tipo FLIR (Forward-Looking-IR) utilizam FPAs (Focal Plane Arrays), de alta resolução espacial, para tentar sobrepor a interferência do ruído ambiente. A eficiência é limitada em virtude de os detectores, que operam na banda de infravermelho médio e mesmo infravermelho longo, não possuem uma sensibilidade adequada – características construtivas - para detectar alvos camuflados na presença de interferência em um ambiente com ruído de fundo alto.

Outro método é utilizado para detectar e identificar alvos em ambiente com interferência



alta: o de imageadores multiespectrais ou hiperspectrais, que capturam os dados espectrais em varias bandas com largura estreita no comprimento de onda infravermelho. Esses imageadores utilizam algoritmos de detecção estatística que exploram características espectrais únicas do alvo para aumentar a relação entre o sinal e o ruído ambiente, permitindo um reconhecimento automático do alvo no campo de batalha.

Hoje o objetivo é combinar a detecção espectral com os sensores FLIR tradicionais, obtendo uma grande performance, por meio de melhores atributos de um FLIR banda larga e um tradicional imageador multiespectral em um único microcircuito FPA.

A unificação de um FLIR com um sistema multiespectral, permitirá a utilização de vários sensores dentro da mesma estrutura. O grande limitante dos sistemas multiespectrais é a necessidade de uma computação massiva para a redução dos dados, dificultando o processamento e a comunicação dos dados em tempo real em situações táticas. Também se o tempo necessário para adquirir todo o espectro sintonizado e o processamento preditivo for maior que a resposta cinemática do alvo, o sistema poderá falhar em detectar alvos que se movem rapidamente em relação à plataforma onde está instalado.

Um dos caminhos para solucionar estas limitações na utilização de auto-diretores pode ser a utilização de uma estrutura de sensores de imagem onde cada pixel possa ser sintonizado eletricamente como se fosse um micro-espectrometro programável. Este conceito poderá permitir que o detector seja programado em tempo real para a aquisição do alvo na banda crítica de acordo com a missão definida. Isto também permitirá maximizar a conversão espectral ou a resolução espacial (SHEPHERD et al, Proc. SPIE, p. 90-101).

## 5 MÍSSIL

A área de sistemas para mísseis pode ser dividida em duas vertentes: mísseis e sistemas de defesa contra mísseis. Para mísseis busca-se obter sensores multiespectrais de alta resolução com processamento rápido e de alta sensibilidade, que permitam as cabeças diretoras serem mais eficientes na busca do alvo. Para os sistemas antimísseis os sensores são utilizados em conjunto com outros meios de detecção.

A integração de várias tecnologias de componentes para uma estrutura focal plana adaptativa envolve várias áreas tais como microeletrônica e micromecânica, tecnologia de revestimento óptico, micro lentes, modelagem de sistemas ópticos, etc.

Atualmente o desenvolvimento para obter estes novos sensores, concorre paralelamente com a obtenção de detectores não refrigerados em infravermelho longo com alta sensibilidade.

As condições atmosféricas adversas, contrastes termais não significativos, camuflagem e uma variedade de condições ambientais, dificultam os sensores de banda única a conseguir uma detecção confiável. Com a discriminação multiespectral a capacidade de obter dados em múltiplas bandas do espectro mesmo em ambiente difícil e condições adversas garante que os alvos não serão perdidos (WILKENING, 2004).

Naturalmente contramedidas são projetadas para “cegar” temporariamente ou de forma permanente os mísseis guiados por infravermelho.

Os projetos de mísseis modernos utilizam o auto-diretor “inteligente”. O propósito deste tipo de sensor é explorar a imagem espectral para uma aplicação em tempo real em um auto-diretor de míssil ar-ar ou superfície-ar. Como as contramedidas em infravermelho e os despistadores (decoy) evoluíram mais efetivamente, auto-diretores ar-ar ou superfície-ar precisam adquirir mais “inteligência” para discriminar entre os seus alvos e os despistadores.

Com o decorrer dos anos, em uma tentativa de despistar a eficiência das contra medidas, os auto-diretores de mísseis evoluíram de um simples detector buscador de ponto quente para um auto-diretor de duas bandas, auto-diretor de três bandas, e finalmente auto-diretor por imageamento. Os dispositivos auto-diretores detectores de calor originais, utilizavam assinaturas radiométricas do alvo em uma banda espectral pré-selecionada para detectar e rastrear um alvo enquanto que posteriormente, os buscadores de duas ou três bandas utilizam análises espectralradiométricas mais sofisticadas para este fim.

### 5.1 APLICAÇÕES

Os mísseis ar-ar convencionais de 1ª e 2ª gerações vêem o alvo como um ponto, e são mais eficazes em detectar as emissões de dióxido de





carbono (4,2  $\mu\text{m}$ ) da turbina de um jato com emissão na banda de 3 a 5  $\mu\text{m}$ . São conhecidos também como detectores de uma cor. Os mísseis de 3ª geração utilizam sensores com duas bandas espectrais com um afastamento suficiente para dificultar contra-medidas simples. Eles operam na região de 3 a 5  $\mu\text{m}$  e também na região de 8 a 13  $\mu\text{m}$  e por isso são conhecidos como sistemas de duas cores. Os mísseis de 4ª geração e 5ª geração utilizam nova tecnologia de sensores do tipo matrizes de detectores, possuindo uma cabeça eletro-óptica que permite um imageamento do alvo e do cenário de fundo. Os mesmos podem também utilizar uma cabeça diretora montada em um suporte pivotado (gimbal) que permite o sensor apontar para o alvo enquanto o míssil ainda não obtém velocidade suficiente para controle da direção.

O uso atual dos detectores de duas cores ainda é tecnologia aplicável, porque a integração do sensor com o sistema criogênico de refrigeração, em um mesmo dispositivo, tem simplificado o projeto.

Funções de processamento individual de pixel e a melhoria da relação sinal/ruído dos detectores, em conjunto com um processamento de sinal mais poderoso, permitem que possa ser integrada na cabeça auto-diretora sensores complementares na região do ultravioleta.

O rastreamento por imageamento em infravermelho é utilizado em mísseis modernos (5ª Geração). Nesta abordagem, a área próxima ao alvo é imageada por uma matriz de duas dimensões de detectores de infravermelho longo. A matriz obtém informação do contraste da temperatura da aeronave e do ambiente. Para o processamento, que

é em tempo real e necessita ser muito rápido, basta um número mínimo de pontos para gerar um perfil ou uma forma do alvo.

A pesquisa de sensores não refrigerados ou refrigeração termoelétrica (Peltier) com baixo ruído e alta sensibilidade é uma área que tem avançado. A disponibilidade dos novos sensores abre um leque muito grande de novas aplicações (MANEA et al, 2004 e 2005).

O desenvolvimento de sistemas baseados em infravermelho médio busca obter sensores com um campo de visada de 90°. Porém o custo destes sensores ainda tem um valor alto (da ordem de US\$50.000,00/unid.) e as aplicações deverão ser para sistemas nos quais o custo não é o fator preponderante.

Tal fato gera o deslocamento das pesquisas para faixa do infravermelho próximo ao local em que a tecnologia do silício pode ser aplicada. O processamento do sinal obtido também evoluiu com novos algoritmos e capacidades de extração do ruído de fundo permitindo uma melhor identificação do alvo.

No estágio atual, as aplicações de detectores térmicos são variadas no campo da defesa:

- Auto-diretores de míssil ar-ar, ar-superfície, superfície-ar
- Levantamento de assinatura infravermelha de objetos.
- Munições inteligentes.
- Detectores de minas terrestres.
- Sistemas de visão Infravermelha para aeronaves.
- Sistemas de visão noturna para combatente.

Atualmente, as aeronaves necessitam de sistemas de detecção em infravermelho para poderem cumprir a missão de modo efetivo tanto

**Tabela 1** – Exemplos de Aeronaves e sensores utilizados

Aeronave	Sensor
F-111	FLIR*
F-15E	FLIR com LANTIR**
F-16	FLIR com LANTIR
F-4E	FLIR

\*FLIR – Forward Looking Infrared

\*\*LANTIR – Low Altitude Navigation Targeting Infrared



em ataque como em defesa. A tabela 1 apresenta exemplos de algumas aeronaves e os sensores que são utilizados nas mesmas.

## 6 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

A tecnologia de termografia infravermelha está em constante evolução com a pesquisa e a fabricação de novos sensores. As três categorias de imageadores têm usos específicos:

- Imageador termal infravermelho próximo não refrigerado: mísseis de curto alcance, detectores de quadrante, monitoração e manutenção preditiva em equipamentos, etc.

- Imageador termal infravermelho médio refrigerado: sensoriamento espectral seletivo, testes não destrutivos, diagnósticos estruturais.

- Imageador termal infravermelho Quantum Well refrigerado: assinatura infravermelha de alvos, pesquisa aeroespacial, mapa termal de alta resolução, estudos biomédicos, etc.

A área de defesa busca meio tecnológico para evitar a detecção de seus veículos através de suas emissões. O fluxo de gases de exaustão dos motores em veículos militares tornou-se uma preocupação dos projetistas, pois é uma fonte de emissão de infravermelho. Por exemplo, um tanque M1 norte-americano produz mais de quatro kilogramas de gases de exaustão por segundo, e gera também um calor intenso (649 °C), facilitando a detecção do mesmo.

A tecnologia de imageamento termal possibilita o levantamento da assinatura infravermelha de veículos terrestres, aéreos e navais que podem ser alvos potenciais, e permitindo que sejam realizadas pesquisas para a redução da emissão infravermelha (MANEA, 2004).

As assinaturas infravermelhas das aeronaves e mísseis são informações altamente sigilosas. O perfil infravermelho conhecido possibilita gerar padrões de alvos para serem memorizados por sistemas de identificação de alvos em tempo real e a modificação nos algoritmos de identificação e rastreamento irá ampliar a eficácia do buscador de emissão infravermelha. A assinatura obtida também é utilizada para a pesquisa de novos sistemas de contramedidas tanto para a aeronave como para os novos mísseis.

Com as novas contramedidas disponíveis, os mísseis de 1ª e 2ª gerações estão obsoletos na maioria dos teatros operacionais. Mas ainda são passíveis de uso como dissuasão, em situações em que o oponente não possui tecnologia de despistamento ou destruição do míssil.

Os mísseis de 3ª geração não são considerados obsoletos até a presente data. Ainda são utilizados pelos países produtores e em várias forças aéreas pelo globo. Os exemplos de mísseis de 3ª geração ainda utilizados são: AIM-9L, ALASCA-BGT versão do AIM-9H, Magic II, Python 3, V-3C e AAM-3.

Mísseis de 4ª e 5ª gerações exigiram o desenvolvimento de novas táticas de emprego e mudança na doutrina de projetos dos aviões. Esses mísseis são chamados de mísseis de superagilidade. Exemplos de mísseis de 4ª geração são: Vympel R-73, Python 4.

Os mísseis de 5ª geração que já estão em processo de operacionalização: Python 5, AIM-9X, IRIS-T, ASRAAM.

Essa geração de mísseis baseados nos novos sensores tipo matriz e com melhorias na área propulsiva não permite manobras evasivas da aeronave. O meio de defesa contra esta nova geração de mísseis é utilizar contramedidas que permitam danificar o sensor de busca e ou destruir o mesmo com um míssil antimíssil.

Hoje como projeto nacional há um míssil do tipo Sidewinder, projeto iniciado em 1976 no IAE/CTA com objetivo de obter um míssil de 2ª geração (Piranha). Porém, devido a atrasos no projeto, foram realizadas atualizações na especificação para torná-lo um míssil de 3ª geração. Recentemente foi iniciado um projeto em conjunto com a África do Sul para desenvolver um míssil de 4ª/5ª geração tipo A-Darter.

## CONCLUSÃO

O desafio tecnológico atualmente consiste em desenvolver um processo industrial, para a fabricação de sensores infravermelhos resfriados criogenicamente ou por efeito Peltier. Para a confecção do produto integrado sensor-resfriamento-encapsulamento é necessário



investimento em pesquisa e desenvolvimento, visando obter um produto confiável e permitindo a independência tecnológica nesta área sensível.

A área de desenvolvimento de sensores não resfriados do tipo bolômetros também é passível

de grande evolução, com a melhoria da sensibilidade e ampliação da frequência espectral dos mesmos, devido aos novos materiais que estão sendo pesquisados e com aplicações na área de defesa.

## REFERÊNCIAS

- CARRANO, John et al. Tuning in to detections. **SPIE- OE magazine**, vol. 4, p. 20-22, April 2004.
- EPPELDAUER G.; HARDIS, J. E. Fourteen decade photocurrent measurements with large-area silicon photodiodes at room temperature. **Applied optics**, vol. 30, n.22. p. 3091-3099, 1991.
- EPPELDAUER G.; NOVAK, L. Linear HgCdTe radiometer. **SPIE Proceedings**, vol. 11 10, p. 267-273, 1989.
- EPPELDAUER G.; MARTIN, R. J. Photocurrent measurement of PC and PV HgCdTe detectors. **J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol.** n. 106, p. 577-587, 2001.
- HANDBOOK for Organic Chemistry Lab . Colorado : University of Colorado 2002, p. 155-166.
- HOBBS, Philip C. D. Thermal infrared imager. **IBM T. J. Watson research center from sensors and controls for intelligent manufacturing II, Proc. SPIE**. vol. 4563, p. 42-51, [2001].
- HUDSON JR., Richard D. **Infrared system engineering**. John Wiley and Sons Inc., 1969.
- KAPLAN, Herbert; SCALON, Thomas. A thermographer's guide to infrared detectors, honeyhill. **Technical Company, Norwalk and FLIR Systems, Inc.** Boston.
- MANEA, Silvio. **Termografia em Infravermelho – TC CEEAA – 2004 – ITA – CTA/ITA-IEF/TC-003**, 2004.
- MANEA, Silvio e IHA, Koshun. **Termografia infravermelha e aplicações**. VI SIGE-ITA, 2004.
- \_\_\_\_\_. Aplicação de bolômetros não resfriados como detectores em sistemas de designadores de alvos a laser. - VII SIGE-ITA, 2005.
- SPECTRAL imaging: technology and application. **Hyperspectrum News Letter**, vol. 3, n. 1, February 1997.
- SHEPHERD, Freeman D.; MURGUIA, James E. A comparison of infrared detection mechanisms in thermal-emissive vs. photo-emissive silicon Schottky barrier arrays. **Proc. SPIE** vol. 4028, p. 90-101.
- SHIRKEY, Richard C. et al. Verification of the Target Acquisition Weather Software (TAWS). **Army research laboratory Battlefield Environment Division WSMR, NM**, Army Research Laboratory technical report.
- WILKENING, Dean A. Airborne Boost-Phase Ballistic. **Missile Defense Science and Global Security**, 12:1-67, 2004 DOI: 10.1080/08929880490464649.



# Por Que se Basear nos Processos de C2 da OTAN?

## *Why to Be Based on NATO C2 Processes?*

Tenente Coronel Aviador Raimundo Nogueira Lopes Neto<sup>1,2</sup>

1 Comandante do 3º/10º GAV

2 Mestre em Análise Operacional – PPGA/ITA

### RESUMO

Desde 2001, a Força Aérea Brasileira (FAB) tem participado de cursos e exercícios combinados com outras Forças Aéreas, apoiados pela Força Aérea Francesa, visando a uma eventual inclusão da FAB em forças de coalizão. Surgiu, então, no Centro de Comando e Controle de Operações Aéreas (CCCOA), unidade do Comando Geral do Ar (COMGAR), a necessidade de se reformular a doutrina de emprego da Força Aérea com vistas a seguir o padrão utilizado pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN). Assim, levantou-se a seguinte questão que foi desenvolvida neste artigo: quais são os principais processos de Comando e Controle (C2) envolvidos em operações combinadas, segundo a doutrina da OTAN, e como estão influenciando a doutrina das Forças Armadas brasileiras (FA)? Os principais processos de C2 envolvidos em operações combinadas nos moldes da OTAN e das FA foram descritos em função dos documentos produzidos. Com base nos processos levantados, foi feita uma análise comparativa dos documentos produzidos nos processos de C2 envolvidos em operações combinadas da OTAN e das FA, ambos com ênfase na Força Aérea Componente (FAC). Dessa forma, foi possível tirar algumas conclusões a respeito das vantagens de a FAB se basear nos processos de C2 da OTAN, a despeito dos processos adotados anteriormente.

**Palavras-chave:** Modelagem de processos. Comando e controle. Operações combinadas.

**Recebido:** 28/03/2008

**Revisado:** 08/07/2008

**Aceito:** 14/07/2008

\***Autor:** Tenente Coronel Aviador Raimundo Nogueira Lopes Neto, formado pela Academia da Força Aérea em 1987, Mestrado em Comando e Controle (ITA- 2004), Curso Advanced Test & Evaluation - Planning, Design & Analysis (ITA- 2004), Air Battle Elementary Training Course (França-2006). **Contato:** e-mail: cmt@3gav10.aer.mil.br.



## ABSTRACT

Since 2001, Brazilian Air Force (FAB) has participated of courses and exercises combined with other air forces, supported by the French Air Force, aiming at to an eventual enclosure of the FAB in forces of coalition. It arose, then, in the Center of Command and Control of Air Operations (CCCOA), unit of the Command General of Air (COMGAR), the need of restructure the doctrine of job of the Air Force aiming at base on standard utilized by the NATO. Like this, it raised itself to following question that was developed in this article: which are the main processes of Command and Control (C2) involved in operations combined, second the doctrine of the NATO, and as are influencing the doctrine of the Brazilians Armed Forces (FFAA)? The main processes of C2 involved in operations combined like of the NATO and of the FFAA were described in function of the documents produced. It based on the processes raised, was deed a comparative analysis of the documents produced on processes of C2 involved in operations combined of the NATO and of the FFAA, both with emphasis in the Air Force Component. In this way, was possible come out some conclusions from the advantages of the FAB base on processes of C2 of the NATO, despite the processes adopted previously.

**Keywords:** Modeling of processes. Command and control. Operations combined.

## INTRODUÇÃO

Desde 2001, a Força Aérea Brasileira (FAB) tem participado de cursos e exercícios combinados com outras Forças Aéreas, apoiados pela Força Aérea Francesa, visando a uma eventual inclusão da FAB em forças de coalizão. Como exemplo, pode ser citada a operação Artemis, realizada no Congo em 2003, sob coordenação francesa e com participação de duas aeronaves C-130 Hércules.

Surgiu, então, no Centro de Comando e Controle de Operações Aéreas (CCCOA), unidade do Comando Geral do Ar (COMGAR), a necessidade de se reformular a doutrina de emprego da Força Aérea visando basear-se no padrão utilizado pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN).

Conforme afirma Castro (2004, p. 13):

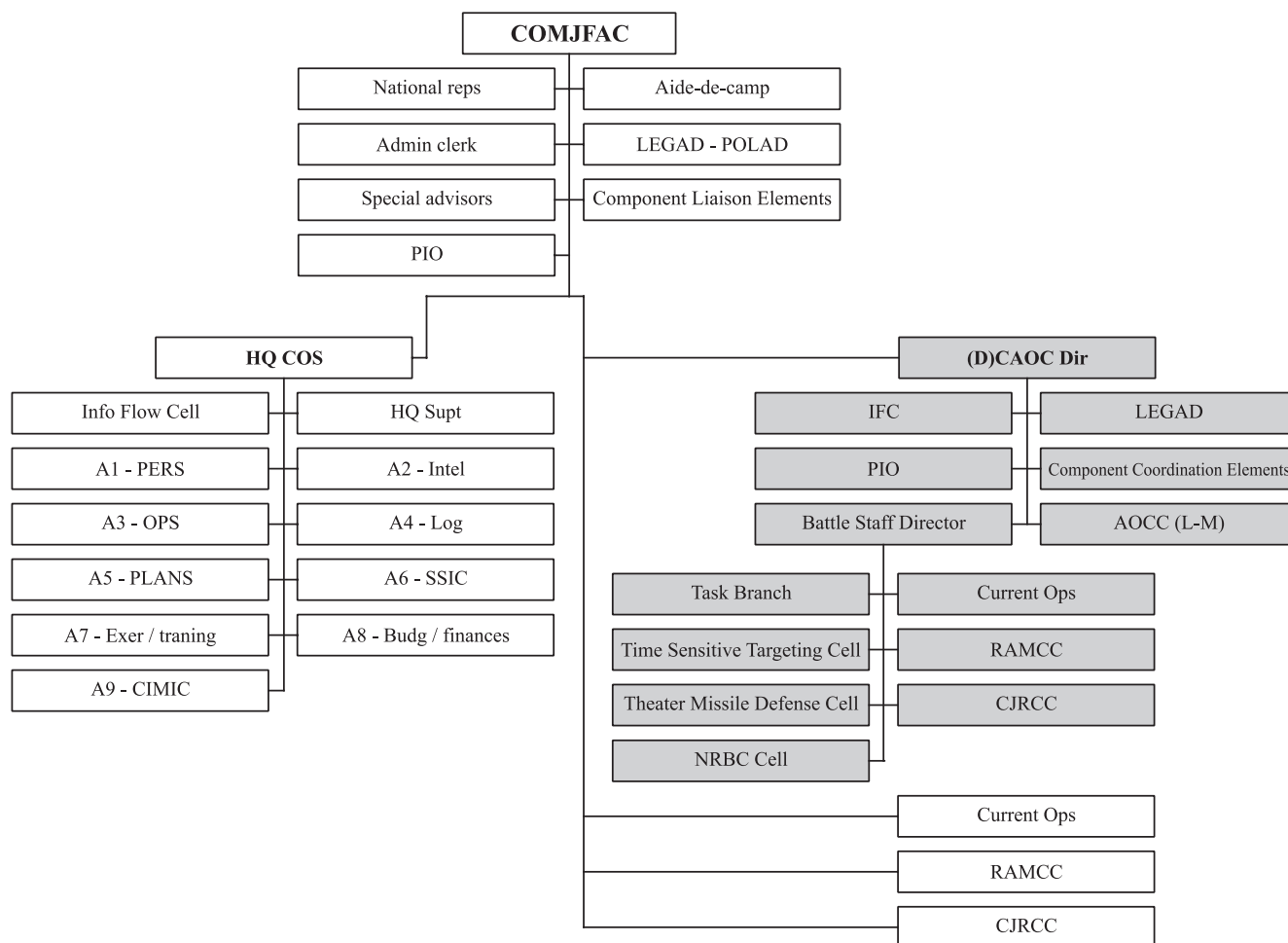
As principais modificações da nossa doutrina de Comando e Controle propostas para o alinhamento com a doutrina da OTAN estão no nível intermediário de comando, no Centro de Operações Aéreas Combinadas, do original *Combined Air Operations Center* (CAOC) de uma Força Aérea Componente (FAC).

O CAOC é um elemento da estrutura da FAC de um comando combinado, de acordo com a OTAN, por meio do qual o Comandante da FAC exerce o planejamento centralizado e o controle do esforço aéreo (FRANCE, 2003). Como pode ser observado na figura 1 (células cor de cinza), o CAOC, instalação principal de Comando e Controle (C2) das operações aéreas, é o responsável pela programação e condução do emprego de todos os meios aéreos do Teatro de Operações (TO), em coordenação com os demais serviços e componentes (FRANCE, 2003).

Os novos conceitos trazidos pelos franceses foram aplicados em manobras operacionais, na tentativa de absorver os conhecimentos adquiridos em cursos realizados na França por alguns oficiais do Comando da Aeronáutica (COMAER).

Assim, levantou-se a seguinte questão para ser desenvolvida neste artigo: **quais são os principais processos de C2 envolvidos em operações combinadas, segundo a doutrina da OTAN, e como estão influenciando a doutrina das Forças Armadas no Brasil?**





**Figura 1** - Estrutura de uma Força Aérea Componente em um Comando Combinado.  
Fonte: FRANCE, 2003, p. 11.

Para tanto, os principais processos de C2 envolvidos em operações combinadas nos moldes da OTAN e das FFAA serão descritos **em função dos documentos produzidos** e, finalmente, será feita uma análise comparativa entre os processos.

## 1 OS PROCESSOS DE C2 DA OTAN

Como os processos que envolvem a doutrina de C2 em operações combinadas são numerosos, optou-se por manter o **escopo focado nos macroprocessos de C2, com ênfase nas atividades desenvolvidas no âmbito da FAC.**

A fim de facilitar futuras pesquisas, a descrição dos macroprocessos e documentos da OTAN deste capítulo foram retirados da aula expositiva **Fluxo de documentos**, do Curso de Centro de Operações Aéreas de Força-Tarefa

Combinada, do Grupo de Instrução Técnica Especializada (GITE), sediado na Base Aérea de Natal (BRASIL, 2005a).

O processo inicia-se com o aparecimento de uma crise que acarreta a decisão política de formação de uma Força-Tarefa. O *Combined Joint Task Forces* (CJTF) assemelha-se a uma aliança multinacional, de múltiplos serviços e desdobramentos, composta por uma estrutura de C2 para apoiar e organizar uma Força-Tarefa Combinada em operações contingenciais, incluindo as de manutenção da paz. É composta, basicamente, pelos componentes aéreo, marítimo e terrestre do Teatro de Operações (TO).

Todo o planejamento se apóia nos estudos e trabalhos dos níveis estratégico e operacional realizados de forma contínua. Várias são as fases



de planejamento, iniciadas pelas decisões políticas, que limitam as ordens táticas, e finalizadas na preparação da missão.

#### 1.1 DIRECTIVES AND GUIDES (D & G)

O *Commandement Operation* (COPER) é formado e fica a cargo de um Comitê Militar da Coalizão. O COPER orienta a estratégia militar para o *Combined Joint Task Forces Commander* (COMCJTF), por meio das *Directives and Guides* (D&G), que auxiliarão o COMCJTF na confecção do *Operational Plan* (OPLAN). O COMCJTF assume todas as tarefas de sua área de responsabilidade designada.

As D & G explanam, de maneira geral, toda a situação vivenciada naquele momento de crise, indicando quais ações devem ser tomadas pelos comandos subordinados. Mostra, entre outras coisas, a que ponto devem levar-se as operações para forçar uma situação que atenda aos interesses políticos dos países envolvidos na coalizão. Além disso, faz um breve sumário, enfatizando qual o foco a ser mantido durante as operações.

#### 1.2 OPERATIONAL PLAN (OPLAN)

De posse das D & G, o COMCJTF elabora o OPLAN, que pode ser comparado, inicialmente, a um exame de situação. Define a linha de ação (*course of action*) a ser adotada, bem como as fases e sub-fases previstas para toda a campanha aérea, baseada na *Joint Integrated Target List* (JPTL), lista de alvos aprovada pelo poder político.

O OPLAN define, ainda, a estrutura de comando da coalizão, estabelecendo todas as tarefas dos comandos subordinados (terra, mar e ar), considerando as fases da operação e os meios a serem empregados, com base na solicitação do conselho da Organização das Nações Unidas (ONU). Descreve, entre outras coisas, os fatos que levaram ao desencadeamento da crise, as necessidades e objetivos da inteligência.

Posteriormente o OPLAN é encaminhado ao *Joint Force Air Component* (JFAC) que corresponde ao componente aéreo da estrutura de Comando e Controle da OTAN. O COMJFAC é o Comandante do componente aéreo da Força-Tarefa. Possui um Estado-Maior com nove células e um CAOC, órgão

responsável pelo planejamento e condução das operações aéreas. A estrutura do JFAC pode ser observada, anteriormente, na figura 1.

#### 1.3 SUPPORTING PLAN (SUPLAN)

Baseado no OPLAN, o COMJFAC do país que está à frente da CJTFC elabora o *Supporting Plan* (SUPLAN). Esse plano determina a adequação dos recursos existentes às necessidades das operações. As demais nações componentes da Força-Tarefa elaboram o *Supplementary Plan* (também denominado de SUPLAN), conforme as respectivas realidades, disponibilidades e capacidades.

O SUPLAN define os meios a serem empregados baseado na solicitação do conselho da ONU. Enfoca, entre outras coisas, as ações necessárias a serem desenvolvidas pelos meios aéreos na busca das informações. Estabelece, ainda, a estrutura de inteligência dentro do JFAC.

#### 1.4 AIR OPERATIONS DIRECTIVE (AOD)

Após a aprovação do SUPLAN pelo CJTFC, tem início a elaboração da *Air Operations Directive* (AOD), que deve retratar as intenções do COMCJTF, acrescidas das orientações do COMJFAC. A confecção da AOD é o marco de início do ciclo de 48 horas de decisão à ação dos meios aéreos disponíveis na Força-Tarefa Combinada.

A AOD deve exprimir as diretivas do COMJFAC em termos de missões, prioridades, regras de engajamento, distribuição de meios e seleção dos objetivos. Esse documento é atualizado de acordo com a evolução da crise ou da operação, orientando a campanha aérea, nas suas diferentes fases, para dois dias à frente (D+2). A AOD é emitida, diariamente, pela Célula de Operações do JFAC (A3) e submetida ao COMJFAC para a sua homologação.

#### 1.5 MASTER AIR OPERATIONAL PLAN (MAOP)

O CAOC é o responsável pelo planejamento, acionamento, orientação, coordenação e acompanhamento das operações táticas das forças alocadas sob sua responsabilidade, de acordo com as orientações do COMJFAC. O CAOC é a ferramenta de controle e execução do COMJFAC para as operações aéreas.



O CAOC é composto, basicamente, por duas células principais: a que planeja (célula *Task Branch*) e a que executa (célula *Currents Ops*) as atividades aéreas sob responsabilidade do COMJFAC, como pode ser observado, anteriormente, na figura 1.

O objetivo da célula *Task Branch* é planejar as atividades aéreas visando alcançar os objetivos da campanha aérea. Essa célula é a responsável por elaborar o *Master Air Operational Plan* (MAOP), a *Air Task Order* (ATO) e a *Airspace Control Order* (ACO), após análise da AOD e do estudo pormenorizado dos objetivos.

O MAOP, elaborado pela *MAOP Cell* da estrutura da célula *Task Branch* traduz o pensamento do comando em nível tático, sob a forma de um plano coordenado, considerando as ações ofensivas, defensivas e de apoio. É o resultado de um processo intelectual complexo, com vistas a assegurar o desempenho para a situação vigente. Em suma, o MAOP é um condensado de todas as missões programadas.

#### 1.6 AIR TASK ORDER (ATO) e AIR TASK MESSAGE (ATM)

A partir do MAOP, são produzidas a ATO e a ACO, documentos que, respectivamente, relacionam as missões e ativam as áreas do espaço aéreo onde elas serão executadas.

A ATO, elaborada pela *ATO Production Cell*, é uma mensagem operacional diária com a programação da atividade aérea. Cobre um período de 24 horas e traduz, detalhadamente, as missões designadas para as unidades operacionais, conforme o conteúdo do MAOP. A ATO é enviada 24 horas antes do início da missão para todas as unidades envolvidas na operação.

A *Air Task Message* (ATM) especifica o acionamento de missões extras. Tem a finalidade de ordenar a execução de uma missão pré-planejada, não prevista na ATO. Pode, também, introduzir modificações na ATO, buscando reorientar pontos específicos daquele documento.

#### 1.7 AIR CONTROL ORDER (ACO)

A ACO, elaborada pela *Airspace Management Cell*, traduz as definições estabelecidas no *Airspace Control Plan* (ACP) do SUPLAN.

Dentre outras coisas, a ACO estabelece limites das áreas de controle do espaço aéreo, integração das operações de defesa aérea, zonas de controle de tráfego aéreo existentes, trânsito e recolhimento de aeronaves, emergências e procedimentos de utilização do *Information Friend or Foe* (IFF). Cobre, também, um período de 24 horas e define como os órgãos de controle militares apoiarão as ATO das unidades aéreas.

A missão da célula *Current Ops* do CAOC consiste em adaptar a programação diária, definida na ATO, para a situação real de acordo com os meios disponíveis e a atividade do inimigo. Em certos casos, poderá, também, ter de conduzir uma operação de resgate ou reportar ao *Battle Staff Director* (BSD) os reconhecimentos realizados a alvos críticos. A posição do BSD, na estrutura do JFAC, poder ser identificada na figura 1, descrita anteriormente. O chefe da célula *Current Ops* é chamado de *Senior Ops Officer* (SOO), que tem como auxiliares: o Substituto (Deputy); o responsável pela célula ofensiva (*Offensive Cell*); o responsável pela célula defensiva (*Defensive Cell*); o responsável pela célula de inteligência (*Current Intel*); e o representante da célula *Time Sensitive Target* (TST).

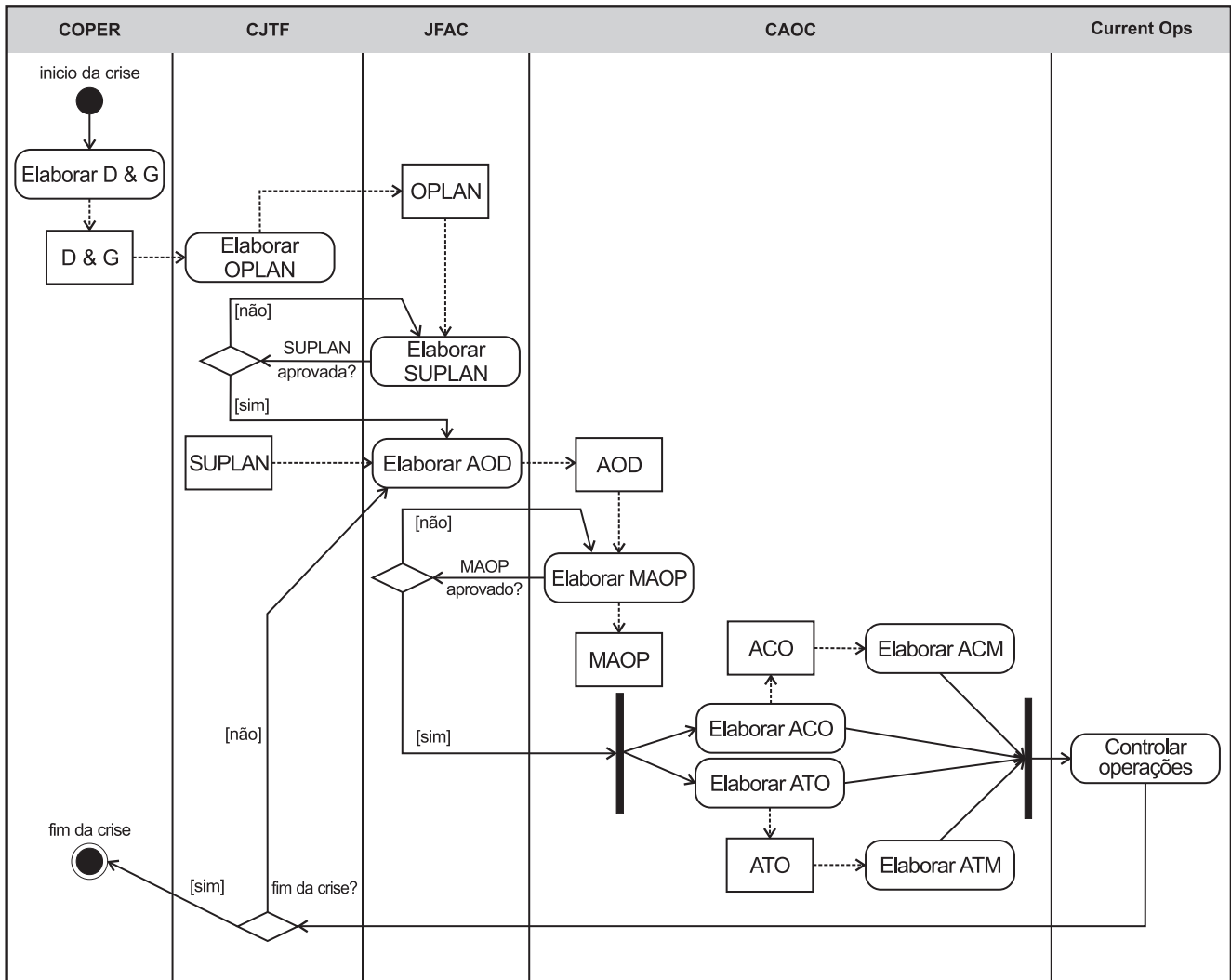
O SOO é responsável pela condução das operações, nos níveis ofensivo, defensivo e de inteligência. Ele gerencia a sala de operações correntes e conduz a atividade aérea.

Há, no mínimo, dois SOO na célula *Current Ops*. Eles trabalham de acordo com o ritmo da operação. Possuem amplo conhecimento da ATO e dos objetivos da operação, a fim de estarem em condição de tomar as decisões corretas e necessárias para o cumprimento das diretivas da operação, sempre com o aval do BSD.

Os processos da OTAN estão representados, graficamente, por um diagrama de atividade, figura 2, a fim de facilitar o entendimento. Usou-se a linguagem gráfica de modelagem, *Unified Modeling Language*, para representar o trabalho de levantamento dos processos. Foi escolhida a ferramenta computacional *Rational Unified Process* para gerar os diagramas de atividades dos processos (BOGGS; BOGGS, 2002).







**Figura 2** - Processo de planejamento e controle das operações da OTAN.  
Fonte: Autor.

**Para que os processos da OTAN possam ser analisados, optou-se por levantar, também, os principais processos de C2 envolvidos em operações combinadas das FA.**

## 2 PROCESSO DE C2 DAS FA BRASILEIRAS

Os processos de C2 envolvidos em operações combinadas das FA Brasileiras serão descritos em rápidas palavras, visto que já são conhecidos. Será empregada a mesma abordagem utilizada no levantamento dos processos da OTAN, ou seja, os processos serão descritos em função dos documentos produzidos.

Na descrição dos processos, foram enfatizados os documentos que são produzidos pela FAC, que será o foco da análise dos resultados obtidos.

A fim de facilitar futuras pesquisas, a descrição dos processos e documentos das FA deste capítulo

foram retirados do Manual de Processo de Planejamento de Comando para Operações Combinadas (BRASIL, 2001a).

### 2.1 DIRETRIZ ESTRATÉGICA

Uma vez estabelecida uma situação de crise, o Comandante Supremo nomeia o Comandante do Comando Combinado, com a assessoria do Ministro da Defesa e do Estado-Maior de Defesa. Um comando combinado é composto por um Estado-Maior Combinado e por Forças Componentes.

Conforme prevê a Política para o Sistema Militar de Comando e Controle do MD (BRASIL, 2001b, p. 18):

As diretrizes, diretivas e orientações para o emprego das Forças Armadas são emanadas do Comandante Supremo ou do Ministro da Defesa, cabendo, ao Estado-Maior de Defesa, com a supervisão do Ministro, se for o caso, a elaboração dos



planejamentos militares e da documentação pertinentes, que serão submetidos àquelas autoridades para aprovação e expedição das ordens.

A Diretriz Estratégica destinada ao Comandante do Comando Combinado deve conter: os objetivos estratégicos, a situação da crise ou conflito, a solução final desejada, as tarefas e diretrizes, as recomendações e os demais elementos necessários para a realização das operações (BRASIL, 2001b).

## 2.2 EXAME DE SITUAÇÃO

O Comandante do Comando Combinado utiliza o Processo de Planejamento de Comando (PPC) como ferramenta para a tomada de decisões. Esse processo permite que o Comandante avalie as possíveis situações que serão enfrentadas.

Inicialmente, elabora-se um Exame de Situação (ExSit), que constitui a base para a decisão do Comandante. Essa etapa permite chegar à escolha da linha de ação mais favorável ao cumprimento da missão.

No ExSit, é identificado e estruturado o problema, compreendendo a reunião dos dados necessários à sua solução, a elaboração e o relacionamento das soluções possíveis (linhas de ação), a análise destas possíveis soluções e a seleção da melhor solução.

## 2.3 PLANO DE CAMPANHA

Tomada a decisão, a etapa seguinte do processo será a elaboração dos planos e das ordens, permitindo o levantamento das ações necessárias para a execução das operações. O resultado desse processo é a elaboração do Plano de Campanha.

Em seguida, o Comandante e seu Estado-Maior exercerão a supervisão das ações planejadas, visando ao cumprimento da missão com êxito. O Comandante verifica se a operação está se desenvolvendo conforme planejada e, caso necessário, introduz alterações apropriadas nos planos e ordens anteriormente estabelecidos.

## 2.4 PLANO DE OPERAÇÕES AÉREAS

A FAC, de posse do Plano de Campanha do Comandante do Comando Combinado, elabora, com a ajuda de seu Estado-Maior, o Plano de

Operações Aéreas. Antes do início das operações, é emitida uma Ordem Preparatória (Oprep) seguida de uma Ordem de Movimento (Omov), que, respectivamente, mobilizam e desdobram as unidades aéreas e as unidades apoiadoras conforme o Plano de Operações Aéreas. Antes do início das operações, o Plano de Operações Aéreas se torna uma Ordem de Operações Aéreas.

## 2.5 OFRAG

A partir da Ordem de Operações Aéreas, são elaboradas as Ordens Fragmentárias (OFRAG), que são enviadas às unidades aéreas para o cumprimento.

As OFRAG detalham, para a unidade aérea responsável pela missão, todos os dados necessários para execução das operações aéreas.

Assim como nos processos da OTAN, os processos de C2 das FA serão representados, graficamente, por um diagrama de atividade (figura 3).

A seguir, baseado nos processos levantados, será feita uma análise comparativa dos documentos produzidos nos processos de C2 envolvidos em operações combinadas da OTAN e das FA, ambos com ênfase na FAC.

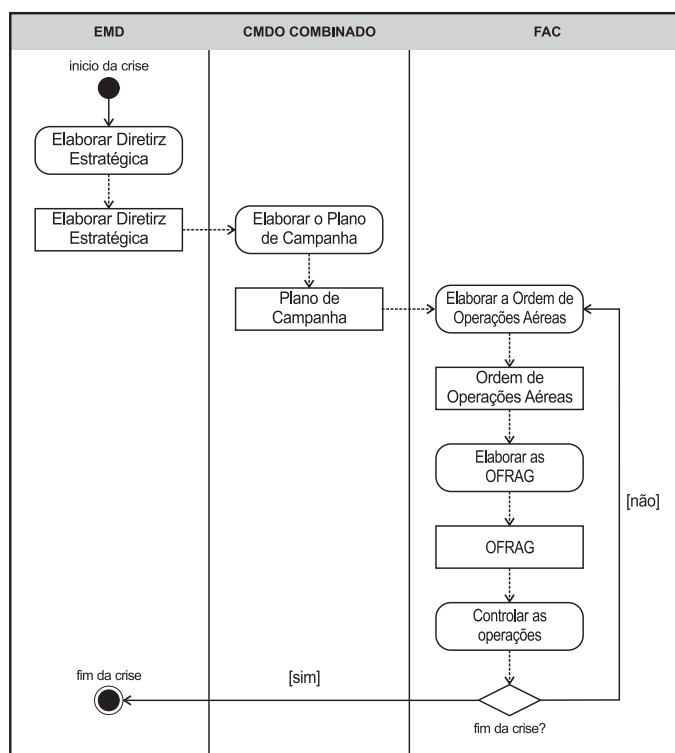


Figura 3 - Processo de C2 das FFAA.  
Fonte: Autor.



### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Como não foi encontrado nenhum trabalho sobre modelagem de processos de C2 envolvidos em operações combinadas no padrão OTAN, esta pesquisa, quanto à natureza, foi classificada como exploratória, pois, segundo Vergara (2004, p. 47):

A investigação exploratória, que não deve ser confundida com leitura exploratória, é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Por sua natureza de sondagem, não comporta hipóteses que, todavia, poderão surgir durante ou ao final da pesquisa.

Quanto ao delineamento, o trabalho foi realizado com base em pesquisa bibliográfica, na qual foram analisados livros, artigos, anais de congresso, documentos e manuais que tratam de doutrina de C2 em operações combinadas, segundo a doutrina da OTAN e das FA, e modelagem de processos de negócio.

#### 3.2 COLETA DE DADOS

O levantamento de processos pode ser expresso de várias maneiras. Uma delas é a descrição simples dos fluxos de trabalhos envolvidos. Uma outra maneira é representá-los graficamente, por meio da modelagem, que foi justamente a escolhida para esta pesquisa, por ser uma maneira bastante elucidativa. Portanto, os produtos da fase de coleta de dados foram representados por intermédio de diagramas gráficos, aproveitando-se dos conceitos da UML.

Na coleta de dados, especificamente para o levantamento de processos, foram utilizados:

a) o JFACC Battle Staff Standard Operating Procedures (FRANCE, 2003), manual da Força Aérea Francesa, que descreve, dentre outras coisas, a estrutura de um comando combinado, as responsabilidades de cada integrante dessa estrutura e algumas atividades envolvidas;

b) o Manual de Processo de Planejamento de

Comando para Operações Combinadas (BRASIL, 2001a), que descreve o Processo de Planejamento de Comando (PPC), processo utilizado pelas FA; e c) a Política para o Sistema Militar de Comando e Controle (BRASIL, 2001b), que descreve a sistemática do processo decisório do Sistema Militar de Comando e Controle.

Para modelar os processos, foi utilizada a linguagem UML consagrada por Booch, Rumbaugh e Jacobson (2000). A ferramenta utilizada para a modelagem UML foi o Rational Unified Process, descrito no livro do Boggs e Boggs (2002).

Os processos levantados, na fase de coleta de dados, não estão explícitos na documentação disponível. Portanto, houve necessidade de um trabalho de abstração das atividades envolvidas nos processos, fruto de pesquisa nas referências supracitadas.

#### 3.3 ANÁLISE DE DADOS

A abordagem da fase de análise foi qualitativa, pois, segundo Vergara (2004, p. 59) “os dados podem ser tratados de forma qualitativa como, por exemplo, codificando-os, apresentando-os de forma mais estruturada e analisando-os”.

Para tanto, os processos levantados, na fase da coleta de dados, foram descritos de forma a facilitar a extração dos fluxos de trabalho relacionados.

Ao término de toda a fase de descrição dos processos, iniciou-se a fase de modelagem propriamente dita. Um método de modelagem foi proposto para servir de base para representação gráfica dos fluxos de atividade e para facilitar a

	EMD		CMDO COMBINADO		FAC	
	OTAN	FFAA	OTAN	FFAA	OTAN	FFAA
ESTRATÉGICO	D & G	Diretriz Estratégica				
ESTRATÉGICO/ OPERACIONAL			OPLAN	ExSit / Plano de Campanha	SUPLAN	?
OPERACIONAL					AOD	Ordem de Operações Aéreas
OPERACIONAL/ TÁTICO					MAOP	?
TÁTICO					ATO	Ofrag

**Quadro 1** - Comparação entre os Documentos Produzidos em Operações Combinadas  
Fonte: Autor.



compreensão visando trabalhos futuros. Expor os processos, graficamente, exigiu uma análise voltada especificamente para a seqüência lógica dos eventos e para a coerência na representação.

O levantamento de processos inicial estava focado nos processos de C2 da OTAN, como está previsto no objetivo principal deste trabalho. No entanto, houve necessidade de fazer uma análise em cima do que havia sido coletado. Assim, optou-se por levantar os processos de C2 das FA, a fim de ter subsídios para uma análise comparativa.

Na fase de interpretação dos dados, montou-se uma tabela de modo a facilitar a percepção da correlação entre os processos levantados no âmbito da OTAN e das FA, ambos com enfoque voltado para a FAC. Assim, as semelhanças e as diferenças nos processos foram ressaltadas na análise comparativa realizada.

#### 4 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Uma maneira de se analisar os processos de C2 da OTAN envolvidos em operações combinadas é compará-los aos processos executados pelas FA. Antes, porém, alguns critérios foram estabelecidos para essa análise.

##### 4.1 NÍVEIS DE PLANEJAMENTO

Optou-se, inicialmente, por adotar como referência os **níveis de planejamento** preconizados no Manual de Processo de Planejamento de Comando para Operações Combinadas (BRASIL, 2001a, p 17):

- a) nível estratégico - o planejamento é realizado no mais alto nível militar de decisão, considerando os objetivos políticos e as condicionantes impostas pela política nacional;
- b) nível operacional - o planejamento visa ao estabelecimento e à realização de operações de caráter naval, terrestre e/ou aéreo, coordenadas no tempo e no espaço, que permitam alcançar os objetivos militares impostos pelo planejamento estratégico; e
- c) nível tático - o planejamento é realizado por forças militares, envolvendo a aplicação do poder de combate para alcançar um objetivo.

No entanto, observou-se que o OPLAN e o SUPLAN são confeccionados em uma linha tênue entre os níveis estratégico e operacional. Assim, estipulou-se um nível intermediário entre eles, denominado **estratégico/operacional**, a fim de manter a coerência com o nível de planejamento

onde é executado o processo de elaboração do OPLAN e do SUPLAN na doutrina da OTAN.

Seguindo um raciocínio semelhante, estipulou-se um nível intermediário entre os níveis operacional e tático, denominado **operacional/tático**, a fim de manter a coerência, também, com o nível de planejamento onde é executado o processo de elaboração do MAOP na doutrina da OTAN.

##### 4.2 NÍVEIS DE DECISÃO

A fim de facilitar o entendimento da analogia feita no item a seguir, inferiu-se na descrição dos processos de C2 em operações combinadas, tanto da OTAN quanto das FA, a presença de três **níveis de decisão**: Estado-Maior de Defesa (EMD); Comando Combinado; e Força Aérea Componente.

Portanto, estes foram os níveis de decisão considerados na análise dos resultados e não devem ser confundidos com os níveis de planejamento.

#### 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O quadro 1 mostra a comparação entre os documentos produzidos pelos processos de C2 envolvidos em operações combinadas da OTAN e das FFAA, que passarão a ser analisados a seguir.

##### 5.1 DOCUMENTOS NO NÍVEL ESTRATÉGICO

Há uma compatibilidade entre os tipos de documentos que são produzidos no nível estratégico, no âmbito da OTAN e no âmbito das FA, representados, respectivamente, pelas D & G e Diretriz Estratégica. Basicamente, ambos os documentos têm a mesma finalidade básica: orientar o Comandante do Comando Combinado com relação aos objetivos políticos pretendidos.

##### 5.2 DOCUMENTOS NO NÍVEL ESTRATÉGICO/ OPERACIONAL

Nota-se, também, a mesma compatibilidade entre os tipos de documentos no nível estratégico/operacional, no âmbito da OTAN e no âmbito das FA, que estão no nível de decisão de Comando Combinado, representados, respectivamente, pelas OPLAN e ExSit / Plano de Campanha.

Já no nível de decisão da FAC, no entanto, há uma participação mais efetiva do JFAC (Comandante da FAC na OTAN) claramente



definida nos processos. Ele recebe o OPLAN do CJTF e elabora o SUPLAN, com base nas operações aéreas necessárias para o cumprimento das intenções do CJTF.

Acredita-se que esse tipo de interação entre o Comandante do Comando Combinado e o Comandante da FAC ocorra, também, nos processos de C2 nas FA, porém, não é elaborado nenhum documento que ateste essa interação.

**Portanto, os processos da OTAN, no nível de planejamento estratégico/operacional, parecem mais claramente definidos e encadeados, com relação à documentação produzida, do que os processos das FA.**

### 5.3 DOCUMENTOS NO NÍVEL OPERACIONAL

No nível operacional, à primeira vista, existe uma semelhança entre a AOD e a Ordem de Operações Aéreas. Analisando o conteúdo dos documentos, o detalhamento da AOD para o planejamento das operações aéreas é mais adequado para o cumprimento da próxima etapa do nível operacional/tático da OTAN (elaboração do MAOP), o que não ocorre na Ordem de Operações Aéreas, como será abordado, minuciosamente, a seguir.

### 5.4 DOCUMENTOS NO NÍVEL OPERACIONAL/TÁTICO

No nível operacional/tático, o processo de C2 das FFAA deixa a desejar. Não é produzido nenhum documento nesse nível. Após a elaboração da Ordem de Operações no nível operacional, o próximo passo é a elaboração das OFRAG no nível tático. **Nota-se uma “abrupta” transição entre os níveis operacional e tático.**

As atividades envolvidas no processo de elaboração do MAOP foram vivenciadas pelo autor na Operação Cruzeiro do Sul (CRUZEX) de 2004. Na ocasião, observou-se que fazer um MAOP é um processo cognitivo complexo, que exige muita experiência operacional dos participantes e representa uma etapa essencial no planejamento das atividades aéreas, visto que condensa, em um só documento, todas as saídas previstas para dois dias à frente. O autor considera que essa etapa seja necessária para estruturar a condução das operações aéreas.

Em entrevistas com oficiais que já atuaram em Estado-Maior, nas manobras operacionais da FAB, todos afirmaram que gerar as OFRAG, com base somente na Ordem de Operações Aéreas da FAC, é uma tarefa complexa, que pode acarretar, inclusive, muitos erros na condução das operações aéreas.

**Portanto, adotar o processo de elaboração do MAOP da OTAN torna-se adequado para preencher o “vácuo” existente entre a elaboração da Ordem de Operações e a confecção das OFRAG nos processos das FFAA.**

### 5.5 DOCUMENTOS NO NÍVEL TÁTICO

No nível tático, há também uma compatibilidade entre os documentos produzidos. Operacionalmente, tanto a ATO como as OFRAG têm a mesma função: acionar a unidade aérea para executar uma missão. A principal diferença é que a ATO é um documento único, no qual são colocadas todas as missões planejadas. Dessa maneira, as unidades que realizarão as missões ficam cientes de todos os envolvidos na consecução dos objetivos para um determinado dia.

A OFRAG, por sua vez, é personalizada, ou seja, para cada missão há uma Ordem Fragmentária. A desvantagem é que não há uma visão geral, por parte das unidades aéreas envolvidas, sobre a dimensão das operações para o dia em que estão sendo requisitadas.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sob o ponto de vista de processos de C2, as atividades que envolvem as operações combinadas da OTAN mostraram-se mais completas e estruturadas, como foi verificado nas análises comparativas realizadas.

Portanto, a adoção do modelo OTAN mostrou-se adequada devido a processos claramente definidos e encadeados entre os níveis estratégico e operacional. Além disso, observou-se que as atividades executadas pelas FA, especificamente entre os níveis operacional e tático, possuíam transições abruptas.

Algumas dessas modificações já foram incorporadas no Manual de Condução de



Operações Aéreas (BRASIL, 2005b), que descreve o planejamento, a programação e a condução das operações aéreas na FAB. Porém, ainda há alguns passos a serem percorridos no longo processo de assimilação.

**Um deles refere-se ao convencimento do efetivo da FAB da mudança de paradigma que está sendo implementada.** É justamente o que este artigo, nas entrelinhas, se propõe!

**O outro, um pouco mais árduo, refere-se ao convencimento, também, das Forças Singulares dessas mudanças que já estão em curso, visto que a premissa básica da OTAN de que a utilização do espaço aéreo deve estar, necessariamente, sob comando único pode**

**provocar alguma resistência nas FA. Portanto, vislumbra-se que a FAB deva tomar a iniciativa nesse processo de convencimento, para não se perder o que já foi investido nas recentes mudanças doutrinárias de condução das operações aéreas em operações combinadas.**

Para finalizar, é relevante ressaltar a importância do tema **Comando e Controle** nos conflitos futuros, citando o que disse o General Michael E. Ryan, Chefe do Estado-Maior da USAF (THE UNITED STATES OF AMERICA, 2001, p. 5): **“quem tem a capacidade de controlar forças, o campo de batalha e os seus efeitos deve, inevitavelmente, comandar”**. (tradução nossa).

## REFERÊNCIAS

BOGGS, Wendy; BOGGS, Michael. **Mastering UML with Rational Rose 2002**. Alameda: John Wiley Consumer, 2002.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **UML**: guia do usuário. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Base Aérea de Natal. **Fluxo de documentos**. Natal: BANT, 2005a. Aula expositiva do Curso de Centro de Operações Aéreas de Força-Tarefa Combinada.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral de Operações Aéreas. **MCA 55-10**: manual de condução de operações aéreas. Brasília, DF, 2005b.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD33-M-05**: manual de processo de planejamento de comando para operações combinadas. Brasília, DF, 2001a.

\_\_\_\_\_. **Política para o Sistema Militar de Comando e Controle**. Brasília, DF, 2001b.

CASTRO, Davi Rogério da Silva. **Jogos de guerra para o Centro de Operações Aéreas**. 2004. 78 f. Monografia (Curso de Comando e Estado Maior da Aeronáutica)—Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2004.

FRANCE. Air Force. **JFACC - Battle staff**: standard operation procedures. France, 2003.

THE UNITED STATES OF AMERICA. Air Force. **Command and Control**: air force doctrine document 2-8. USA, 2001.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2004.



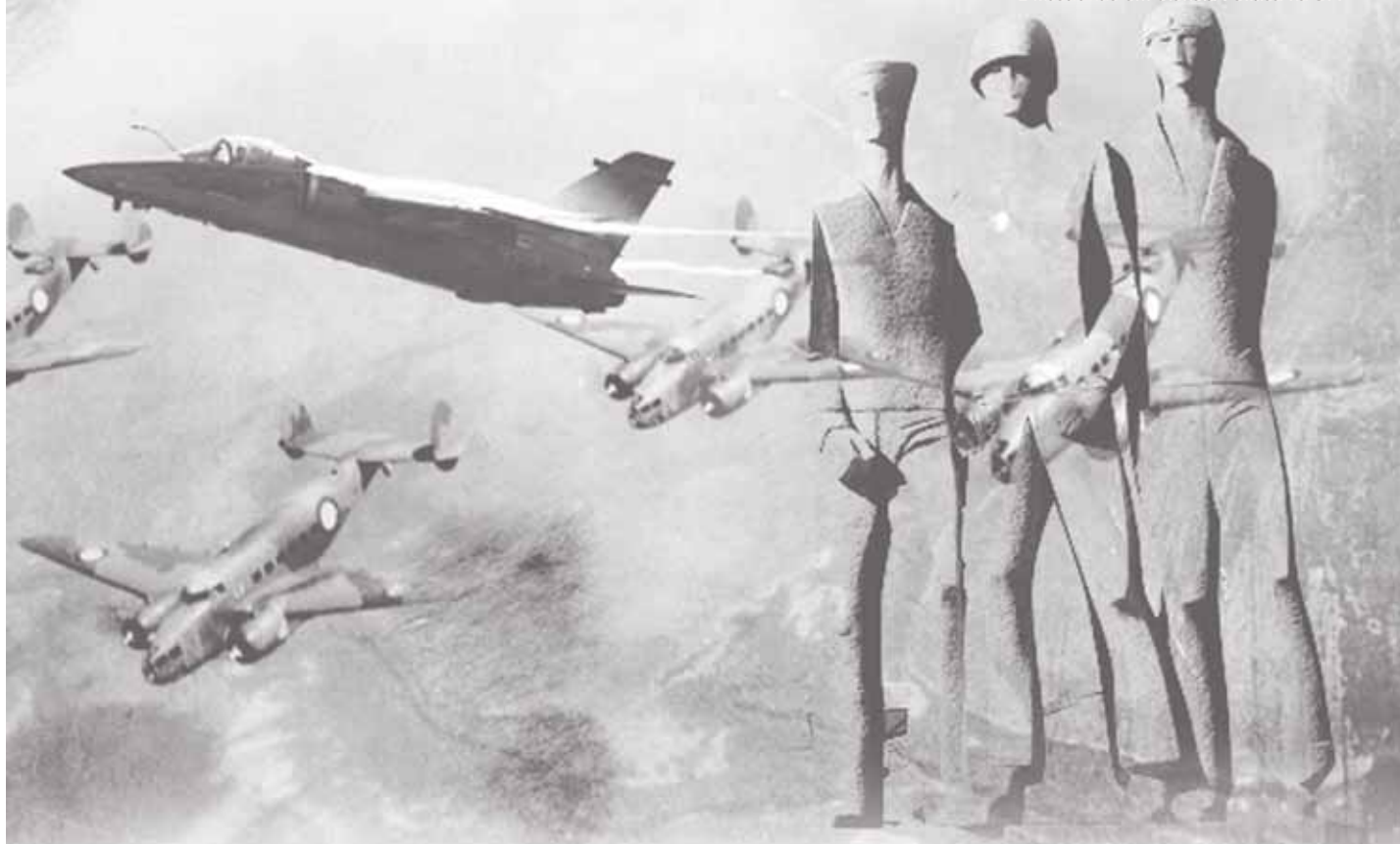
# Emprego Eficaz do Poder Aéreo: elemento sinérgico às operações combinadas

## *Efficacious of the Air Power Employment: element of synergy to joint operations*

Tenente-Coronel Aviador Mauro Barbosa Siqueira<sup>1,2</sup>

1 Adjunto da Coordenadoria de Pós graduação da Universidade da Força Aérea

2 Mestrando em Ciência Política na UFF



### RESUMO

O escopo deste trabalho reside na discussão de questões doutrinárias relativas à pertinência da inserção de sinergia às operações combinadas das Forças Armadas Brasileiras por intermédio do emprego eficaz do Poder Aéreo. Além disso, o ensaio refere-se à Educação Profissional-Militar no Curso de Estado-Maior Combinado gerenciado pelo Corpo Docente da Escola Superior de Guerra. O texto começa com a identificação de conceitos presentes na Política de Defesa Nacional e em vigentes doutrinas militares brasileiras. Fez-se, em seguida, uma análise histórica da evolução do poder aéreo, desde o primeiro emprego de aeronaves na guerra aérea. Realizou-se uma pesquisa exploratória, documental e bibliográfica. Os resultados obtidos referem-se ao fato de que as operações combinadas são fato consumado e fornecem sinergia ao emprego militar. A principal conclusão retida nesta pesquisa diz respeito à eficácia e à vantagem do emprego combinado do poder aéreo, o qual pode ser o elemento-chave no processo de integrar forças armadas.

**Palavras-chave:** Defesa Nacional. Operações Combinadas. Educação Profissional-Militar. Poder Aéreo.

**Recebido:** 30/04/2008

**Revisado:** 29/09/2008

**Aceito:** 01/10/2008

**Autor:** Tenente-Coronel Aviador Mauro Barbosa Siqueira é formado pela Academia da Força Aérea (AFA) em 1987; mestrando no Programa de Pós-graduação em Ciência Política da UFF; possui o Curso de Estado-Maior de Defesa (CEMD) na Escola Superior de Guerra; é, hoje, o Adjunto do Chefe da Coordenadoria de Pós-graduação e do Chefe do Centro de Estudos Estratégicos da Universidade da Força Aérea. **Contatos:** tel.: (21) 2157-2848; e-mail: siqueiramauro@uol.com.br.



## ABSTRACT

*This essay aims to discuss doctrinal questions regarding the relevance of the insertion of synergy in the Brazilian Armed Forces joint operations through the efficacious of the Air Power employment. Beyond that, the paper also refers to the Joint Staff Course's Professional Military Education accomplished through Brazilian War College faculty management. The paper starts by identifying concepts present in the National Defence Policy and in the current editions of Brazilian Armed Services Doctrine. In sequence, it was carried out a historical analysis of the evolution of Air Power, since the first employment of the airplane in aerial warfare. An exploratory, documental and bibliographic research was made. The results indicate the use of joint operations is a consummated fact in the military employment. Beyond that, the essay has a principal conclusion that there are advantages and efficacious with the joint employment of air power which can be the key element in this process of the Armed Forces integration.*

**Keywords:** National Defense. Joint Operations. Professional Military Education. Air Power:

## INTRODUÇÃO

As guerras terrestres, navais e aéreas independentes desapareceram para sempre. Se algum dia nos virmos novamente envolvidos numa guerra, combateremos com todas as forças armadas num esforço único e concentrado. General **Eisenhower** - Comandante-supremo das Forças Aliadas na II Guerra.



**Figura 1:** “Os Três Grandes”, Churchill, Rossevelt e Stalin, à frente de militares das Forças Armadas Britânicas, Norte-americanas e Soviéticas, em 1945, na Conferência de Yalta.

Fonte: disponível em:

<[http://isurvived.org/Pictures\\_Isurvived/ChurchillRooseveltStalin2BG.GIF](http://isurvived.org/Pictures_Isurvived/ChurchillRooseveltStalin2BG.GIF)>.

À época da Guerra Fria, o Marechal-do-Ar Tedder, Chefe do Estado-Maior das Forças Aliadas na Segunda Guerra Mundial, asseverava com perspicácia, em *Air Power in War*, que “a estratégia a adotar tem que integrar forças de terra, mar e ar”. (TEDDER, 1954, p. 28-29). Tedder (1954) argumentava que apesar da decisão final ser obtida pelas Forças de Superfície, ela depende do que se passa no ar. Defendia, veementemente, a colaboração aeroterrestre. Todavia, “Lord” Tedder

afirmava que, sem uma situação aérea favorável, a cooperação não seria eficaz.

Em tempos hodiernos, as concepções de Tedder permanecem válidas. Cerca de cinquenta anos depois, há um poder aéreo, letal e não-letal, mais eficaz e ubíquo, operacional e tecnologicamente. Esses fatores têm majorado a dependência dos demais poderes militares em relação à conquista e à manutenção da superioridade aérea no enfrentamento de um oponente racional.

## 1 EDUCAÇÃO PROFISSIONAL MILITAR E FORMAÇÃO ACADÊMICA

Nós conhecemos certas características que o oficial de Estado-Maior deverá ter futuramente: seu pensamento deverá ser claro, vigoroso, objetivo, independente e de escala global; ele deve ter a coragem e a curiosidade intelectual para tentar novas coisas e novos métodos; precisa precaver-se contra a certeza de que aprendeu todas as respostas para a guerra futura, não aceitar o caminho fácil das respostas do passado, ao invés do caminho muito mais difícil de desencavá-las no futuro. (General Muir S. Fairchild, 1946).



**Figura 2:** Distintivo de Organização Militar do Ministério da Defesa Brasileiro.

Fonte: Ministério da Defesa. Disponível em: <<http://www.defesa.gov.br/>>.





Desde sua criação, em 1999, posterior vigência e implementação, o Ministério da Defesa (MD) brasileiro vem aperfeiçoando a estrutura de ensino da Escola Superior de Guerra (ESG) às necessidades decorrentes da evolução do saber e às exigências de Políticas de Pessoal coerentes com a realidade da guerra moderna.

A Educação Profissional-militar ou *Professional Military Education*, entendida assim nas escolas militares dos Estados Unidos, é, no âmbito das forças armadas e no caso da Escola Superior de Guerra, denominada de Ensino de Pós- formação.

Compete ao Estado-Maior de Defesa (EMD), principalmente, o planejamento de emprego combinado das Forças Armadas Brasileiras; o assessoramento ao Ministro de Estado da Defesa na condução de exercícios militares e no trato de participação brasileira em operações de paz; a formulação de diretrizes para as operações de garantia da lei e da ordem e de apoio ao combate a delitos transfronteiriços e ambientais; a orientação de atividades militares para a Defesa Civil; a operação do Centro de Comando e Controle do Comando Supremo e a elaboração de sumários de situação quando assim se fizer necessário.

A capital relevância do Estado-Maior de Defesa advém, prioritariamente, da união de esforços mútuos, entre as Forças Armadas, em prol de objetivos comuns, rumo à sinergia das ações previstas para os planejamentos militares combinados, em face das hipóteses de emprego listadas na Estratégia Militar de Defesa.

Sob esse enfoque, o Ministério da Defesa, atento à conjuntura da Educação Nacional e aos ditames legais vigentes no ordenamento jurídico brasileiro, fixou objetivos em consonância com as normas e as diretrizes da legislação federal, em vigor, ao determinar a implantação de um Curso de Estado-Maior de Defesa.

Sob os auspícios da “Era da Informação” e de demandas educacionais, o Ministério da Defesa estimula o uso de novas tecnologias, prepara o Corpo Docente, adapta os conteúdos curriculares e moderniza as instalações e os equipamentos da Escola Superior de Guerra, visando ao engrandecimento do campo cognitivo do seu Corpo Discente e do eficiente preparo de recursos humanos no meio militar.

Por força de lei, as Forças Armadas Brasileiras devem estar preparadas para cumprir a destinação prevista na Carta Magna vigente no Estado Brasileiro:

As Forças Armadas, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República, e destina-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer desses, da lei e da ordem. (BRASIL, 1988, art. 142, cap. II).

Os oficiais da Marinha do Brasil, da Força Aérea e do Exército Brasileiros constituem um segmento militar do corpo discente da Escola Superior de Guerra.

Portanto, a formação de estagiários, em um Curso de Estado-Maior para oficiais das três forças co-irmãs, assegura uma complexidade de conhecimentos necessários à qualificação de recursos humanos com competências condizentes para assumirem cargos requeridos nas seções de um Comando Combinado, em tempo de paz ou na guerra, e para desempenharem suas funções durante as operações combinadas e os exercícios simulados com nações aliadas e alinhadas.

A Política de Defesa Nacional (PDN), editada em 1996 e que hoje não mais se encontra vigendo, afirmava: “diante do novo quadro mundial de desafios e oportunidades, é necessário promover no Brasil o desenvolvimento de modalidades próprias, flexíveis e criativas de pensamento estratégico, aptas a atender às necessidades de defesa do País.” (BRASIL, 1996, p. 2).

Ao Ministério da Defesa incumbe, por força legal, coordenar as ações necessárias à Defesa Nacional e ao aprimoramento de competências desejadas aos integrantes das Forças Armadas, consoante as diretrizes e os objetivos estratégicos fixados, que norteiam as atividades relacionadas à Defesa Nacional no Brasil.

Portanto, as ações de planejamento no Ministério da Defesa são orientadas ao preparo e ao aperfeiçoamento profissional do contingente militar das Forças Armadas, para que se mantenham em condições de atender, permanentemente, às Hipóteses de Emprego consideradas e de cumprir a missão que lhes foi atribuída.



Ademais, formular e preparar a capacidade militar necessária à Defesa de uma nação pode decorrer de diferentes modelos estruturais em face de valores, de tradições e de percepções de seu povo. Num país continental como o Brasil, a situação se agrava exponencialmente.

A formulação da Política Militar de Defesa (PMD), documento elaborado pelo Ministério da Defesa e destinado às Forças Armadas, fundamenta-se em definições da PDN e em diagnósticos de cenários político-estratégicos atuais e futuros.

A extensão do território nacional brasileiro e a variedade de possíveis teatros de operações constituem-se em amplas e em complexas tarefas às FA. Por conseguinte, majorados níveis de criatividade e de profissionalismo se demandam dos estrategistas e dos planejadores militares no emprego da força armada.

Os objetivos militares de defesa fixados na PMD orientam as forças armadas, a fim de capacitá-las para o atendimento das demandas da Defesa Nacional.

De todos os objetivos listados, há ênfase na manutenção de forças militares estratégicas em condições de pronto emprego para ações de defesa da Pátria e dos interesses nacionais; e na interoperabilidade dos sistemas militares de todas as três Forças Armadas Brasileiras.

Diante da permanente evolução tecnológica do mundo moderno, é de fundamental importância que os planos e os programas do Ministério da Defesa sejam elaborados em consonância com as ações estratégicas estabelecidas. Essas ações visam a orientar o processo de gerenciamento do aparato da Defesa do país, em todas as suas fases e na mais alta instância decisória, e colaborar com a consecução dos objetivos firmados pela PMD e pela PDN ora sob vigência no Brasil.

No âmbito do MD, o desenvolvimento de uma Política Militar de Defesa cristaliza-se no conjunto de ações estratégicas, diretrizes, procedimentos, manuais, doutrinas e normas diversas, os quais geram reflexos nos demais níveis de decisão.

As diretrizes militares de defesa listadas na PMD são “instruções norteadoras dos estudos da configuração do Poder Militar Brasileiro”. (BRASIL, 2005a, p. 15).

Na Política Militar de Defesa, realçam, entre outras diretrizes, com veemência:

Incrementar o adestramento de operações combinadas e aprimorar as doutrinas e os planejamentos militares pertinentes; incentivar o interesse e o crescimento de núcleos de produção de conhecimentos em assuntos de defesa, sobretudo no setor acadêmico; e dar ênfase às atividades afins das Forças Armadas notadamente à capacitação dos recursos humanos. (BRASIL, 2005a, p. 15-16).

Em atendimento às diretrizes que se relacionam, concomitantemente, com Operações Combinadas e Educação Profissional-Militar, as ações do Ministério da Defesa têm como propósito básico o elemento humano. O homem deve ser permanentemente preparado, para que possa, num ambiente de constantes e rápidas transformações, entender a importância de suas tarefas, bem como estar qualificado a empregar, racionalmente, os meios sob sua responsabilidade. Então, onde, como e quando melhor prepará-lo? O porquê disso torna-se óbvio.



Figura 3: A Escola Superior de Guerra (ESG).

Fonte: Site da ESG na Internet. Disponível em: <<http://www.esg.br/>>.

Em *A arte de pensar*, Pascal Ide afirma: “De fato, todos nascemos com uma inteligência, mas ninguém nasce com um manual de instruções para utilizá-la. Cabe à educação fornecê-lo”. (IDE, 2000, prefácio). Portanto, infere-se que conceder educação de alto nível ao Homem é legado valioso. Por analogia, esse raciocínio aplica-se, perfeitamente, também às Forças Armadas Brasileiras.

Uma das instituições à qual pertence o ser humano, ao longo de sua existência, constitui-se

na escola, que acaba sendo um local adequado à troca de conhecimentos e de experiências dos convivas na caserna e dos companheiros em sala de aula. A simulação didática de um Estado-Maior combinado exemplifica isso.

Para tanto, o processo educacional da Escola Superior de Guerra objetiva conceder aos recursos humanos um consciente entendimento de que o trabalho dignifica e valoriza o homem, melhora sua qualidade de vida e promove a auto-realização profissional.

Sob essa ótica, o Ministério da Defesa do Brasil planeja, orienta, coordena e avalia cursos, pesquisas e projetos, no seu campo de ingerência, com o objetivo de administrar a execução da Política Militar de Defesa.

Por exemplo, o Ministério da Defesa brasileiro firmou convênio, em parceria com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, de fomento no âmbito do Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Defesa Nacional – PRÓ-DEFESA. Em linhas mestras, formula a premissa do mister intercâmbio com instituições de ensino civis e, ainda, com escolas militares de altos estudos no Brasil e no exterior.

O processo educacional reveste-se de caráter especial e é uma exigência perene. Porém, deve observar, entre outros aspectos de relevo, o desenvolvimento de atividades do ensino por meio da pesquisa científica e de metodologias eficazes.

Coadunando-se com essa concepção, três oficiais da Marinha do Brasil, cinco do Exército e um da Força Aérea completaram, no ano passado, o Curso de Estado-Maior de Defesa (CEMD). O Ministério da Defesa tem a responsabilidade legal e a competência normativa pelo Curso. À Escola Superior de Guerra, cabe, pelo programa letivo, gerenciar o CEMD, que, em 2007, foi ministrado em grau de excelência. Em 2008, apenas um oficial da Força Aérea concluiu o agora nomeado Curso de Estado-Maior Combinado (CEMC). O total de oficiais foi mais desigual ainda, pois havia quinze alunos interagindo durante as treze semanas de curso.

Percebe-se a disparidade numérica de oficiais-alunos entre as três forças armadas. O Comando da Aeronáutica poderia rever os processos de indicação e de voluntariado para os oficiais superiores com o Curso de Comando e Estado-Maior, de maneira que o CEMC venha a ser prestigiado com um quantitativo, quiçá similar àquele da Marinha e do Exército, de oficiais-alunos oriundos do Estado-Maior da Aeronáutica, de Forças Aéreas, de Estados-Maiores de Comandos Regionais (onde haja exercícios combinados previstos para anos subsecutivos), da ECEMAR e do Comando-Geral de Operações Aéreas. No futuro, isso poderá ser imposto pelo MD.

## 2 HISTÓRICO DO PODER AÉREO E AS OPERAÇÕES COMBINADAS

Se nós perdermos a batalha aérea, perderemos a guerra e perderemos rapidamente. (Marechal-de-Campo Viscount Bernard Law Montgomery).

Recentemente, o debate acerca do poder aéreo completou um século. Durante esses pouco mais de cem anos, o cenário de guerra se modificou de modo considerável e drasticamente pela arma aérea.

Assevera Murillo Santos<sup>1</sup> que, antes de 1911, pouquíssimas pessoas enxergavam o aeroplano como um instrumento bélico propriamente dito. Percebia-se o advento do avião, no início do século XX, como um inédito engenho bélico. A arma aérea foi agregada ao demais poderes militares “quando no conflito ítalo-turco, na Líbia em novembro de 1911, nove aviões italianos, em operações bélicas, haviam despejado granadas de dois quilos sobre tropas turcas”. (SANTOS, 1989. p. 24).

No início, as forças aéreas desenvolveram-se como parte integrada aos exércitos e às marinhas. Na porção mediana desse período, os defensores do poder aéreo argumentavam a favor de uma posição separada, porém no patamar similar em importância estratégico-operacional. As concepções teóricas de precursores do poder aéreo, como o italiano Giulio **Douhet** e o britânico Hugh **Trenchard**, demonstravam a preocupação precípua com o “Domínio do Ar”.

<sup>1</sup>O falecido Tenente-Brigadeiro-do-Ar Murillo Santos foi instrutor da Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (ECEMAR) e exerceu a função de Comandante da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica (EAOAR).



As teses do Marechal-do-Ar da RAF revelam a importância atribuída à obtenção e à manutenção de uma situação aérea favorável. Entretanto, um ponto é importante reter e enfatizar: Trenchard foi, em 1917, o único dos pensadores da primeira geração que considerou, abertamente, a cooperação do poder aéreo com os poderes terrestre e naval. (TRENCHARD, 1989, p. 51-52).

No entanto, essa cooperação, segundo Trenchard (1989, p. 51), deveria ser estudada na forma e no conteúdo, sem paixões sectárias, mas com pragmatismo, ressaltando a necessidade de um comando e controle centralizado dos meios, maximizando a flexibilidade que lhes está subjacente, evitando o seu desvio para tarefas sem significado. Apesar dessa filosofia de cooperação, o Marechal britânico não deixava qualquer margem para dúvidas quando defendia que os recursos aéreos deveriam estar agrupados num ramo independente sob a alçada do Ministro da Defesa. (TRENCHARD, 1989, p. 56).

Outros advogados do poder aéreo podem, ainda, ser listados como precursores da idéia de eficácia do emprego do poder aéreo como ferramenta que concede sinergia às operações combinadas. Dois desses não eram “homens do ar”.

Aparecendo com alto grau de importância e de propriedade nessa listagem, estão as idéias de Major-General John Frederick Charles **Fuller** e de Basil Henry **Liddell Hart**, que estabeleceram, antes do alvorecer da Segunda Grande Guerra, a estrutura teórica da equipe ar-terra em conflitos blindados. A *Blitzkrieg* conforme empregada pela Alemanha, deve muito às idéias desses dois estrategistas britânicos e, ao contrário, envolvia aeronaves num nível de importância idêntica ao dos carros de combate e da infantaria motorizada. Seu uso na França e na Rússia, em 1940 e 1941, dependia, substancialmente, de ataques aéreos coordenados – na realidade, a arma aérea liderava a batalha. Utilizavam-se as aeronaves, portanto, de um modo que “Billy” **Mitchell** e que **Trenchard** corroborariam, mas que **Douhet** e que **Seversky** teriam considerado ineficiente. O Major-General Mitchell era favorável ao emprego do avião em apoio às forças de superfície, contrariamente a Douhet, que o recusava liminarmente.

Após a invasão da França, foi desencadeada a Operação “Barbarossa”, na qual a *Luftwaffe*

empregou meios aéreos. Tal missão consistia, necessariamente, na destruição do poder aéreo soviético e no apoio, numa segunda fase, às forças de superfície alemãs, visando à consecução de uma *Blitzkrieg* contra as forças russas.

Na campanha da Rússia, o emprego da arma aérea por parte da *Luftwaffe* foi afetado por vulnerabilidades internas, de certa forma, similares às que se verificaram na Batalha de Inglaterra. O bem-sucedido bombardeio da indústria soviética foi impossibilitado devido à indisponibilidade de aviões com maior raio de ação. No entanto, a seleção de alvos constituiu uma aplicação lógica da estratégia em vigor na época: destruir num curto tempo a capacidade de o inimigo fazer a guerra, desferindo ataques contra áreas de objetivos militares de interesse primordial.

Na Operação “Barbarossa”, o acento tônico foi posto na execução de missões auxiliares em detrimento de outras, nas quais os vetores aéreos poderiam ter sido explorados em toda a sua magnitude. Se inicialmente o poder aéreo foi empregado de forma eficiente, considerando os recursos disponíveis e a previsibilidade de uma operação de curta duração, a chegada precoce de um inverno rigoroso e a manutenção de uma estratégia de emprego desajustada em face dos meios envolvidos, contribuiu para um dos capítulos mais trágicos da história da guerra – a Batalha de Stalingrado.

No início da campanha da *Luftwaffe* na Rússia, o emprego da aviação soviética foi pouco eficaz (os pilotos russos utilizaram, até mesmo, uma tática similar à dos *kamikazes* japoneses). Na Batalha de Stalingrado, houve um salto qualitativo importante. Esse fato foi consequência da incapacidade da *Luftwaffe* em destruir a indústria aeronáutica russa, mas também do reforço tecnológico recebido da Grã-Bretanha, principalmente pela entrega de aviões *Hurricane* à Força Aérea Soviética.

Por outro lado, a aviação alemã teve os seus aeródromos avançados destruídos pelo poder aéreo soviético, que num assomo de revitalização impediu o apoio às forças terrestres alemãs por meios aéreos da *Luftwaffe* (monomotores e de autonomia reduzida) essenciais à manutenção de um fluxo logístico rápido



e contínuo de abastecimento. A Campanha militar alemã e da *Luftwaffe*, na Rússia, foi a derrocada definitiva da tática (nomeada de doutrina ou de estratégia) de *Blitzkrieg*

“O tradicional aliado da Rússia, o General Inverno, ajudara a deter o ímpeto da *Blitzkrieg* mas era inevitável uma ofensiva de primavera”. (JONES, 1975, p. 7).

Se a campanha da Rússia constituiu um marco importante no emprego dos recursos aéreos na II Grande Guerra, pelos ensinamentos colhidos, outros acontecimentos tinham lugar, quase em simultâneo, no norte de África. Desses fatos, é possível, igualmente, absorverem-se lições identificadas, sobretudo, no âmbito de Comando e Controle (C2). A derrota na Batalha de *Kasserine Pass* demonstrou que, mesmo com uma relação favorável em termos de meios, é possível haver falhas. Caso esses recursos sejam desviados para objetivos secundários, por comandos subordinados, pode-se perder o combate que, em tese, teria as condições favoráveis para ser ganho. A falta de coordenação acarretou desastres, visto que dispersaram os meios em missões de apoio aéreo aproximado, em vez de se obter, em primeiro lugar, a superioridade aérea. Esse fato convenceu até mesmo os mais cépticos da imprescindibilidade de um comando centralizado.

Exemplo disso tem-se na “Operação Tocha”, que visava a obter uma plataforma de apoio à invasão da Europa pelo sul. “Se desfechou a ‘Operação Tocha’, no começo de novembro de 1942”, ano decisivo para os Aliados, pois “marcou o renascimento das esperanças de todos”. (JONES, 1975, p. 6).

Segundo Vincent Jones, a “Operação Tocha” possuía um valor estratégico, visto que “se a África do Norte pudesse ser tomada sem muitas dificuldades, o *Afrika Korps* de Rommel se veria entalado entre os americanos, em Marrocos e na Argélia, e os britânicos de Montgomery, no deserto líbio”. (JONES, 1975, p. 7).

A “Operação Tocha” pôs em confronto, uma vez mais, teses diferentes sobre o emprego dos meios aéreos. Por outro lado, ajudou a clarificar e a consolidar uma determinada estratégia de emprego. A realização da Conferência de Casablanca, contribuiu de forma clara e inequívoca para atingir esse desejo. Churchill

e Roosevelt autorizaram o general Eisenhower a reorganizar as Forças Aliadas no Norte de África, com base em três comandos distintos: aéreo, terrestre e naval. Essa providência de caráter estrutural ajudou a resolver um problema antigo, mas simultaneamente básico e premente no desenvolvimento da guerra moderna. Tratava de questão capital: como empregar eficaz e judiciosamente o poder aéreo.

Qual seria, então, o ideal emprego da arma aérea para se obter os fins desejados, em ações independentes ou no apoio à manobra de superfície? O planejamento aéreo tornou-se, portanto, parte integrante do planejamento combinado do teatro de guerra. Trenchard (1989) dizia: “[...] real cooperação reside em estudo conjunto do problema – um estudo desapaixonado – com o objetivo de decidir quais os melhores meios para executar a tarefa e como empregá-los”.

Sob essa ótica, o general Eisenhower previu, em 1944, que os futuros conflitos armados, cujas ações militares fossem independentes, estariam com seus dias contados. Caso a Humanidade presenciasse novamente, coalizões de países unidos para planejarem ações bélicas, em uma hipotética Terceira Guerra Mundial, Eisenhower dizia que as forças armadas dessas nações antagonistas estariam trabalhando, conjuntamente, em uníssono e num esforço concentrado e sinérgico.

No milênio recém-inaugurado, o poder aéreo pode ser a derradeira peça no complexo *jogo de guerra* das operações combinadas e, analogamente, a ferramenta que transformaria partes desarticuladas em homogênea falange macedônica.

Com veemência, Mario Cesar Flores, Almirante-de-Esquadra (reformado) da Marinha do Brasil, afirma que “as lideranças militares” nem sempre aceitam bem a mudança se ela implicar questionamento de interesses e competências consagradas, “são propensas ao conservadorismo protetor da carreira” e acusadas de “conduzir o preparo militar pelo passado, em vez de adaptá-lo ao futuro”. (FLORES, 2002, p. 12).

Para Flores (2002), o problema é real, existe em todo o mundo e tem fundamentos político-estratégicos. O Almirante Flores cita uma frase que, provavelmente, foi cunhada pelo teórico militar



Liddell Hart: “Só existe uma coisa mais difícil do que pôr na cabeça de um militar uma idéia nova: é tirar a antiga”. (FLORES 2002, p. 11). Os interesses corporativos dos militares que geram votos pesariam mais na discussão política do que as questões propriamente de defesa.

Os debates nos últimos vinte anos foram permeados pelo conceito de atuação de forças em operações combinadas e pelo *Goldwater-Nichols Act*, que reorganizou a Defesa, na “América”, e influenciou as operações militares de modo expressivo.

Sem essa Lei, há dúvidas de que os Estados Unidos lograssem o êxito em ambas as Guerras do Golfo. As Operações Escudo do Deserto e Tempestade no Deserto podem ser classificadas como as primeiras ações operacionais da guerra combinada moderna pelas forças armadas americanas e servem de paradigma para os demais países, que possuam a pretensão de fazê-lo com eficiência e eficácia.

Os eventos do “Onze de Setembro” validaram o conceito de ações combinadas, pois se criou um senso de urgência para “transformar” as forças armadas dos EUA, para poderem ser empregadas com maior eficácia contra os inimigos invisíveis. Então, como o poder aéreo pode contribuir, em conflitos de baixa intensidade, para o atendimento dos intentos políticos predeterminados?

Como o poder aéreo atua e pode ser empregado em conflitos assimétricos? Em 2006, Israel viu trinta e três dias de assimetria. Esse abreviado conflito

armado se tratou de uma infame derrota ou foi uma “Vitória de Pirro”?

A Força Aérea Israelense bombardeou o Líbano, em julho de 2006, atingindo alvos em todo o país. Os ataques destruíram sedes do Hezbollah, depósitos de armazenamento de mísseis e de armamentos, além de linhas de comunicação e de locais de lançamento de foguetes. Mais de mil e oitocentos alvos foram atingidos nas operações aéreas de Israel no Líbano.

A época, o ministro da Defesa, Amir Peretz, admitia a probabilidade de uma ampla ofensiva terrestre. O então secretário-geral da ONU, Kofi Annan, dizia que uma ação terrestre de Israel significaria uma “escalada muito séria” no conflito. Foi em vão, pois o conflito armado se tornou inevitável.

Nessa campanha militar israelense, o poder aéreo falhou em não utilizar um sistema de inteligência fidedigno, por não ter operado de modo combinado e por não ter validado um conceito de comando e controle: o “observar-orientar-decidir-agir”.

Entretanto, o mais relevante ensinamento colhido foi que as operações militares modernas exigem das forças armadas, sob a égide da interoperabilidade, a operação de modo integrado e combinado. Corroborase, dessa forma, todo o pensamento de *Lord Tedder* e de *Sir Hugh Trenchard*, pois os dois teóricos britânicos enfatizavam a cooperação, respectivamente, em pleno auge da Segunda Guerra Mundial, na operação nomeada de “Invasão da Normandia ou Dia D” (*Overlord Operation*), e no alvorecer da *Royal Air Force* em 1917.



**Figura 4:** Mapa *Mundi* e a idéia de ubiqüidade do poder aéreo.  
Fonte: Almanaque Abril, 2007.

A Operação Liberdade para o Iraque também validou o conceito de atuação de forças combinadas. Entretanto, a campanha militar agregou valor ao argumento de que o poder aéreo era um meio, pelo qual as forças navais e terrestres poderiam ser integradas, adquirir eficiência e atingir eficácia, que resultam em efetividade.

As teorias de Trenchard e de Lord Tedder podem ter sido comprovadas, pois o poder aéreo seria o instrumento que levaria as forças militares à sinergia almejada. Os doze princípios do poder aéreo atribuídos a Tedder traduzem essa idéia de efeito sinérgico e de eficácia da arma aérea. (WESTENHOFF, 1990).

Para o Marechal britânico, a estratégia a adotar teria que ser “geral, integrando forças de terra, mar e ar”. Segundo Tedder, “Independência, flexibilidade, concentração e mobilidade” seriam princípios, segundo Tedder, que deveriam balizar o emprego do poder aéreo, única forma de maximizar as características inerentes aos meios aéreos, tornando eficaz a sua prestação operacional. (TEDDER, 1954).

O processo de criação de teorias sobre o instrumento de poder militar — naval, terrestre ou aéreo — é análogo ao processo de conduzir um automóvel. É importante olhar pelos espelhos retrovisores, para o passado, e extrair lições úteis da história e das experiências alheias, mas é crucial olhar pelo pára-brisa, para o futuro, tentando discernir o que se poderá encontrar à frente. Nesse campo, o que parece estar adiante é a ratificação da indiscutível relevância do emprego combinado do poder militar.

O poder aéreo já tem suas tarefas combinadas a serem impendidas. Precisa definir-se em termos estratégicos, operacionais e táticos, de modo que possa operar, se mister, primeiro em prol da superioridade aérea. Secundariamente, pode interditar o poder do oponente, isolar o campo de batalha e apoiar as forças co-irmãs.

### 3 A COMPLEXIDADE DA GUERRA: SINERGIA E INTEROPERABILIDADE

É uma tendência própria dos organismos envelhecidos frear as inovações e lutar para sobreviver, invocando sempre direitos adquiridos, que se crescem cada vez mais. (Marechal-de-campo Montgomery)



**Figura 5:** Distintivo de Organização Militar do Estado-Maior de Defesa Brasileiro.

Fonte: Ministério da Defesa. Disponível em: <<http://www.defesa.gov.br/>>.

Desde a época do general prussiano Carl von Clausewitz, a guerra tornou-se mais complexa. A despeito dessa complexidade ampliada e do maior “atrito na guerra” (CLAUSEWITZ, 1984, livro I-1, p. 119-121), as organizações militares mantiveram uma estrutura semelhante e a mesma mentalidade organizacional de combate. Há casos em que os nomes mudaram, mas o pensar não.

Especialistas concordam que as forças armadas não combaterão sozinhas, pois as missões para só uma força singular já não serão o habitual no combate. Ao invés disso, estabelecer-se-á um tratamento integrado, utilizando mais de uma Força. No futuro, as operações militares poderão ter mais “*friction*”, “*chance*”, “*uncertainty*” e esses fatores se unirão ao “*fog*” de Clausewitz (1984). Então, as três Forças do Brasil devem ajustar o caráter institucional e as estruturas para acolherem os novos desafios aguardados e que podem requerer integração e competência.

Segundo a *Joint Vision 2020*, das forças armadas dos EUA, “é mandato a interoperabilidade para qualquer força combinada, pois ela é o alicerce às operações combinadas eficazes”. A *Joint Vision* impõe a interoperabilidade entre “os sistemas de logística, de comunicações e de inteligência”. Entretanto, apesar de a interoperabilidade técnica “ser essencial, ela não é suficiente para garantir operações eficientes”. Deve haver, também, um “foco apropriado em elementos processuais e organizacionais”. Os tomadores de decisão precisam “entender as capacidades e as restrições uns dos outros”. Deve-se enfatizar a



interoperabilidade, mormente, em áreas como “treinamento e educação, experiência e exercícios, planejamento cooperativo e ligações experimentadas”, em amplos espectros da força combinada. Pois, esses aspectos essenciais poderão suplantar “não apenas as barreiras da cultura organizacional e prioridades diferenciadas, mas ensinarão os membros das equipes combinadas a valorizar a vasta gama de capacidades das Forças à disposição deles”. (UNITED STATES OF AMERICA, 2000, p. 20-21).

De acordo com o pensamento de Sullivan (2002, p. 2), “a combinação sinérgica de operações combinadas será essencial às futuras operações militares”.

O inicial planejamento operacional da Operação Anaconda “não preconizava o emprego integrado do poder aéreo às forças especiais”. (LAMBETH, 2005, p. 164). Para Sullivan (2002, iv), os EUA concluíram, no Afeganistão em março de 2002, que, apesar das capacidades de ataque global e de engajamento preciso, “o poder aéreo foi significativamente otimizado por forças terrestres não-convencionais”.

Para Lambeth (2005, p. 342), uma das significantes inovações concernentes à integração e ao emprego de força militar combinada, advinda da guerra aérea afegã, foi a “atual sinergia entre observadores de forças especiais e o poder aéreo”.

#### **4 DESAFIOS FUTUROS: FOCO NA INTEGRAÇÃO E EM MUDANÇAS**

O que é necessário é um plano de integração, no qual cada Força Armada seja chamada a desempenhar o papel que lhe é próprio, partindo de um princípio de colaboração e não de competição. (Montgomery – Comandante das Forças Terrestres Aliadas na Normandia).

Em resposta às questões geradoras do empreendimento educacional concretizado pela ESG, torna-se notória a intenção do MD em fortalecer o Curso, resguardando-se o nível gerencial à Escola e o estratégico ao Ministério da Defesa.

O basilar objetivo do CEMC é fortalecer e aprimorar a capacidade operacional das forças armadas para cumprirem sua missão. A fim de atingi-lo com êxito, ações planejadas são dirigidas

ao adequado preparo de seus recursos humanos para comporem um comando combinado em exercícios militares e em tempo de conflito.

A Operação Pantanal 2007 pode ter sido uma exemplar operação militar combinada coordenada pelo Ministério da Defesa. Com o objetivo de adestrar as Forças Armadas (Marinha, Exército e Aeronáutica) no planejamento e execução de operações, visando à interoperabilidade, foi laboratório aos oficiais de Estado-Maior.

No período de 11 a 19 de outubro de 2007, foram realizados exercícios com tropa no terreno no Estado do Mato Grosso do Sul. Na ocasião, foi dada especial ênfase no planejamento de Estados-maiores Combinados e das Forças Componentes constituídas.

Desse modo, consegue-se a necessária qualificação de homens para atender às características, necessárias e desejáveis, àqueles que devem desempenhar o papel afeto às Forças Armadas Brasileiras, o qual lhes foi atribuído pela Lei Maior em 1988.

Para as Forças Componentes, a PANTANAL 2007 teve finalidades como adestrar o Estado-Maior na execução de planejamento de Operações Combinadas; treinar o Estado-Maior e os diferentes níveis operacionais dentro da estrutura de Comando e Controle unificado, nos moldes utilizados nos mais recentes conflitos internacionais; e exercitar os diferentes estados de alerta para suporte a um Comando Combinado.

Assim se adestrando, as Forças Armadas mantêm-se atualizadas e treinadas para atuar, a qualquer momento, em qualquer ponto do Território Nacional, com a finalidade de cumprir sua destinação constitucional e o previsto em leis complementares.

Ao elemento humano, por conseguinte, cabe o cumprimento da missão atribuída. Ele deve ser constante e progressivamente preparado para, num ambiente de rápida evolução tecnológica, entender a importância do propósito de estar capacitado e habilitado a empregar racionalmente os meios sob sua responsabilidade.

Faz-se mister, também, disseminar no âmbito das Forças Armadas, o conceito da busca pelo





conhecimento por iniciativa própria, estimulando os indivíduos a procurarem caminhos de desenvolvimento pessoal e profissional, vinculando-os, sempre, aos interesses do Ministério da Defesa e do Brasil.

No livro *A Quinta Disciplina*, Peter Senge introduz um conceito inovador ao definir os contornos da “organização que aprende”. Para ele “as pessoas são o principal meio de alavancar processos de mudança. Empreender mudanças é uma tarefa audaciosa, talvez até impossível, para as empresas, trabalhando sozinhas.” (SENGE, 2002, p. 24).

O autor norte-americano fomenta a idéia de um grupo de pessoas em organizações diversas, labutando juntas num esforço sustentado para assentar as disciplinas de aprendizagem na prática gerencial do dia-a-dia. Assim podem ser vistas, também, as Forças Armadas do Brasil ao perpetuarem a milenar instituição militar.

Portanto, o Ministério da Defesa Brasileiro deve e pode contribuir, em esforço conjunto com toda a sociedade, para o alcance dos objetivos políticos da Nação de maneira econômica, eficiente e eficaz.

Para concretizar essa empresa, se vislumbra um cenário prospectivo, no qual civis e militares interessados em estudos estratégicos poderão construir, harmoniosamente, programas e projetos no âmbito da Defesa Nacional e pensar juntos o futuro do Brasil.

## CONCLUSÃO

Com raríssimas exceções, não haverá batalhas terrestres e marítimas independentes. (Dwight David Eisenhower – trigésimo-quarto Presidente dos Estados Unidos).

As Forças Armadas Brasileiras utilizam estratégias militares e princípios de guerra como fundamentos para o seu emprego. Para cumprirem sua destinação constitucional e as atribuições subsidiárias que lhes são afetas, Exército, Marinha e Força Aérea incorporam, nos diversos níveis hierárquicos, novos recursos humanos.

Faz-se mister que esses homens e mulheres estejam preparados para o “sacrifício da própria vida”, sob a égide de “doutrina precisa” e com acurácia. Do contrário, esse lapso pode significar,

no campo de batalha, a tênue, porém sugestiva, diferença entre “vida ou morte na profissão d’armas”. (ASH, 2001, p. 3).

Criar algo novo, mudar paradigmas e empreender esforços, como o Ministério da Defesa, há cerca de nove anos, constituiu-se em atividade técnico-profissional e tornou-se missão com tarefa e propósito. Falhar poderia ter trazido o amargo do arrependimento. O futuro pode nos reservar um “mundo plano” (FRIEDMAN, 2007) e deveras inconstante, devido às rápidas mudanças globais, regionais e locais. Permanecer atento aos sinais e aos fatos é dever e é sábio.

Portanto, espera-se a abertura de um fórum de debates, em torno do assunto em epígrafe, e que o aperfeiçoamento do tema se faça sempre presente nos anais deste periódico de renome da Força Aérea Brasileira, no meio acadêmico e entre os oficiais de Estado-Maior das três forças armadas do país.

Faz-se mister, também, a assiduidade e a motivação de militares, de estudantes universitários e de professores civis, com diversas visões sobre o tema. O Ministério da Defesa Brasileiro ainda não completou dez anos de atividades e conta com a colaboração das esferas civis, do estamento militar e da comunidade acadêmica para angariar conhecimento e amalgamá-lo. A tônica contemporânea da “Era da Informação” enxerga o conhecimento como sinônimo de Poder.

Conclui-se que o poder aéreo pode significar, no bojo do fato consumado que são as operações combinadas, o elemento-chave que surgiu, há cerca de cem anos, para amalgamar. Citando Michael Eliot Howard (1996, p. 60), “foi do conceito de poder marítimo que se desenvolveu todo pensamento sobre poder aéreo”.

Referente ao emprego do Poder Militar, nenhuma Força Singular pode obter o sucesso, operando independentemente, em um conflito armado. A eficácia no uso dos meios bélicos implica profunda integração entre forças aéreas, terrestres e navais. Requer, também, a seleção judiciosa de objetivos e a escolha inteligente de meios materiais e humanos e de prioridades. Não obstante específicas operações militares possam ser levadas



a cabo por uma Força, de forma separada, torna-se mandatário que operações possam ser executadas sob a égide de doutrina militar combinada unificada e precisa. Assim, pode-se visar à consecução dos objetivos fixados pela Política e, conseqüentemente, articulados com eficácia pela Estratégia.

Todas as operações de Força Aérea, tanto as de Defesa Aeroespacial, como as Aeroestratégicas, as Aerotáticas e as Especiais, podem ser executadas de forma combinada. No entanto, raramente são levadas a efeito de forma não isolada, com exceção

do que ocorre no Comando de Defesa Aeroespacial, de forma combinada e permanente, mesmo em um cenário de paz. Essa melhor integração deve existir.

Portanto, impõe-se, aos homens de terra, mar e ar, que cheguem juntos à interoperabilidade em áreas como Logística, Comando e Controle e Inteligência. Entretanto, devem fazê-lo sem as idiosincrasias naturais de cada indivíduo, sem os adereços da cultura organizacional e sem paixões sectárias. Mas sim, combinadamente, em uníssono, com fervorosa devoção e com muito patriotismo.

## REFERÊNCIAS

ARON, Raymond. **Pensar a guerra**: Clausewitz. Brasília: UnB, 1986. 2. v.

ASH, Eric. **Aerospace Power Journal**. Precision doctrine. Alabama, 2001.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1998. Brasília, 1988.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **Política Militar de Defesa**. Brasília, 2005a.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. Decreto no 5.484, de 30 de junho de 2005. Aprova a Política de Defesa Nacional, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 1 julho 2005b. Disponível em: <<http://www.defesa.gov.br/>>. Acesso em: 9 outubro 2007.

\_\_\_\_\_. **Política de Defesa Nacional**. Brasília, 1996.

CLAUSEWITZ, Carl von. **On war**. (Ed. & Trad.). Peter Paret e Michael Howard. New York: Princeton University Press, 1984.

DOUHET, Giulio. **O domínio do ar**. Rio de Janeiro: Belo Horizonte: Itatiaia; Rio de Janeiro: Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, 1988.

FLORES, Mario Cesar. **Reflexões estratégicas**: repensando a Defesa Nacional. São Paulo: É Realizações, 2002.

FRIEDMAN, Thomas L. **O mundo é plano**: uma breve história do Século XXI. Rio de Janeiro: Objetiva, 2007.

HOWARD, Michael Eliot. O conceito de poder aéreo: uma avaliação histórica. **Airpower Journal**. Alabama, p. 59-69, 4. trim. 1996. Edição brasileira.

IDE, Pascal. **A arte de pensar**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

JONES, Vincent. **Operação "Tocha" a invasão da África**. Rio de Janeiro: Renes, 1975.

LAMBETH, Benjamim S. **Air power against terror**: America's conduct of Operation Enduring Freedom. Santa Monica: RAND, 2005.

PARET, Peter. **Clausewitz and the state**. Oxford: Oxford University Press - Clarendon Press, 1976.

\_\_\_\_\_. (Ed.). **Construtores da moderna estratégia**: de Maquiavel à era nuclear. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2003.

PROENÇA JÚNIOR, Domicio; DINIZ, Eugenio; RAZA, Salvador Ghelfi. **Guia de estudos de estratégia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1999.

SANTOS, Murillo. **Evolução do poder aéreo**. Belo Horizonte: Itatiaia; Rio de Janeiro: Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, 1989.

SEVERSKY, Alexander de. **Air power**: key to survival. New York: Simon & Schuster, 1950.

\_\_\_\_\_. **Victory through air power**. New York: Garden City Publishing Co., Inc., 1943.

SENGE, M. Peter. **A quinta disciplina**: arte e prática da organização de aprendizagem. São Paulo: Nova Cultural, 2002.

SULLIVAN, David. S. **Transforming America's military**: integrating unconventional ground forces into combat air operations. 2002. 29 f. Paper – Naval War College, Department of Joint Maritime Operations. Newport, 2002.

TEDDER, Arthur William. **Air power in war**: the Lees Knowles lectures by Marshal of the Royal Air Force. London: Hodder and Stoughton – St. Paul's House, 1954.

TRENCHARD, Hugh Montague. As três mensagens ("papers") de Trenchard. **Idéias em destaque**. Rio de Janeiro: INCAER, n. 2, p. 7-56, ago. 1989.

U.S. JOINT CHIEFS OF STAFF. **Joint vision 2020**. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, June 2000. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/jointvision/jvpub2.htm>>. Acesso em: 05 jul. 2008.

WESTENHOFF, Charles. **Military air power**: The CADRE digest of air power opinions and thoughts. Montgomery: Air University Press, 1990.



# O Cadastro de Empresas e sua Aplicação na Mobilização Nacional: revisão da literatura

## *The records of Enterprises and its Application in National Mobilization: a literature review*

Tenente Coronel Aviador Wilson Galão Rodrigue<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Comando e Estado-Maior 2007 ECEMAR/UNIFA

<sup>2</sup> Aluno do MBA em Gestão de Processos pela Universidade Federal Fluminense - UFF

### RESUMO

Este artigo científico é uma revisão da literatura sobre a Mobilização Nacional, que tem por objetivo investigar o cadastro de Empresas Diretamente Relacionadas com a Segurança Nacional (EDR/SN), no qual são armazenados dados de caráter sigilosos sobre empresas com diversificados ramos de atividade, julgados importantes para que, de forma rápida e eficiente, possa se atender às necessidades específicas ao emprego armado. Apresentam-se, desde a Antigüidade, fatos relevantes e idéias que possibilitaram a ampliação da capacidade dos exércitos. Da atualidade, em pesquisa bibliográfica e documental, conceitos e legislações são apresentados permitindo ao leitor o entendimento sobre logística e Mobilização Nacional, de forma a compreender a importância da Nação em possuir forte poder de mobilização. Mostra, também, a grandiosidade desse processo, por ser interministerial, e o envolvimento exigido tanto dos militares quanto da população civil. Por fim, esta pesquisa embasa o autor a efetuar a análise proposta, à qual será restrita ao universo do cadastro das EDR/SN no ano de 2006, quanto às informações nele contidas atenderem às necessidades da mobilização.

**Palavras-chave:** Segurança nacional. Mobilização nacional. Emprego armado. Militares.

**Recebido:** 26/03/2008

**Revisado:** 25/08/2008

**Aceito:** 19/09/2008

\***Autor:** Tenente Coronel Aviador Wilson Gallão Rodrigues, formado pela Academia da Força Aérea em 1988; Curso de Especialização em Logística (ILA); Curso de Logística e Mobilização Nacional (ESG); Aluno do Curso de Comando e Estado-Maior 2007; MBA em Gestão de Processos (UFF-2007). **Contatos:** e-mail: wilsongr82@yahoo.com.br.



## ABSTRACT

*This article is a literature review of the National Mobilization and aiming to investigate the records of enterprises that are directly involved with the National Security. In these records are registered secrets data about some companies that work with fields judged important in case to be necessary to support the armed employment. Some relevant facts and manner that could to amplify the army capacity have been showed since the ancient times. Currently, some concepts and legislations about logistic and National Mobilization are easily available allowing the general population understands how important is the National has a strong capacity of mobilization. It can be also understood the magnitude of the mobilization process once it is done among several Ministries and between civilian and military personnel. Finally from this research was possible to make an analysis about enterprise records 2006 contents in order to supply the mobilization needs.*

**Keywords:** *National security. National mobilization. Armed employment. Military personnel.*

## INTRODUÇÃO

Vem crescendo, nos últimos anos, o enfoque dado à Mobilização Nacional no âmbito do Comando da Aeronáutica (COMAER), pois esta é vista como forma potencial de projeção do poder, ao complementar as necessidades do COMAER.

Buscando identificar no meio civil possíveis fontes de bens e serviços que possam propiciar ao COMAER um incremento à sua capacidade logística, este Comando organizou um cadastro de Empresas Diretamente Relacionadas com a Segurança Nacional (EDR/SN), abrangendo diversas áreas da cadeia produtiva de bens e serviços.

Sendo esse cadastro não muito disseminado no âmbito do COMAER, causa inquietação o fato de saber se as informações nele contidas poderão satisfazer às necessidades da Força, em caso de mobilização. Isso abriu campo para a pesquisa do seguinte problema: Até que ponto as informações contidas no cadastro das EDR/SN atenderão às necessidades do COMAER, em caso de Mobilização Nacional?

Na proposta de investigar cientificamente o processo de cadastro das EDR/SN, com foco no banco de dados gerados pelas Unidades do COMAER, no ano de 2006, surge a necessidade de efetuar uma pesquisa bibliográfica e documental referente a esse assunto, a qual será desenvolvida neste artigo científico.

Dentro da revisão da literatura, serão apresentados, em seqüência cronológica, algumas

formulações de idéias e fatos relevantes que foram aplicados e contribuíram para o sucesso das operações militares, permitindo aos governantes e nações ampliar seus horizontes e concretizar seus desejos. Ao chegar à atualidade, a apresentação de conceitos e legislações pertinentes darão ao leitor conhecimento para entender a importância do processo de mobilização na vida da nação, bem como sua influência na população civil e a dependência desta mesma população para a nação em guerra.

Como será visto, este artigo tem contexto atual, apresenta fatores relevantes para a mobilização. Insere-se nas diversas áreas governamentais, quer sejam civis ou militares. No campo da política, a capacidade de mobilização amplia o poder de negociação do Estado, da mesma forma que depende de leis e regulamentações para sua execução. A sociedade beneficia-se dessa projeção, ao integrar uma nação forte, e sentindo-se, conseqüentemente, um povo forte. A mobilização demanda por uma base industrial forte e desenvolvida tecnologicamente, que por sua vez impulsiona a economia do país. Também as Forças Armadas ganham muito com tudo isso, por ter a seu dispor bens e serviços que ampliam sua capacidade e sustentação em caso de guerra.

Neste trabalho, as áreas investigadas referem-se aos campos da logística e mobilização. Ver-se-á, no capítulo seguinte, que mesmo focado no problema proposto, há imenso número de possibilidades para exploração dos campos acima citados.



A logística é tema atual de estudos, amplamente divulgados, pela sua importância dentro das empresas civis e órgãos governamentais. Já a mobilização, não menos importante, ainda é tratada de forma restrita no âmbito militar. Na seqüência, ambos os temas serão tratados de forma a permitir amplo entendimento dessas características.

## 1 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será apresentada uma revisão bibliográfica, balizando-se inicialmente em fatos históricos, e ocorrências que suscitem reflexões sobre os novos conceitos, dentro do contexto da mobilização nacional. Seqüencialmente, serão enfocadas as leis, normas e regulamentos atuais, sob a luz do embasamento teórico, justificando-se a necessidade de conhecer os recursos civis disponíveis para dispor do seu uso em momento e quantidade oportunos.

### 1.1. ASPECTOS HISTÓRICOS

Há mais de 2.500 anos, o estrategista Sun Tzu, referido por Sawyer (2004), estabeleceu, em sua obra *A Arte da Guerra*, uma série de idéias e princípios, considerados indispensáveis até os dias atuais:

Em geral, a estratégia para empregar a força militar é essa: se há mil carros de ataque puxados por quatro cavalos, mil carros de suporte recobertos com couro, cem mil soldados providos de cotas de malha, se as provisões são transportadas por mil quilômetros, então as despesas domésticas e externas de campanha, os gastos com conselheiros e convidados, materiais como cola e laca e o suprimento de carros e armaduras totalizarão mil peças de ouro por dia. Só então se pode mobilizar um exército de cem mil. (apud SAWYER, 2004, p. 56).

Observa-se, pela transcrição acima, que desde aquela época, aproximadamente 509 a.C., já existia uma preocupação para a aplicação de uma força militar, no tocante à logística necessária ao seu apoio e sustentação, e que haveria demanda de recursos financeiros e de materiais não sustentados por esse exército.

Conforme comentado por Sawyer (2004, p. 58), “os problemas logísticos na Antigüidade eram geralmente resolvidos suprindo as provisões iniciais com constantes envios e coletas de mantimentos, compras de aliados amigáveis e saques”.

Também em Sawyer (2004, p. 58) extraiu-se dos ensinamentos de SUN TZU que “suas estimativas de despesas necessárias para mobilizar e sustentar um exército em campanha [...] evidenciam que se requeria um esforço nacional [...]”.

Com isso, nota-se que o esforço despendido para um combate extrapola a capacidade individual daquele exército, interferindo diretamente na vida da Nação, ao se direcionar, em qualquer nível, os insumos e esforços desse povo na sustentação do combate.

Na Antigüidade chinesa, os bens particulares eram facilmente postos à disposição do governo para os fins que julgasse necessários. Não é notada a existência de leis ou regras claras no sentido de se preservar a propriedade privada. A expressão seguinte denota bem esse fato: “a riqueza privada e estatal são uma única”. Essa era a visão de Sun Pin, comentada por Sawyer (2004, p. 207) de que não deve haver distinção entre a riqueza material pessoal e estatal. Esse autor afirma: “Antes, utilizar todas as fontes de riqueza para fins governamentais, incluindo as atividades militares, é crucial” (SAWYER, 2004, p. 207).

Ainda da Antigüidade, na Macedônia, mais especificamente na época do reinado de Alexandre, o Grande, ocorrido entre os anos de 336 a.C. a 323 a. C. (BOSE, 2006), extraem-se outros fatos marcantes para o assunto em pauta.

Conforme relatado por Bose (2006), no cerco à cidade fenícia de Tiro, iniciado no meio do inverno de 333 a.C., considerado o maior sítio de toda a História, Alexandre intencionava construir uma ponte de aproximadamente 800 metros, como seu principal meio de acesso à ilha de Tiro, tida como a melhor e mais poderosa base naval da marinha fenícia. Com a resistência imposta pelos fenícios à construção da ponte, Alexandre dirigiu-se, acompanhado de um pequeno contingente de seu exército, até o porto fenício de Sidon, apoderando-se dos 80 trirremes ali ancorados. Vendo para que lado do combate estava pendendo a balança do poder no Mediterrâneo, o rei de Chipre contribuiu com sua frota de 120 navios. A mesma decisão teve Rodes. Com isso, em pouco tempo, Alexandre retornava a Tiro com uma frota três vezes superior



à daquela cidade. Após munir essas embarcações com lançadores, aríetes, balistas pontes para desembarque, Alexandre conseguiu seu intento.

Viu-se que, para essa conquista, Alexandre valeu-se de recursos civis confiscados no porto de Sidon, e de outras embarcações cedidas por Rodes e pelo rei de Chipre. Apesar das embarcações não serem tipicamente militares, essas foram modificadas de forma a contribuir para o aumento do poder militar da tropa macedônia.

Ficou evidente, nessa conquista, a necessidade de ampliação da capacidade combativa com recursos marítimos civis, incorporados por meio de confisco e doações que, posteriormente, tiveram algumas de suas características modificadas, para ampliar o poder naval de Alexandre, dando um desfecho vitorioso aos macedônios.

Outro fato relevante, mencionado por Bose (2006), foi a importância atribuída por Alexandre à logística, tornando-a fator central de suas campanhas, confiando sua condução a um de seus maiores generais. A cada vitória dos macedônios, o general era encarregado de recolher toda a carga de equipamentos, suprimentos e víveres do inimigo. Da mesma forma, antes de passar à etapa seguinte de uma campanha, era sempre enviado um grupo avançado, encarregado de recolher suprimentos dos habitantes, diante de um administrador ou governante nativo.

Essa forma de ampliação da capacidade logística perdurou na História Militar. Já na Segunda Guerra Mundial, foi elaborado um plano contendo dados sobre as fontes de recursos. Este foi o precursor do Plano de Preparo Industrial, nos moldes do existente na atualidade no Governo dos Estados Unidos da América (VAWTER, 1983).

Ainda de acordo com Vawter (1983), esse Plano detalhava onde os itens essenciais poderiam ser

obtidos, inteirava as indústrias sobre suas tarefas, em época de guerra, delineava um Plano Industrial que propiciasse uma rápida mobilização, mantendo os registros dos produtores e suas capacidades, dentre outros detalhamentos.

O Brasil também participou da Segunda Guerra Mundial, com o envio de tropas e pilotos para combater na Itália, ao lado dos aliados. Nesse caso, o Estado declarou guerra contra o bloco do eixo, e lutando ao lado dos Estados Unidos, reforçou as tropas aliadas, fora do território nacional, em continente europeu. Não houve combates dentro do território brasileiro.

Mesmo assim, o poder militar do Brasil existente à época não foi suficiente para, sozinho, atender às necessidades da Nação. Houve, então, uma mobilização de pessoal (reservistas), conforme se vê na figura 1.

Para convocação dos reservistas, uma forma identificada de divulgação da notícia foi por meio do jornal “O Globo”, que em 1942 estampou em primeira página o título “Mobilização Geral!”.

Mesmo com essa participação do Brasil, observa-se que, pela raridade de envolvimento em grandes conflitos armados, os assuntos relacionados com a mobilização não são de conhecimento da maioria do povo brasileiro.



Figura 1- Jornal “O Globo”, de 1942.  
Fonte: BRASIL, 2005a.



Viu-se que, desde a Antigüidade, os exércitos demandaram por recursos produzidos pela população civil para sustentarem-se no combate. Nos dias de hoje, a evolução da humanidade demanda uma maior organização e complexidade no apoio necessário aos conflitos armados.

## 2.2 ATUALIDADE

A base industrial de mobilização do exército americano, consistindo-se das facilidades e equipamentos do Governo, e o suporte à base industrial do setor privado, são inadequados para suportar as necessidades materiais do exército em caso de uma guerra (VAWTER, 1983, p. IX, tradução nossa).

Essa conclusão foi tirada do exercício de mobilização Proud Spirit, realizado em 1980, e confirmada em outro painel do *House Armed Services Comittee Defense Industrial Base*, onde afirmou-se que essas reservas suportariam somente cenários de guerras curtas, sendo a base industrial incapaz de incrementar sua produção na razão necessária. (VAWTER, 1983).

Dentro desse enfoque que se apresenta o conceito de Mobilização Nacional, assim definido como:

Conjunto de atividades planejadas, orientadas e empreendidas pelo Estado, desde a situação de normalidade, complementando a Logística Nacional, com o propósito de capacitar o país a realizar ações estratégicas no campo de Defesa Nacional, para fazer face a uma agressão estrangeira (BRASIL, 2005a).

Conforme doutrina da Escola Superior de Guerra (ESG), vista em Brasil (2005a), a ação de prevenir, neutralizar e eliminar ameaças não deve ficar no sabor das improvisações. Uma guerra pode ter início sem os longos períodos de tensão política. Com isso, os prazos para a execução da mobilização passam a ser curtos e constituem-se fator de grande importância, exigindo que ela seja planejada e preparada desde o tempo de paz.

No contexto da fase de Preparo da Mobilização Nacional (BRASIL, 2005a), onde as finalidades são de planejar todas as atividades relacionadas com a sua execução, tomar medidas que incentivem e fortaleçam o Poder Nacional e exercitar essas atividades, testando-as e corrigindo possíveis falhas, ressalta-se nessa fase promover-se-á a liberação de recursos indispensáveis a disciplinar

o fortalecimento do Poder Nacional, procurando, com isso, evitar que haja a redução da capacidade vital da Nação.

Para efeitos de estudo do Poder Nacional, este é dividido nas seguintes Expressões: Política, Econômica, Psicossocial, Militar e Científica e Tecnológica. (BRASIL, 2005a). Dentro da Expressão Militar, a mobilização deve ser planejada de modo a assegurar os recursos necessários à rápida transformação estrutural das Forças Armadas.

Dessa forma, a colocação de encomendas educativas nas indústrias, a formação e cadastramento de reservas aptas, o incremento da pesquisa e desenvolvimento, bem como a busca de padronização e nacionalização de materiais e itens de interesse militar são algumas das atividades essenciais a serem empreendidas. (BRASIL, 2005a).

Em pesquisa documental, vê-se no art. 22 da Constituição, item XXVIII (BRASIL, 1988), que compete à União legislar sobre a defesa territorial, a defesa aeroespacial, a defesa marítima, a defesa civil e a Mobilização Nacional. Já no art. 84, item XIX, vê-se que cabe exclusivamente ao Presidente da República declarar guerra, no caso de agressão estrangeira, autorizado pelo Congresso Nacional ou referendado por ele, quando ocorrida no intervalo das seções legislativas e, nas mesmas condições, decretar, total ou parcialmente, a Mobilização Nacional.

Fica claro, então, que os assuntos afetos à Mobilização Nacional extrapolam o âmbito das Forças Armadas, sendo de interesse da Nação. Como representante do Povo brasileiro, o Congresso Nacional tem a incumbência de legislar em prol desses interesses.

Com referência na Constituição (BRASIL, 1988), tramita no Congresso Nacional, proposto pelo Ministério da Defesa, o Projeto-de-Lei nº 2272/2003, que dispõe sobre a Mobilização Nacional e cria o Sistema Nacional de Mobilização (SINAMOB). Consta nesse Projeto-de-Lei que, na decretação da Mobilização Nacional, o Poder Executivo especificará, dentre outras, as medidas necessárias à reorientação da produção, da comercialização, da distribuição e do consumo de



bens e da utilização de serviços, à intervenção nos fatores de produção públicos e privados e à requisição e ocupação de bens e serviços.

Mesmo sendo grande beneficiado pela Mobilização Nacional, o Ministério da Defesa não é o único responsável pelas ações necessárias à Mobilização. Quando se fala em reorientação, comercialização e intervenção nos fatores de produção, entende-se a grandeza do processo, e a abrangência interministerial, com diversas responsabilidades, podendo englobar a área da economia, da ciência e tecnologia, do planejamento, dentre outras.

Apesar de ainda não ser aprovado pelo Congresso Nacional, esse Projeto-de-Lei sinaliza a importância que o uso dos bens e serviços representa para a Mobilização Nacional, expandindo a capacidade do componente militar do Poder Nacional.

Vislumbrando a necessidade de se inserir nesse processo, a Força Aérea Brasileira dispôs de norma interna com a finalidade de determinar a estrutura, as atribuições e o funcionamento do SISMAERO (Sistema de Mobilização Aeroespacial).

Considerando a logística como fator decisivo no apoio ao combate, a Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (BRASIL, 2005) afirma que os Planos de Mobilização deverão ser elaborados com precisão, tomando-se por base dados de pessoal e de indústrias que poderão fornecer serviços, materiais e recursos humanos.

Surge, então, a necessidade de entendimento quanto à definição do que são Empresas Diretamente Relacionadas com a Segurança Nacional (EDR/SN):

Entidades capazes de prover recursos de toda ordem que representam, desde os tempos de paz, potenciais que poderão ser transformados oportunamente em poder, considerando-se as características específicas em determinada hipótese de emprego (HE)". (BRASIL, 2002, p. 9).

Fica evidente que há grande importância na identificação dessas entidades provedoras de recursos, bem como no conhecimento detalhado de seus bens ou serviços. A contratação de atividades logísticas de empresas especializadas apresenta o benefício da redução dos riscos e incertezas (BALLOU, 2006).

Não basta somente cadastrar essas empresas. Faz-se necessário, também, testar e manter um canal de relacionamento ativo, por meio de encomendas educativas, tidas como aquisições mínimas de interesse estratégico, realizadas rotineiramente, dimensionadas em decorrência de necessidades logísticas originadas de um planejamento operacional específico. (Id. *ibid.*, 2002).

No que concerne à seleção das EDR/SN, conforme a ICA 410-1 (BRASIL, 2002a), são objetivos dessa escolha a obtenção na indústria nacional, com oportunidade de materiais de emprego militar. A seleção serve para identificar as fontes de matérias-primas, insumos e serviços de interesse, bem como para possibilitar que se faça uma estimativa de custos das providências a serem adotadas.

O SISMAERO tem a tarefa de identificar as empresas que fornecerão os bens ou serviços que possibilitem o apoio logístico a todas as Unidades da Aeronáutica envolvidas na operação (BRASIL, 2002a).

Os critérios do SISMAERO, para identificação dessas empresas, balizam-se na necessidade de se obter, de forma planejada, tais itens ou serviços na quantidade necessitada, no tempo e locais onde a demanda da Força assim o exigir.

Como visto neste artigo, as operações militares, desde a Antigüidade demandaram por transporte, considerado um fator restritivo dentro da logística. Dessa forma, conforme Blanchard (1998), são dados importantes para um banco de dados que contenha empresas de transporte: sua capacidade (medida em volume, quantidade, peso, modal, etc.), tempo para realização (para pequenas e grandes distâncias, tempo médio de entrega, tempo por etapa parcial, etc.).

Sendo assim, ao acessar um banco de dados de EDR/SN, seria de grande eficiência que dele se pudessem extrair informações quantificadas que demonstrassem fatores de efetividade (BLANCHARD, 1998). São dados importantes para um planejamento logístico: capacidade, razão de entrega, alcance, precisão, velocidade, bem como outros indicadores de interesse. Para suporte a um sistema operacional, medidas de *maintainability*,





*transportability, dependability, etc.*, são importantes e servem de base ao planejamento das necessidades.

A mudança da natureza da economia é também uma razão porque a base industrial da atualidade pode ser menos suscetível à mobilização, se comparada à base industrial de meio século passado. Informatização e práticas de manufatura como “just-in-time” significam incremento na produtividade freqüentemente vem acompanhadas por estreitamento da junção e menor folga (FALK, 1996, p. 125, tradução nossa).

A frase descrita acima denota a complexidade que envolve uma interferência na produção, devido a práticas evoluídas e competitivas de gestão empresarial. Não se pode admitir que haja simplicidade numa linha de produção e facilidade em modificá-la.

Assim, “é de suma importância o planejamento da Mobilização Nacional, desde os tempos de paz, para que seja assegurada eficácia em sua execução, quando em situação de emergência” (BRASIL, 2005a, p. 87).

Conforme a ESG (2005a), é no preparo da Mobilização Nacional que será promovida a liberação de recursos indispensáveis, procurando evitar a redução da capacidade vital da Nação. Desse modo, os transtornos à vida nacional serão diminuídos e haverá maior facilidade em se passar de uma situação normal para uma situação de emergência.

Kyriakopoulos e Losman (2005, tradução nossa) afirmaram, em seu artigo, que problemas de alocação, utilização e distribuição de recursos se tornam mais difíceis com a intensificação da mobilização, porque as limitações sociais e políticas são mais intensas e velocidades de resposta se transformam em variável crítica. A base industrial de defesa é envolvida como um subconjunto do espaço econômico nacional e internacional, dentro de um conjunto industrial essencialmente maior. Aplicações globais da tecnologia da era da informação são eficientes para organizar plantas, equipamentos e facilidades de utilização, comumente pela redução dos estoques ou regida pela capacidade industrial instalada. Para aquelas indústrias de defesa que provavelmente não sobrevivem ou não mantêm capacidade de produção adequada, quando expostas à economia

de mercado, políticas de suporte poderiam estimar a lacuna entre a produção atual e a desejada.

Assuntos referentes à Mobilização Nacional revestem-se de grande importância e complexidade, em envolver políticas de fomento industrial, decisões sobre meios a serem utilizados, bem como avaliações da cadeia produtiva quanto à sua capacidade e aplicação, em caso emergencial.

Nesse enfoque, Hawkins (2004, tradução nossa), comenta em seu artigo que uma grande nação necessita de uma base industrial doméstica forte, não somente em capacidade de manufatura e fornecimento de bons empregos, e um padrão elevado de vida a seus cidadãos, como também a capacidade de integrar a pesquisa e o desenvolvimento, a longo prazo, com processos industriais avançados para suportar o progresso econômico e para atender às necessidades nacionais e aos objetivos estratégicos.

Há documento normativo do Departamento de Defesa Americano que prevê a análise da capacidade industrial de defesa (ESTADOS UNIDOS, 2003a, tradução nossa), e estuda a validade da exigência dos produtos ou serviços de interesse para missões atuais ou futuras, e para o preparo e sustentação destas missões; quais capacitações são essenciais para a fabricação ou fornecimento de serviços; se essas capacitações são únicas e estão em risco; se os custos e benefícios para todas as alternativas foram avaliados e se é recomendada solução de melhor relação custo / efetividade.

Com o propósito de aumento na capacidade de transporte, visando atingir aos requisitos de preparo da mobilização, foi desenvolvido, nos Estados Unidos da América, um programa destinado à utilização de navios civis em auxílio às necessidades do Departamento de Defesa Americano (ESTADOS UNIDOS, 1998).

Esse programa recebeu o nome de *Voluntary Intermodal Sealift Agreement* (VISA), e garante às empresas voluntárias benefícios, em compensação às adequações que essas empresas tenham que realizar, dadas as exigências necessárias à participação nesse programa.

Segue-se, transcrito na publicação USTRANSCOM Pamphlet 10-01 (ESTADOS



UNIDOS, 1998, tradução nossa), as palavras do Presidente George Bush:

A indústria comercial de navios de carga dos Estados Unidos, em sua capacidade, proverá transporte marítimo na paz, na crise, na guerra... Recursos suficientes próprios deverão estar disponíveis para atender a uma resposta unilateral (ESTADOS UNIDOS, p. ii).

Essas palavras reforçam a importância dada à mobilização, pois mesmo um país com elevado Poder Militar, demonstrado em combates realizados nos últimos anos, utiliza-se desse recurso para ampliar sua capacidade.

O Ministério da Defesa busca fortalecer a Base Industrial de Defesa (BID), com a aprovação, em 2005, da Política Nacional de Defesa (PNID). Define-se a BID como sendo:

O conjunto das empresas estatais e privadas, bem como organizações civis e militares, que participem de uma ou mais das etapas de pesquisa, desenvolvimento, produção, distribuição e manutenção de produtos estratégicos de defesa (BRASIL, 2005b).

Para se atingir esse intento, alguns objetivos específicos foram traçados, como a conscientização da sociedade em geral, quanto à necessidade de o País dispor de uma forte BID, a diminuição progressiva da dependência externa de produtos estratégicos de defesa, valendo-se da produção interna, a redução da carga tributária incidente sobre a BID, o aumento da competitividade da BID brasileira para expandir as exportações e a melhoria da capacidade de mobilização industrial na BID (BRASIL, 2005b).

Com essas medidas, o Brasil busca ampliar sua capacidade de mobilização, fortalecendo suas indústrias de defesa, incrementando ou mantendo a independência externa de produtos estratégicos.

Nota-se, desde o começo, que a mobilização foi uma constante necessidade de todos os governos mencionados nesta pesquisa, sempre visando a ampliação do Poder Nacional, por meio de uma de suas expressões, mais notoriamente, projetando a Expressão Militar.

O conceito de mobilização e sua aplicação evoluiu bastante, bem como sua complexidade, impulsionado pelo crescimento industrial e pela evolução tecnológica.

Comentado por Blanchard (1998), a utilização de indicadores torna-se muito importante para que um planejamento logístico seja bem executado.

Em outro aspecto, ressaltam-se as vantagens de se contratar empresas especializadas para atender às necessidades logísticas não contempladas ou totalmente executadas com recursos próprios, conforme Ballou (2006).

Visando atender às necessidades nacionais e aos objetivos estratégicos, salienta-se o comentário de Hawkins (2004, tradução nossa) sobre a importância de uma grande nação possuir uma forte base industrial.

Esses três autores tratam de assuntos complementares na aplicação da mobilização: a medição e o planejamento logístico na definição das necessidades, a utilização de bens e serviços, em complemento à capacidade instalada e quanto à importância da base industrial na sustentação da Nação, e na projeção de seu Poder Nacional.

A doutrina da ESG segue a mesma linha de pensamento dos autores citados, e está bastante focada no estudo da política e estratégia. Seus conceitos são atuais e merecem maior discussão no âmbito da sociedade brasileira.

Por serem áreas complexas, a logística e a mobilização abrem vasto campo ao estudo, desenvolvimento e aplicação de seus conceitos. Diversos ramos podem ser explorados. Neste caso, o embasamento teórico servirá para a medição, de forma objetiva, o cadastro das EDR/SN.

Esta pesquisa bibliográfica e documental não esgota o assunto, mas expõe uma parte de um vasto campo a ser explorado. A mobilização nacional mostra-se como um fator de segurança para a Nação. Tem amplo poder dissuasório, ao fortalecer os pilares do Poder Nacional, em todas as suas expressões (política, econômica, psicossocial, militar e científico-tecnológica).

## CONCLUSÃO

O Brasil vive, há vários anos, uma época de paz, sem envolvimento em conflitos armados, apresentando bom relacionamento com os países vizinhos. Isso não exclui a possibilidade futura de uma modificação, no cenário mundial, que force o



país a um emprego das Forças Armadas, para a manutenção de sua soberania.

Desde a Antigüidade, o mundo passou a vivenciar diversos conflitos militares, ora setorializados ou globais, como foi a Segunda Guerra Mundial.

Foi visto que, nos conflitos mencionados, a mobilização nacional foi amplamente utilizada, com a finalidade de suprir os exércitos de pessoal, bens e serviços necessários à sustentação do combate.

A guerra não é executada somente pelo braço armado, e nem por este declarada. A Nação é quem entra em guerra, e há grande alteração no modo de vida da sociedade. Bens podem se tornar escassos, por se mudarem as prioridades e destinação dos recursos gerados.

Uma mobilização bem planejada, executada por uma nação fortalecida, detentora de uma base industrial forte e desenvolvida, apresenta menor impacto na vida diária do cidadão comum, em relação a um país com menos expressão e capacidade.

Dentro de um planejamento adequado da mobilização, faz-se necessário conhecer as necessidades, bem como identificar, em âmbito externo à Organização em que se pode buscar, em momento oportuno, por bens e serviços de interesse, com a finalidade de manter ou aumentar a capacidade de combate, em caso de envolvimento em conflito armado. Para tal, um cadastro das empresas seria uma forma de se agregar tais informações.

Torna-se, então, imprescindível medir objetivamente esse cadastro, para saber até que ponto as informações contidas no cadastro das EDR/SN atenderão às necessidades do COMAER, no caso de mobilização nacional.

Longe de esgotar o assunto, esta pesquisa mostra a sua relevância, e embasa o autor, por meio de exemplos e conceitos relatados, em uma linha de investigação, a analisar o cadastro das EDR/SN, do ano de 2006, quanto às informações nele contidas atenderem aos anseios da mobilização.

Dentro das documentações e bibliografias pesquisadas, viu-se a importância dos temas

relacionados com a logística e mobilização, bem as inúmeras possibilidades de aprofundamento nesses temas. Isso enriqueceria o conhecimento do povo brasileiro, ajudando a desmistificar os assuntos sobre mobilização como algo restrito ao âmbito dos militares.

Conclui-se, com uma frase de Sun Tzu, referida por Sawyer (2004), o pensamento para reflexão dos leitores: “Eis a estratégia para empregar o exército: não confiar em que o inimigo não virá, mas ter em nossas mãos os meios de esperá-lo. Não confiar em que ele não atacará, mas depender de nós ter uma posição inatacável”. (apud SAWYER, 2004, p. 98).

## REFERÊNCIAS

**BALLOU, R. H.** Gerenciamento da cadeia de suprimentos: **logística empresarial.**

5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616p.

**BRASIL. Comando da Aeronáutica.** Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira: **DCA 1-1. Brasília, DF, 2005.**

\_\_\_\_\_. Estrutura, constituição e funcionamento do SISMAERO: **NSCA 410-1. Brasília, DF, 2002.**

\_\_\_\_\_. Seleção de empresas diretamente relacionadas com a segurança nacional: **ICA 410-1. Brasília, DF, 2002a.**

**BRASIL. Constituição (1988).** Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em 02 jun. 2007.

**BRASIL. Ministério da Defesa. Escola Superior de Guerra.** Manual básico: **assuntos específicos.** Rio de Janeiro, 2005a.



**BRASIL. Ministério da Defesa.** Portaria Normativa n. 899, de 19 de julho de 2005. **Aprova a Política Nacional da Indústria de Defesa – PNID.** Brasília, DF, 2005b. Disponível em <[http://www.defesa.gov.br/industria\\_defesa/index.php?page=pnid](http://www.defesa.gov.br/industria_defesa/index.php?page=pnid)>. Acesso em: 12 jun. 2007.

**BRASIL.** Projeto de Lei n. 2272, de 2 de outubro de 2003. **Dispõe sobre a Mobilização Nacional e cria o Sistema Nacional de Mobilização – SINAMOB.** Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Projetos/PL/2003/msg507-061003.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Projetos/PL/2003/msg507-061003.htm)>. Acesso em : 02 mar. 2007.

**BLANCHARD, B. S.** Logistics engineering and management. 5. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998. 526p.

**BOSE, P. S.** Alexandre o Grande: a arte da estratégia. Rio de Janeiro: Best Seller, 2006. 334p.

**ESTADOS UNIDOS.** Department Of Defense. Directive number 4500.43, of November 21, 2003. Operacional support airlift (OSA). Disponível em: <<http://www.dtic.mil/whs/directives/corres/html/450043.htm>>. Acesso em 10 jun. 2007.

\_\_\_\_\_. Directive number 5000.60, of December 8, 2003a. Defense Industrial Capabilities Assessments. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/whs/directives/corres/html/450043.htm>>. Acesso em 10 jun. 2007.

\_\_\_\_\_. Pamphlet 10-1, of September 21, 1998. Voluntary intermodal sealift agreement. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/whs/directives/corres/html/450043.htm>>. Acesso em 29 mar. 2007.

**FALK, S. L.** Pure logistics: the science of war preparation. Washington, DC: National Defense University, 1996. 133p.

**HAWKINS, Willian R.** Defense Procurement: emergency measures versus long-term policy. 2004. Artigo. Disponível em: <[http://www.americaneconomicalert.org/view\\_art.asp?Prod\\_ID=1126](http://www.americaneconomicalert.org/view_art.asp?Prod_ID=1126)>. Acesso em 12 abr.2007.

**KYRIAKOPOULOS, Irene; LOSMAN, Donald L.** The economics of mobilization in the information age. 2005. Artigo. Disponível em: <[http://www.dtic.mil/doctrine/jel/jfg\\_pubs/1637.pdf](http://www.dtic.mil/doctrine/jel/jfg_pubs/1637.pdf)>. Acesso em 15 abr. 2007.

**PINGITORI, Marco Antonio.** Mobilização aeroespacial: a visão de seu planejamento atual. 2005. Artigo científico (Especialização em Logística e Mobilização Nacional) - Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro.

**SAWYER, R. D.** A arte da guerra. São Paulo: Martins Fontes, 2004. 336p.

**VAWTER, R. L.** Industrial mobilization: the relevant history. Washington, DC: National Defense University, 1983. 115p.

## GLOSSÁRIO

**Aríetes – Ferramenta utilizada para romper portas e muralhas de castelos.**

*Dependability* – Característica inerente de um produto. Dependência em função da confiabilidade e da suportabilidade.

**Encomendas educativas – Compras em quantidades baixas destinadas ao treinamento e a manter o canal comercial ativo.**

**Nação – Agrupamento de seres com afinidade, organizados politicamente num território.**

*Maintainability* – Característica inerente de um sistema ou projeto de um produto. Refere-se à facilidade, precisão, segurança e economia nas ações de manutenção.

**Plano de Mobilização – Plano contendo informações essenciais para a realização da mobilização.**

**Plano de Preparo Industrial – Plano destinado a preparar as indústrias, no caso de mobilização.**

**Poder Nacional – É a capacidade que tem o conjunto de homens e meios que constituem a Nação para alcançar e manter os Objetivos Nacionais, em conformidade com a Vontade Nacional.**

**Soberania – Manutenção da intangibilidade da Nação, assegurada a capacidade de autodeterminação e de convivência com as demais Nações em termos de igualdade de direitos.**

*Transportability* – Característica inerente de um produto quanto à facilidade, segurança e sua mobilidade de forma geral.

**Trirremes – Antiga embarcação grega, impelida por remos, colocados em três níveis e por uma vela.**





# Sistemas de Apoio à Decisão: análise do processo de software

## *The Decision-Making Systems: the software process analysis*

Tenente Coronel Aviador Amilton Ferreira da Silva<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Comando e Estado Maior 2007 ECEMAR/ UNIFA

<sup>2</sup> Aluno do MBA de Gestão de Processos pela Universidade Federal Fluminense - UFF

### RESUMO

Este artigo objetivou analisar os principais fatores que impactam o processo de desenvolvimento de sistemas do Centro de Computação da Aeronáutica de Brasília - CCA BR, em virtude da necessidade de se desenvolver sistemas de apoio à decisão (SAD). O estudo ocorreu sob uma abordagem analítica e foi motivado em função dos seguintes fatos: aprovação da Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA 7-6) que atribuiu ao CCA BR diretrizes específicas para prover soluções de apoio à decisão da alta administração; o modelo de processo de software do CCA BR destina-se aos sistemas transacionais e não aos SAD. Para conduzir o trabalho foi selecionado o tipo de pesquisa bibliográfica, utilizando-se da metodologia qualitativa. Inicialmente, buscou-se descrever os principais aspectos da Engenharia de *Software* com ênfase no Processo. Na sequência, relataram-se as principais características do modelo de Processo Unificado da *Rational* e apresentou-se uma visão conceitual sobre os sistemas de informação, destacando-se o SAD. Finalmente, à luz dos conceitos, os principais fatores foram identificados e descritos na forma de análise das fases do Processo, em prol da adaptação às características do novo tipo de software. Concluiu-se que o desenvolvimento de SAD com o modelo de processo da Rational é factível, desde que ocorram ajustes na metodologia, principalmente no que se refere ao levantamento de requisitos e à tecnologia de banco de dados.

**Palavras-chave:** Engenharia de software. Processo de software. Processo rotacional unificado. Sistemas de Apoio à Decisão.

**Recebido:** 26/03/2008

**Revisado:** 25/08/2008

**Aceito:** 01/09/2008

**\*Autor:** Tenente Coronel Aviador Amilton Ferreira da Silva, formado pela Academia da Força Aérea em 1988; Curso de Especialização em Análise de Sistemas (ITA); MBA em Administração Estratégica de Sistemas de Informação (FGV); Aluno do Curso de Comando e Estado-Maior 2007; MBA em Gestão de Processos (UFF-2007). **Contato:** e-mail: amiltonfs@bol.com.br.



## ABSTRACT

*The present article aimed to analyze the main factors impacting the software development systems in the Brasilia Aeronautical Computer Center – CCA BR, in order to the necessity in develop the decision-making systems (SAD). The study was made under an analytic approach and was motivated by the following factors: the Aeronautical Command System Rule (NSCA 7-6) which assign to the CCA BR specific lines of direction to provide any solutions that can support the High Direction decisions; the current CCA BR's software process model was developed in view of the ordinary decisions and not to the SAD. The research was conducted by the literature review with the qualitative methodology approach. Initially were described the main aspects related with software engineering emphasizing the development process. Afterwards were commented the main model features of Rational Unified Process (RUP) and were presented a conceiting view about the information systems, pointing out the SAD. Finally in light of the concepts, the main factors were identified and described in the process phase's analysis' pattern in order to the new kind of software features adaptation. Was concluded that the SAD development using the RUP model is possible, once some methodology adjustment can be done, mainly at the part related to the requirements identification and the database technology.*

**Keywords:** *Software engineering. Software process. Rational Unified Process. Decision-making Systems.*

## INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, uma das atribuições mais desafiadoras para comandantes, chefes ou diretores é a tomada de decisão. A escolha definitiva da melhor solução para um problema requer uma análise criteriosa das opções, norteadas pelo exame das vantagens consideradas mais significativas.

Numa organização desprovida de sistemas de informação que auxiliem o processo decisório, os gerentes assumem suas decisões baseadas em dados históricos e experiências individuais.

No passado, o empirismo era bem mais eficiente, pois os eventos ocorriam com morosidade, permitindo o método da tentativa e erro. Na atualidade, a dinâmica dos acontecimentos que envolvem a tomada de decisão e a evolução tecnológica delineia um cenário caracterizado pela análise de grande volume de dados e exigüidade do tempo. Com isso, a ausência de recursos que ajudem os gerentes pode ocasionar resultados indesejáveis. Segundo Laudon (2004), os sistemas de apoio à decisão (SAD) favorecem os gerentes nos processos decisórios considerados não triviais, ou seja, aqueles em que as decisões mudam com rapidez e há dificuldades para se especificar o procedimento de obtenção das respostas às questões gerenciais, antecipadamente.

Laudon (2004) destaca, ainda, que os SAD sustentam a tomada de decisão por meio de um conjunto flexível de ferramentas e capacidades para

analisar dados, possibilitando melhores condições para essa atividade. Essa observação alinha-se com o fato do administrador necessitar de informação com qualidade e agilidade a respeito de operações, tendências e mudanças no dia-a-dia dos negócios. Portanto, o desenvolvimento de um SAD que atenda às gerências da organização com robustez e eficiência requer o suporte de modernos princípios tecnológicos.

No âmbito do Comando da Aeronáutica – COMAER, o Centro de Computação da Aeronáutica de Brasília – CCA BR é a organização diretamente subordinada ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA que tem a missão de apoiar a execução dos processos e atividades da alta gerência da Aeronáutica, por meio de soluções baseadas na tecnologia da informação.

No que se refere ao desenvolvimento de sistemas informatizados, o CCA BR especializou-se na implementação de sistemas de informação do tipo transacional, utilizando o modelo de Processo Unificado da Rational, em inglês *Rational Unified Process* (RUP). Esses sistemas provêm suporte ao dia-a-dia das atividades administrativas do COMAER,

De acordo com Laudon (2004), os sistemas transacionais são caracterizados por dados muito acessados, detalhados e com foco nas situações instantâneas e não em registros históricos.



Em termos organizacionais, recentemente o DECEA aprovou a Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica “ DIRETRIZES ESPECÍFICAS PARA OS CENTROS DE COMPUTAÇÃO DA AERONÁUTICA (CCA) - NSCA 7-6 , de 27 de outubro de 2005, que estabelece atribuições específicas para cada CCA, dentre as diversas atividades abrangidas pela tecnologia da informação.

Assim, cabe ao CCA BR, de acordo com o item 3.2.1 da NSCA 7-6, “ disponibilizar os dados corporativos e a infra-estrutura de processamento necessária ao apoio à decisão da alta administração da Força” (BRASIL, 2005, p.9). Constata-se, portanto, que a NSCA 7-6 legitima a competência do CCA BR para desenvolver sistemas do tipo SAD, voltados para a área administrativa do COMAER.

O processo de desenvolvimento de software, pautado no modelo RUP, e o SAD tornam-se as idéias centrais deste artigo. No que se refere à metodologia, a partir de uma revisão da literatura buscar-se-á identificar os possíveis fatores que contribuam para a conformidade entre o RUP e os SAD.

De acordo com a classificação proposta por Gil (2002), o presente trabalho pode ser qualificado quanto à finalidade como uma pesquisa exploratória, uma vez que a partir do objetivo geral o autor deste estudo pretende torná-lo mais familiar com o intuito de analisar os principais aspectos do problema.

Inicialmente, descrevem-se os principais aspectos da Engenharia de Software com ênfase no Processo, abordando-se a evolução dos diversos modelos até o RUP, sobre o qual se evidenciarão suas características mais relevantes.

Na seqüência, apresentam-se os seguintes tópicos: uma visão conceitual sobre os sistemas de informação, o papel desse recurso nas organizações e a classificação segundo a qual os cientistas os caracterizam, destacando-se os SAD.

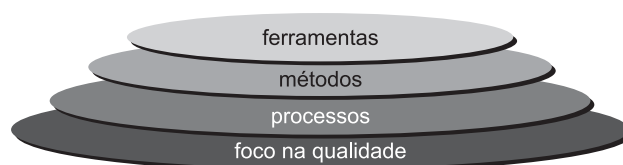
Finalmente, à luz dos conceitos, proceder-se-ão inferências sobre os possíveis fatores a serem observados nas diversas fases do RUP, a fim de fornecer a adequação necessária para desenvolver SAD, de acordo com esse modelo de processo de software.

## 1 ENGENHARIA DE SOFTWARE

Segundo o Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE (1993), define-se a Engenharia de Software como a aplicação de uma abordagem sistemática, disciplinada e quantificável, para o desenvolvimento, operação e manutenção do software. O significado da definição deve considerar, ainda, as características peculiares do software, quando comparado a um produto manufaturado.

A Engenharia de *Software* é uma disciplina que aplica os princípios de engenharia com o objetivo de produzir software de alta qualidade a baixo custo, utilizando-se de modelos de processo de software para atingir tal objetivo.

Segundo Pressman (2002), visualiza-se a Engenharia de Software como uma tecnologia em camadas, apoiada num compromisso organizacional com a qualidade e fundamentada na camada de processo (vide Figura 1).



**Figura 1** – Camadas da Engenharia de Software.  
Fonte: Pressman (2002, p.19).

Dessa forma, a camada de processo fornece a união das camadas de tecnologia (métodos e ferramentas) com o intuito de tornar possível o desenvolvimento de *software*, de forma racional e oportuna. Os métodos fornecem a técnica de como fazer pra construir software, enquanto que as ferramentas propiciam o apoio automatizado ou semi-automatizado para o processo e métodos.

Enquanto Pressman (2002) destaca a qualidade e a racionalidade do desenvolvimento de *software*, Sommerville (2003) enfatiza a complexidade e a boa relação custo-benefício. Percebe-se que os pensamentos de ambos complementam-se na medida em que a qualidade torna-se cada vez mais um requisito essencial e os custos requerem um efetivo controle.



## 1.1 PROCESSO DE SOFTWARE

Em um processo de desenvolvimento de software, identifica-se um conjunto de três elementos fundamentais: métodos, ferramentas e procedimentos para projetar, construir e manter grandes sistemas de software de forma profissional.

Segundo Pressman (2002, p.17),

O processo é um diálogo no qual o conhecimento, que deve se transformar em software, é reunido e embutido no software. O processo provê interação entre usuários e projetistas, entre usuários e ferramentas em desenvolvimento e entre projetistas e ferramentas em desenvolvimento [tecnologia]. É um processo interativo no qual a própria ferramenta serve como meio de comunicação, com cada nova rodada de diálogo atraindo mais conhecimento útil do pessoal envolvido.

Pressman (2002) destaca a questão da interatividade entre as pessoas envolvidas no processo de software. Na prática, constata-se que a qualidade do produto software resulta de uma comunicação clara, objetiva e padronizada, a fim de proporcionar a transformação do conhecimento humano em linguagem de computador. Esse entrosamento no campo cognitivo, pautado na comunicação e interatividade diferencia o processo de software de um processo industrial em que existe uma especificidade bem definida.

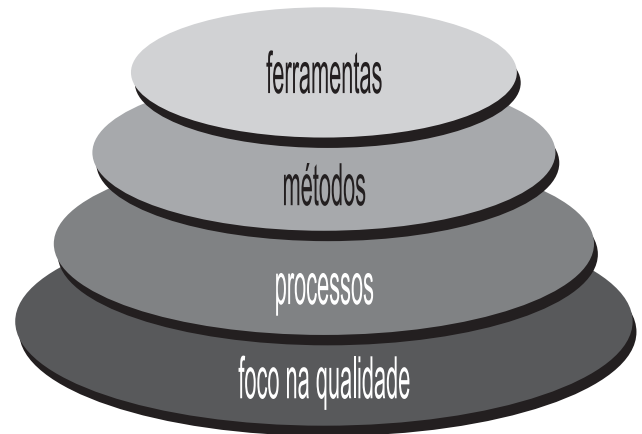
De acordo com Sommerville (2003, p.7), “Um processo de software é um conjunto de atividades e resultados associados que geram um produto de software. Essas atividades são, em sua maioria, executadas por engenheiros de software”. O autor salienta as atividades e seus resultados com foco na obtenção do produto final. Sob essa perspectiva menciona alguns aspectos, tais como: a organização das atividades, os níveis de detalhamento, os prazos e a adequação dos processos, admitindo variações para diferentes organizações que produzam o mesmo tipo de produto. (SOMMERVILLE, 2003).

## 1.2 MODELOS DE PROCESSO DE SOFTWARE

Uma vez compreendido o processo de *software*, adota-se um modelo que contemplará o conjunto das atividades, métodos, técnicas e ferramentas que garantem que o software seja produzido com alta qualidade e baixo custo.

<sup>2</sup>[Lat.] Conjunto compacto e conexo; conjunto contínuo.

Segundo Raccoon (1995, p.56), o desenvolvimento de software pode ser caracterizado como um “ciclo de solução de problema linear”. Neste sentido, Raccoon busca generalizar o trabalho de Engenharia de Software, adotando o ciclo em diferentes níveis de resolução. Para tanto, classifica o ciclo em “quatro estágios distintos: situação atual (status quo), definição do problema, desenvolvimento técnico e integração da solução” (vide Figura 2).



**Figura 2** – Fases de um ciclo de solução de problema linear.  
Fonte: Adaptada de Raccoon (1995)

A partir do ciclo de solução de problema linear, Raccoon (1995, p.56) sugere um “modelo de caos” em que os estágios são aplicados recursivamente às necessidades do usuário e à especificação técnica do *software*. Esse ciclo de solução de problema adequa-se ao trabalho de Engenharia de Software em muitos diferentes níveis de resolução. Pode ser usado em nível macro, quando se considera o produto software com um todo; em nível intermediário, quando os componentes de programa estão passando por engenharia e até mesmo no nível de linha de código.

A literatura descreve vários modelos de processo de software, idealizados para ajudar no controle e na coordenação de um projeto de software. Observa-se que embora apresentem paradigmas distintos, trazem na raiz de suas concepções características do “modelo de caos” definido por Raccoon (1995). Nesse modelo, o autor descreve o desenvolvimento de software como um continuum<sup>2</sup> desde a concepção macro do projeto até cada linha de código, envolvendo





aspectos humanos e técnicos em todos os níveis. Tal descrição utiliza uma estrutura flexível que reflete o padrão intrincado que ocorre em projetos reais. Relata, ainda, que os padrões caóticos entre os níveis de um projeto explicam a complexidade do desenvolvimento de software.

Segundo Pressman (2002, p.26), “os modelos representam uma tentativa de trazer ordem para uma atividade inerentemente caótica”. Já Sommerville (2003) refere-se ao caos de forma mais branda, descrevendo os modelos como uma simplificação da realidade. Ambos os autores emergem o grande desafio dos engenheiros de software na busca pelo modelo genérico de baixa complexidade.

De acordo com Pressman (2002), destacam-se os seguintes modelos de processo de software: seqüencial linear, prototipagem, rapid application development – RAD (desenvolvimento rápido de aplicações), evolucionário, baseado em componentes, métodos formais e técnicas de quarta geração.

Para Sommerville (2003), os modelos de processo de software consistem em: cascata, evolucionário, formal e orientado ao reuso.

Para efeito deste trabalho, o enfoque teórico destacará o modelo de prototipagem e o modelo evolucionário específico denominado Unified Process – UP (Processo Unificado) e o RUP, este último aplicado no CCA BR.

### 1.2.1 MODELO DE PROTOTIPAGEM

O CCA BR utilizou o modelo de prototipagem durante as décadas de 80 e 90. A principal característica deste paradigma consiste em estabelecer os objetivos gerais do software (Pressman, 2002).

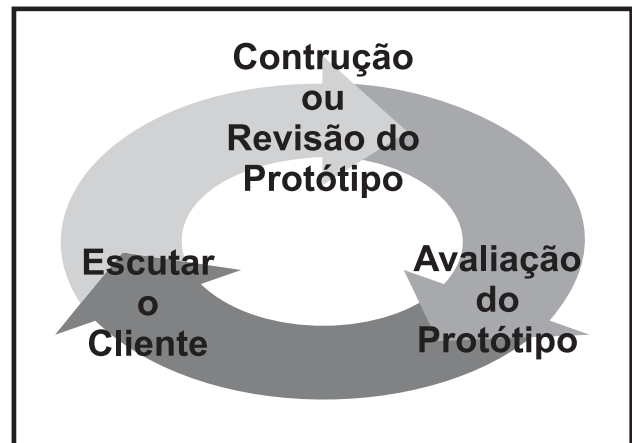
Inicialmente, identificam-se as necessidades conhecidas e esboçam-se áreas que precisam de definições mais apuradas. A partir dos requisitos iniciais acertados entre o desenvolvedor e o usuário, realiza-se a construção de um projeto rápido, pautado nos aspectos visíveis do software, do ponto de vista do cliente.

Assim, o projeto rápido demanda um protótipo. Este, por sua vez, torna-se um importante instrumento de entendimento, ajuste e avaliação

dos requisitos, através de sucessivas interações entre o desenvolvedor e o usuário.

De acordo com Pressman (2002), o modelo de prototipagem proporciona aos clientes uma primeira visão do sistema real e confere aos desenvolvedores a possibilidade de construir algo de forma imediata. A figura 3 a seguir ilustra o ciclo da prototipagem.

A assertiva de Pressman corresponde à realidade desde que o sistema a ser desenvolvido



**Figura 3** – O paradigma da prototipagem.  
Fonte: Adaptado de Pressman (2002).

apresente pequenas dimensões, baixa complexidade e o escopo da solução bem definido. O avanço da tecnologia e o reconhecimento pelo usuário dos benefícios proporcionados pelo software levaram este produto a níveis elevados de complexidade e amplitude, de modo que se torna inviável um desenvolvimento fundamentado apenas no paradigma de prototipagem.

### 1.2.2 MODELO EVOLUCIONÁRIO

Neste tipo de modelo considera-se a natureza evolutiva do software, sobressaindo-se o aspecto da interatividade. Caracteriza-se por possibilitar aos engenheiros de software o desenvolvimento de versões cada vez mais completas do produto.

A idéia base consiste em elaborar uma implementação inicial, apresentar o resultado ao usuário, obter os comentários e fazer o aprimoramento por meio de versões incrementais até o desenvolvimento do sistema adequado. Tanto Pressman (2002) quanto Sommerville (2003) concebem o modelo evolucionário nas situações em que a especificação do software será obtida

gradativamente ou se necessita acomodar um produto que evolui com o tempo.

O modelo evolucionário apresenta-se como um tipo genérico subdividindo-se em especializações. Pressman (2002) classifica-as da seguinte forma: incremental, espiral, espiral ganha-ganha e concorrente. Sommerville (2003) adotou duas denominações: desenvolvimento exploratório e protótipos descartáveis.

Para fins deste artigo, torna-se relevante abordar o modelo incremental da *Rational*, segundo o qual se fundamenta o processo de desenvolvimento de software do CCA BR.

### 1.2.3 PROCESSO UNIFICADO

Nos dias atuais, os computadores apresentam-se cada vez mais poderosos, e seus usuários demandam grandes expectativas sobre a utilização dessas máquinas. Isto justifica a necessidade de desenvolvimento de software com características de grandeza e complexidade crescentes.

O advento da Internet contribuiu para elevar a sofisticação do software, na medida em que as informações passaram a trafegar em diversos formatos, tais como: texto, som, imagem e multimídia.

Observa-se que embora o hardware e o software tenham evoluído, muitos desenvolvedores continuam usando os mesmos métodos de décadas anteriores. Assim, evidencia-se um problema, pois sem atualizar os métodos não se consegue desenvolver os softwares complexos necessários na atualidade.

O processo de desenvolvimento de software unificado surgiu como uma resposta ao problema. Constitui-se num conjunto de atividades necessárias para transformar um requerimento de usuário em um sistema de software (JACOBSON; BOOCH; RUMBAUGH, 1999). Trata-se de um processo genérico que pode ser especializado para diversas categorias de sistemas de software.

### 1.2.4 MODELO INCREMENTAL RUP

O Processo Unificado da *Rational* consiste num modelo de processo de software criado pela *Rational Software Corporation* que herda todas as características do Processo Unificado citado no tópico anterior, incorporando práticas como a modelagem de negócios. O RUP descreve como desenvolver

software efetivamente, usando técnicas testadas e aprovadas comercialmente, sendo particularmente aplicável ao desenvolvimento de grandes projetos de software.

Esse modelo apresenta a característica fundamental de ser baseado em componentes, ou seja, o software desenvolvido constitui-se em partes menores denominadas componentes de software que se comunicam através de interfaces bem definidas (KRUCHTEN, 2000). O padrão adotado para representação dos modelos é a linguagem de modelagem unificada (Unified Modeling Language - UML). A UML refere-se apenas a uma linguagem para representação e não constitui o processo de desenvolvimento propriamente dito.

### 1.3 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DOS PROCESSOS UP E RUP

O Processo Unificado e, conseqüentemente, o RUP foram concebidos tomando como base três conceitos fundamentais: dirigido por *use case* (caso de uso), centrado na arquitetura, iterativo e incremental (JACOBSON; BOOCH; RUMBAUGH, 1999), os quais passam a ser descritos a seguir:

1- Dirigido por caso de uso: os casos de uso são aplicados na captura e definição dos requisitos funcionais do sistema de software, facilitando a comunicação e o entendimento entre os principais envolvidos no processo. São também utilizados para projetar os casos de teste. “Um *use case* é uma seqüência de ações que o sistema executa para fornecer um resultado de valor a um ator” (JACOBSON; BOOCH; RUMBAUGH, 1999, p.35).

Na verdade, quando os autores referem-se a uma seqüência de ações transparecem a idéia de se captar uma parte de uma funcionalidade do sistema. Quanto ao ator, entende-se como sendo aquele elemento externo ao sistema que vai interagir com o mesmo, podendo ser uma pessoa ou outro sistema:

2- Centrado na arquitetura: o RUP, desenvolvem-se os casos de uso e a arquitetura em paralelo. O conceito de arquitetura engloba os aspectos mais relevantes do sistema, tanto os estáticos quanto os dinâmicos.



3- Iterativo e Incremental: o RUP utiliza pequenos ciclos de projeto (mini-projetos) os quais correspondem a uma iteração e que resultam em um incremento no software.

As iterações encontram-se vinculadas às fases e referem-se aos passos no fluxo de trabalho e incrementos para a evolução do produto.

#### 1.4 FASES DO RUP

Considerando a característica incremental do processo, cada acréscimo de atividade realizada ocorre por meio de quatro fases: *inception* (iniciação), *elaboration* (elaboração), *construction* (construção) e *transition* (transição), denominadas ciclo de desenvolvimento (KRUCHTEN, 2000). Após a transição, o produto pode voltar a percorrer todo o ciclo, constituindo uma evolução.

Descrivem-se a seguir as fases do modelo:

1- Iniciação: fase de compreensão do problema e da tecnologia por intermédio da definição dos casos de uso mais críticos. No final desta fase, deve-se ter determinado o escopo do produto, os riscos e ter demonstrado que o projeto é viável do ponto de vista do negócio da organização;

2 - Elaboração: fase de descrição da arquitetura do *software*, na qual se capturam os requisitos que mais impactam na arquitetura, em forma de casos de uso. No final da fase de elaboração deve ser possível estimar custos, elaborar o cronograma e o plano de construção;

3 - Construção: fase na qual o *software* é construído e preparado para a transição para os usuários. Além do código, propriamente dito, também são produzidos os casos de teste e a documentação;

4 - Transição: fase de treinamento dos usuários e transição do produto para utilização.

#### 1.5 PRINCIPAIS FLUXOS DE TRABALHO DE PROCESSO DO RUP

Segundo Kruchten (2000), cada uma das quatro fases do RUP divide-se, adicionalmente, em iterações e finaliza-se com um ponto de checagem que verifica se os objetivos daquela fase foram alcançados. Organiza-se toda iteração em termos de fluxos de trabalho de processo, que consistem em conjuntos de atividades realizadas por responsáveis que produzem artefatos (documento,

modelos gráficos, etc.), conforme ilustrado na figura 4.

A figura 4 mostra a estrutura de processos do RUP. Observam-se duas dimensões do processo.

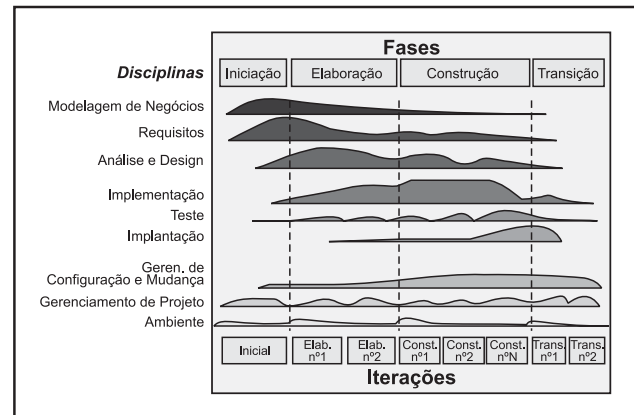


Figura 4 – Estrutura de processos do RUP.  
Fonte: Adaptado de Kruchten (2000).

Uma dimensão corresponde ao eixo horizontal, representando o tempo e como os aspectos do ciclo de vida se desdobram. A outra dimensão está representada pelo eixo vertical e refere-se aos fluxos essenciais do processo, em que há uma classificação das atividades por natureza.

Para compreender melhor o conjunto dessas atividades, torna-se relevante listar os principais objetivos de cada fluxo essencial do processo RUP, de acordo com Kruchten (2000). Uma breve análise comparativa de alguns desses fluxos, ante ao Processo Unificado, acompanha as descrições a seguir:

1- Modelagem de Negócio (Business Modeling): no Processo Unificado (JACOBSON; BOOCH; RUMBAUGH, 1999) não havia o fluxo de trabalho de modelagem de negócios, partindo-se diretamente para o fluxo de trabalho de requisitos. Esse fluxo provê um entendimento comum entre os envolvidos com poder de definir os rumos do sistema, acerca dos quais os processos de negócio devem ser apoiados. A modelagem dos processos de negócio é feita através dos casos de uso de negócio:

##### b) Requisitos (Requirements)

Neste fluxo, busca-se capturar os requisitos que serão atendidos pelo produto de *software*. Nas fases de iniciação e elaboração, a ênfase será maior neste fluxo de trabalho de requisitos, pois o objetivo

dessas fases é o entendimento e a delimitação do escopo do produto de software;

c) Análise e Projeto (Analysis & Design)

No Processo Unificado (JACOBSON; BOOCH; RUMBAUGH, 1999), os fluxos de trabalho de análise e projeto apareciam separadamente, ressaltando a importância de se efetuar o modelo de análise. Apresenta como objetivo compreender mais precisamente os casos de uso definidos no fluxo de trabalho de requisitos, produzindo um modelo que deverá estar detalhado e adequado ao ambiente de implementação. Esse fluxo de trabalho será bastante utilizado na fase de elaboração e durante o início da fase de construção;

d) Implementação (Implementation)

O propósito desse fluxo consiste na organização do código no sentido de programar os subsistemas. Os componentes do software são implementados e testados ainda de como unidades isoladas, posteriormente se integram os códigos produzidos;

e) Teste (Test)

Neste ponto, o esforço concentra-se em analisar, por meio de testes, se os requisitos foram atendidos e contribuir para que os defeitos sejam removidos antes da implantação.

Os modelos de testes são criados para descrever como os testes serão realizados. Sua ênfase será maior no final da fase de construção e no início da fase de transição;

f) Entrega (Deployment)

As atividades deste fluxo objetivam produzir versões parciais do produto e entregá-los aos usuários finais. Isto pode incluir atividades de beta-teste, migração de dados ou software existente e aceitação formal.

Percebe-se que os fluxos essenciais do RUP apresentam uma evolução a partir do Processo Unificado. Ao contemplar a modelagem de negócio, o RUP possibilita uma compreensão conjunta entre as pessoas que detêm o poder de definir as regras contextuais do sistema. Já a unificação dos fluxos de análise e projeto estabelece um forte vínculo entre os requisitos e a implementação, provendo um modelo de construção de código consistente e

adequado à realidade do ambiente tecnológico da organização desenvolvedora de software.

## 2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Segundo Polloni (2000), sistema de informação diz respeito a qualquer sistema utilizado para fornecer informações, independente do fim a que se propõe. Destaca-se aqui a questão do provimento da informação ainda sem o foco da área que pretende apoiar.

De acordo com Laudon (2004), a definição de sistema de informação, do ponto de vista técnico, refere-se a um conjunto de componentes inter-relacionados que recupera, processa, armazena e distribui informações destinadas a apoiar a tomada de decisão, coordenação e controle de uma organização. O conceito assume, portanto, um caráter generalista no tratamento das informações, tornando-se especialista quanto ao seu propósito.

Atualmente, os sistemas de informação são, quase sem exceção, baseados no computador e apóiam as funções gerenciais e de tomada de decisão. Podem ser vistos, tecnicamente, como um conjunto de programas e de estruturas de dados. Destaca-se, portanto, o conceito de Laudon tanto pela abordagem técnica quanto pelo foco na aplicação do software, caracterizando uma idéia mais completa.

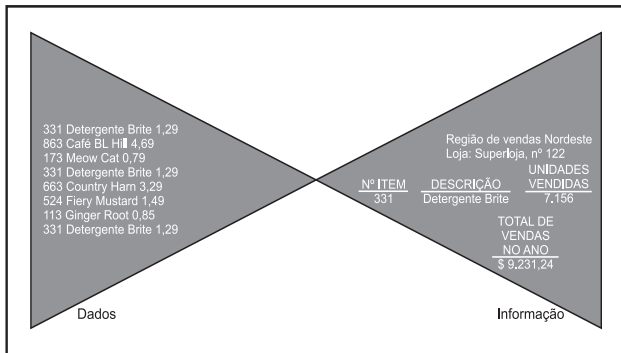
No universo desses sistemas, torna-se relevante diferenciar o significado dos termos dado e informação. Em Laudon (2004), verifica-se que os dados são fatos brutos, representando eventos que ocorrem nas organizações ou no ambiente físico. Ao passo que a informação se traduz em dados apresentados numa forma significativa e útil para os seres humanos.

Uma diferença fundamental entre dado e informação é que o primeiro é puramente simbólico enquanto que o segundo tem significado.

A figura 5 demonstra as funções de um sistema de informação em que dados brutos registrados por uma caixa de supermercado podem ser processados e organizados de modo a produzir informações úteis, exemplificando a relação entre dado e informação.

Os sistemas de informação podem conter informações sobre pessoas, locais e coisas





**Figura 5** – Dados e informação.  
 Fonte: Adaptado de LAUDON (2004).

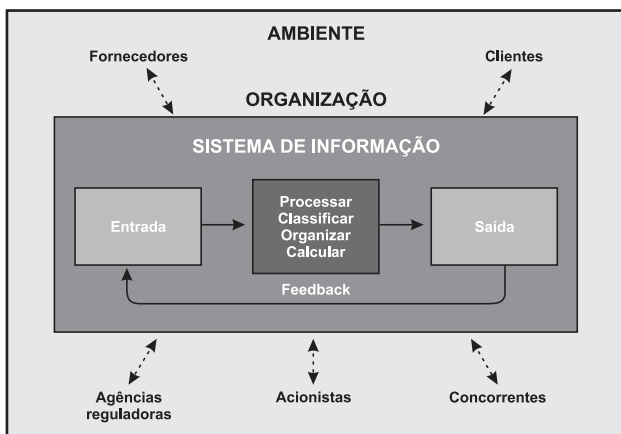
significativas para a organização ou para o ambiente que a cerca. São resultados obtidos a partir do arranjo dos dados de forma que se possa entendê-los e usá-los.

Para produzir as informações de que as organizações necessitam para tomar decisões, controlar operações, analisar problemas e criar novos produtos e serviços, Laudon (2004) estabelece três atividades: entrada, processamento e saída.

A entrada coleta os fatos brutos (dados), o processamento converte os dados em uma forma mais significativa e a saída transfere as informações às pessoas.

Além dessas atividades, os sistemas de informação requerem um *feedback*, que é a saída que volta a determinadas pessoas da organização para ajudá-los a avaliar ou corrigir a entrada.

A seguir, a figura 6 representa as três atividades de um sistema de informação.

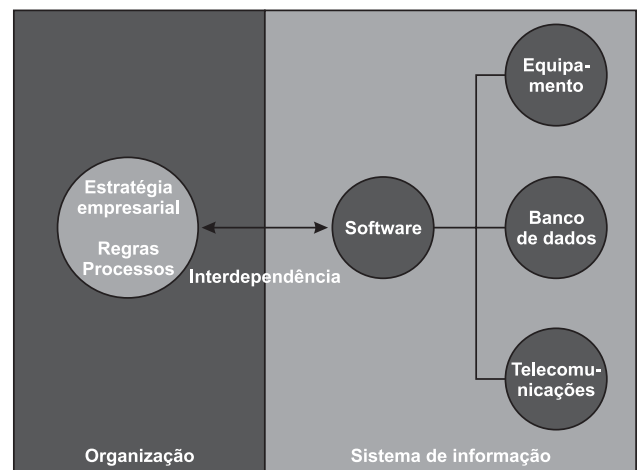


**Figura 6** - Funções de um Sistema de Informação.  
 Fonte: Adaptado de LAUDON (2004, p. 8).

## 2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES

Nas modernas organizações, os administradores não podem desconhecer os sistemas de informação porque estes desempenham um papel fundamental nas suas funções, afetando diretamente o modo como realizam o planejamento, a execução e o controle das atividades, em prol de uma estratégia com vistas à obtenção de produtos e/ou serviços.

A importância desse papel revela-se numa crescente interdependência entre a estratégia, regras e processos, de um lado, e programas, equipamentos, banco de dados e telecomunicações, de outro. A figura 7 modela a relação de dependência entre a organização e os sistemas de informação.



**Figura 7** - Interdependência entre organizações e sistemas de informação.  
 Fonte: LAUDON (2004, p. 16).

Essa interdependência se revela na perspectiva de que mudanças no lado organizacional implicam cada vez mais em alterações nos sistemas de informação, visando à manutenção do alinhamento estratégico.

Com isso, os sistemas podem funcionar como uma limitação para as organizações. Aquilo que a instituição gostaria de realizar, muitas vezes, depende das possibilidades oferecidas pelos seus sistemas.

Ao longo do tempo, os sistemas de informação evoluíram do papel de fomentadores de mudanças tecnológicas, relativamente fáceis de serem obtidas, para atuarem como protagonistas que afetam o controle e o comportamento gerencial,



repercutindo em atividades institucionais como, por exemplo, a tomada de decisão.

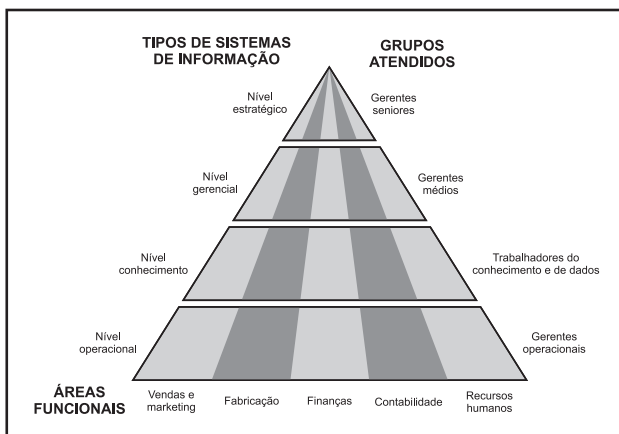
A evolução dos sistemas e sua influência na vida organizacional possibilitaram uma classificação que mantém estreita ligação entre a finalidade que se destinam e o perfil profissional dos usuários no ambiente de trabalho.

## 2.2 TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Existem vários tipos de sistema de informação destinados a apoiar os distintos níveis organizacionais, funções e processos de negócios.

Segundo Anthony (1965), os sistemas são estruturados para atender aos interesses da organização em seus diversos níveis. Para tanto, classificou a organização em nível estratégico, gerencial, de conhecimento e operacional, bem como em áreas funcionais: vendas e *marketing*, fabricação, finanças, contabilidade e recursos humanos.

A partir dessa premissa, Anthony (1965) define que há quatro tipos principais de sistemas de informação: sistemas do nível operacional, do nível de conhecimento, do nível gerencial e do nível estratégico. A figura 8 descreve os tipos de sistemas encontrados na organização e corroborados por Laudon (2004).



**Figura 8** - Tipos de sistemas de informação.  
Fonte: LAUDON (2004, p. 40).

Observa-se na figura 8 que as áreas funcionais são apoiadas pelos sistemas de informação, conforme a necessidade de cada nível organizacional.

Considerando o contexto deste trabalho, a ênfase recai sobre o nível gerencial. Os sistemas

de informação do nível gerencial atendem às atividades de monitoração, controle, tomada de decisões e procedimentos administrativos dos gerentes médios.

Os sistemas de informação do nível gerencial têm a característica de produzir relatórios periódicos sobre as operações, em vez de informações instantâneas. A principal consulta destinada a esses sistemas consiste na indagação: *as coisas estão indo bem?*

De acordo com Keen e Morton (1978), alguns sistemas gerenciais apóiam a tomada de decisões não-rotineiras. Tendem a focar decisões menos estruturadas, nas quais as exigências de informação nem sempre são claras.

Nesse caso específico, o sistema de informação do nível gerencial, freqüentemente, o tipo de pergunta: *E se?* Por exemplo: qual seria o impacto sobre a disponibilidade de aeronaves, nos diversos esquadrões aéreos da Força Aérea Brasileira, se houvesse um aumento de 50% na dotação das horas de voo para o ano de 2008?

As respostas para perguntas desse tipo quase sempre exigem novos dados de fora da organização, bem como dados internos, que não podem ser facilmente retirados dos aplicativos do nível operacional.

Os sistemas de informação do nível gerencial auxiliam, de uma maneira ou de outra, as pessoas na tomada de decisão. Na década de 70, Keen e Morton (1978) evidenciaram essa necessidade em decorrência de diversos fatores, tais como:

1. Competição cada vez maior entre as organizações;
2. Necessidade de informações rápidas para auxiliar no processo de tomada de decisão;
3. Disponibilidade de tecnologias de *hardware* e *software* para armazenar e buscar rapidamente as informações;
4. Possibilidade de armazenar o conhecimento e as experiências de especialistas em bases de conhecimentos;
5. Necessidade da informática apoiar o processo de planejamento estratégico empresarial.

Esses fatores contribuíram para que as organizações começassem a desenvolver sistemas



de informação que possibilitassem auxiliar no processo de tomada de decisão.

#### 2.4 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO

Segundo Sprague e Watson (1991), qualquer sistema de informação que forneça fundamentos para auxílio à decisão é um SAD. A literatura demonstra que a afirmação é questionável, pois está restrita apenas à obtenção das informações, enquanto há autores que enfatizam também a contribuição desses sistemas com o processo decisório.

De acordo com Lucas (1990), o SAD é baseado em computador e auxilia o processo de tomada de decisão, utilizando dados e modelos para resolver problemas que não apresentam um procedimento prévio para se chegar a uma solução. Neste sentido, ajudam a interpretar o que ocorreu e a decidir sobre estratégias futuras para a organização.

Em Laudon (2004), identificam-se dois tipos específicos de sistemas de informação do nível gerencial: sistemas de informação gerencial (SIG) e sistemas de apoio à decisão (SAD), de acordo com a figura 9 apresentada a seguir.

Os SIG fornecem informações sobre o desempenho da organização para ajudar os gerentes a monitorá-la e controlá-la. Produzem relatórios fixos, ajustados periodicamente, com base em dados extraídos e resumidos dos sistemas do nível operacional, ou seja, sistemas de processamento de transações.

Os SAD oferecem novos conjuntos de capacitação para decisões não-rotineiras e controle do usuário. Abordam problemas em que os passos para a solução ainda não se encontram totalmente definidos.

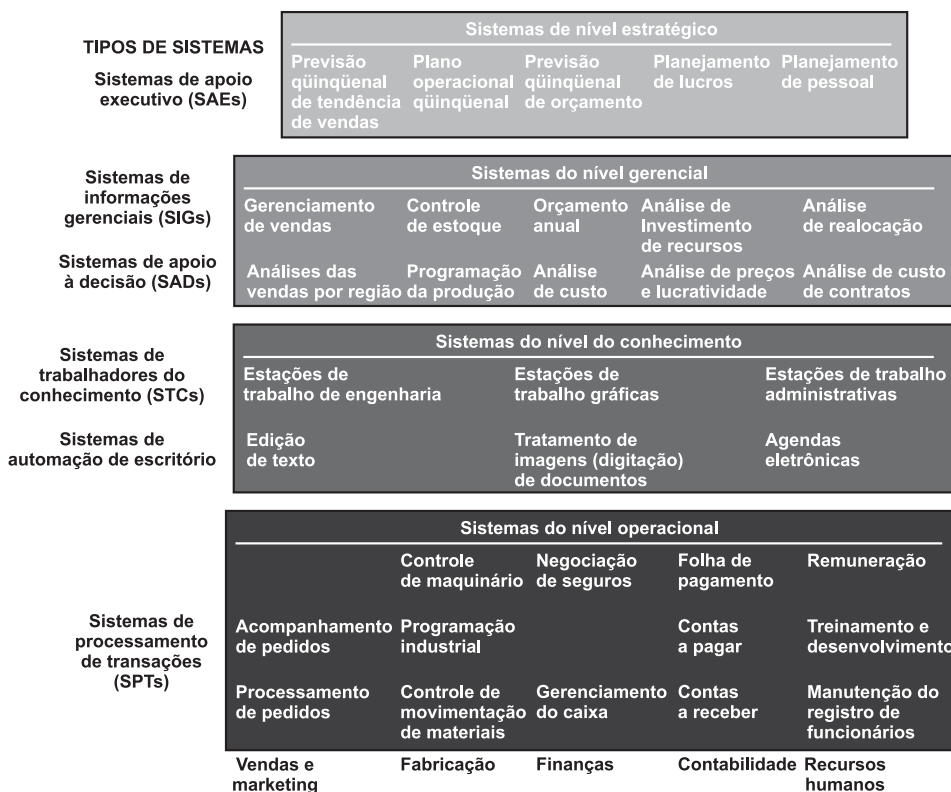
Um SIG fornece aos gerentes relatórios baseados em fluxos rotineiros de dados e auxilia no controle geral da organização, ao passo que um SAD dá ênfase à mudança, flexibilidade e resposta rápida.

Com um SAD, o esforço é menor para ligar usuários a fluxos de informações estruturadas, e há uma ênfase correspondentemente maior em modelos, pressuposições, consultas específicas e apresentações gráficas.

A diferenciação entre SIG e SAD passa pelo entendimento sobre a classificação que os pesquisadores adotam para os tipos de decisão: estruturadas e não-estruturadas.

De acordo com Gorry e Morton (1971), as decisões não-estruturadas são aquelas em que o responsável por elas deve usar seu bom senso, sua capacidade de avaliação e sua perspicácia na definição do problema. São inusitadas, importantes, não-rotineiras e não há procedimentos bem entendidos ou predefinidos para serem executadas.

Em contrapartida, as decisões estruturadas são repetitivas, rotineiras e envolvem um procedimento predefinido, de modo que



**Figura 9** – Os seis tipos mais importantes de sistemas de informação.  
Fonte: LAUDON (2004, p. 41).



não precisam ser tratadas a cada vez como se fossem novas.

Gorry e Scott-Morton (1971) acrescentam, ainda, que algumas decisões são consideradas semi-estruturadas, nas quais parte do problema tem uma resposta clara e precisa dada por um procedimento aceito.

Enquanto os SIG abordam problemas estruturados, os SAD provêm apoio à análise de problemas semi-estruturados e não-estruturados.

De acordo com Sprague e Watson (1991), as principais características dos SAD são evidenciadas pelos seguintes aspectos: os dados e os modelos devem ser organizados em função da decisão, flexibilidade e capacidade de adaptação às mudanças no ambiente e no estilo do responsável pela tomada de decisão; processamento interativo e interface com o usuário de fácil utilização.

Os autores destacam, ainda, que o fundamento de um bom SAD consiste na utilização de uma moderna tecnologia de banco de dados que possibilite transformar uma grande base de dados em fonte de conhecimento gerencial, elaborando um sistema que atue no sentido de agrupar informações que demonstrem alterações de padrões e tendências. A origem dessa base de dados provém dos sistemas transacionais e constituem a biblioteca que disponibilizará as respostas às questões gerenciais.

Sinteticamente, essa concepção considera que a arquitetura de um SAD engloba um planejamento de *hardware*, *software* e interface com o usuário que venha ao encontro das possibilidades da organização e da sua cultura. Para isso existem diversas preocupações relacionadas ao levantamento de requisitos, extração e armazenamento da base de dados, bem como o formato que essas informações serão disponibilizadas para o usuário.

## CONCLUSÃO

O processo de desenvolvimento de *software* tem evoluído pautado na comunicação entre usuários e projetistas, bem como nos ciclos em que essas interações ocorrem, visando ao domínio do conhecimento necessário à obtenção do produto final: o sistema de informação.

Os modelos de processo de software enfatizam a busca pela qualidade e o baixo custo na consecução do produto software, o que significa estar em conformidade com os requisitos e a ponderação de investimentos para obtê-lo.

Assim, verifica-se que o grande desafio dos engenheiros de software recai sobre a concepção de um modelo que seja genérico o suficiente para abranger as diversas peculiaridades dos sistemas de informação sem, no entanto, infligir complexidade que resulte em custos elevados.

Neste artigo, abordou-se a perspectiva do CCA BR utilizar o modelo RUP para desenvolver SAD, em virtude da recente atribuição de prover soluções voltadas ao apoio à decisão da alta administração da Força Aérea Brasileira. A análise buscou verificar a possibilidade de adequação entre o processo existente e esse novo tipo de *software*, sendo descrita na seqüência.

Em termos de Engenharia de *Software* e alinhado com Pressman (2002), verificou-se que a busca pela qualidade não implica mudanças no processo RUP, uma vez que essa concepção é inerente ao modelo.

Do ponto de vista da camada processo, o RUP é adequado ao desenvolvimento de SAD, desde que alguns aspectos sejam observados e adaptados ao modelo, tais como:

- a) Direcionar uma atenção especial à Fase de Iniciação na qual se procura compreender o problema e a tecnologia necessária para solucioná-lo, destacando-se a atividade de levantamento de requisitos;
- b) Adotar uma metodologia de levantamento de requisitos que identifique as questões gerenciais, pois a abordagem de caso de uso do RUP pressupõe um procedimento prévio que conduzirá a uma resposta, algo inexistente quando se trata de problemas do nível gerencial;
- c) Explorar a iteratividade do modelo RUP no sentido de obter protótipos que simulem as principais questões gerenciais levantadas, provendo agilidade na pronta-resposta ao usuário;
- d) Orientar a arquitetura para a integração dos sistemas transacionais que comporão o SAD, por meio da utilização da moderna tecnologia de banco de dados.





e) Na Fase de Elaboração do RUP, descrever a arquitetura considerando que um SAD requer investimentos consideráveis de hardware e software especializado, bem como de consultoria e treinamento, tratando-se de um sistema de uso corporativo;

f) Implementar políticas de comunicação e acesso às bases de dados dos sistemas que fornecerão os dados primários ao SAD. Esse procedimento facilitará a Fase de Construção, pois promovem a participação dos gerentes desses sistemas e, por consequência, a sinergia requerida.

Verificou-se, também, que a Fase de Implementação, mantém-se no propósito de construir os códigos do *software*, porém com o maior

esforço voltado à extração, tratamento e carga de dados.

As Fases de Teste e Entrega englobam práticas amplamente reconhecidas e sedimentadas pela Engenharia de *Software*, tornando-se desnecessário qualquer adaptação no RUP.

Finalmente, constata-se que o desenvolvimento de SAD, de acordo com o modelo RUP apresenta-se factível, desde que os fatores analisados sejam considerados na metodologia, a fim de prover a conformidade necessária do Processo de Software às características desse tipo de sistema de informação, sobretudo no que tange ao levantamento de requisitos e à tecnologia de banco de dados.

## REFERÊNCIAS

ANTHONY, R. N. **Planning and control systems: a framework for analysis**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1965.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Subdepartamento de Tecnologia da Informação. **Diretrizes específicas para os centros de computação da aeronáutica (CCA)**: NSCA 7-6. Brasília, DF, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GORRY, G. A.; MORTON, M. S. S. **A framework for management**. Sloan Management Review 40, n. 4, verão 1998.

**IBM Rational unified process: data sheet**. Disponível em: <<http://www3.software.ibm.com/ibmdl/pub/software/rational/web/datasheets/version6/rup.pdf>>. Acesso em 21 jun. 2007.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS - IEEE, **Standards Collection: Software Engineering**, IEEE Standard 610.12 – 1990. IEEE, 1993.

JACOBSON, I.; BOOCH, G.; RUMBAUGH, J. **The unified Software development process**. Boston: Addison-Wesley, 1999.

KEEN, P. G. W.; MORTON, M. S. **Decision support systems: an organizational perspective**. Reading, Ma: Addison Wesley, 1978.

KRUCHTEN, P. **The Rational Unified Process: an Introduction**. 2nd ed. Boston: Addison-Wesley, 2000.

LAUDON, K. C.; J. P. **Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

LUCAS, C. H. J. **Information systems concepts for management**. McGraw-Hill International, 1990.

POLLONI, E. G. F. **Administrando sistemas de informações**. São Paulo: Futura, 2000.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**. São Paulo: McGraw-Hill, 2002.

RACCOON, L. B. S. The caos model and the caos life cycle. **ACM software engineering notes**, v. 20, n. 1, January, 1995.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. São Paulo: Addison-Wesley, 2003.

SPRAGUE, R. H.; WATSON, H. J. **Sistemas de apoio à decisão**. Campus. 1991.





## Antecedentes Familiares e Formação: análise da série arquivística do Acervo Santos-Dumont

### *Record Family and Upbringing: the file series analysis of Santos-Dumont's collection*

Renato Vilela Oliveira de Souza<sup>1,2</sup>

1º Tenente Tânia Aparecida de Souza Vicente<sup>3,4</sup>

Samanta Guimarães Natalino<sup>5</sup>

1 Conservador do Projeto Acervo Santos-Dumont do CENDOC

2 Mestrando do Programa Multidisciplinar de História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia (UFRJ/COOP/CCMN)

3 Coordenadora de Documentação do Projeto Acervo Santos-Dumont do CENDOC

4 Mestre em Comunicação (UFF)

5 Membro da Equipe Técnica do Projeto Acervo Santos-Dumont do CENDOC

#### RESUMO

Trata-se da análise dos documentos pertencentes a série Antecedentes Familiares e Formação, do Acervo Santos-Dumont doado ao Centro de Documentação e Histórico da Aeronáutica (CENDOC) pela família do Aviator. Objetiva divulgar o trabalho realizado pelo Projeto Acervo Santos-Dumont, relativo à organização arquivística da série e à análise dos principais temas históricos relevantes na organização do acervo em questão. Enfoca os antecedentes de parentesco e familiares, período de formação intelectual e contexto histórico brasileiro dos primeiros anos da vida adulta de Alberto Santos-Dumont.

**Palavras-chave:** Santos-Dumont. Organização arquivística. História da aviação.

**Recebido:** 08/04/2008

**Revisado:** 08/07/2008

**Aceito:** 25/08/2008

\***Autor:** Renato Vilela Oliveira de Souza, Bacharel e Licenciado em História pela Universidade Federal Fluminense (UFF); Mestrando do Programa Multidisciplinar de História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia (UFRJ/COOP/CCMN); Conservador do Projeto Acervo Santos-Dumont. **Contatos:** Av. Marechal Fontenelle, 1200 - Campo dos Afonsos - RJ; tel. (21) 2757-2218; e-mail: fnordd@hotmail.com.



## ABSTRACT

*This paper discusses the document there are in file series Record Family and Upbringing, the collection Santos-Dumont which donated for Center of Document History of Brazilian Air Force. The object is publicizing the work of Santos-Dumont Project and discussing of the important subject for future research about Santos-Dumont. Moreover, this paper have been reflecting about relationship between Brazilian context history and record family at intellectual upbringing of the Alberto Santos-Dumont, and focus on firsts year of adulthood him.*

**Keywords:** Santos-Dumont. File organization. Aviation history.

## INTRODUÇÃO

Em 26 de janeiro de 2005 o Termo de Doação do Acervo de Santos-Dumont ao Centro de Documentação e Histórico da Aeronáutica (CENDOC) foi assinado pelos herdeiros da Sra. Sophia Helena, sobrinha neta de Santos-Dumont e, durante três anos, foram empreendidas etapas de conservação documental, um projeto CENDOC/Museu de Astronomia e Ciências Afim.

A série do Acervo Santos-Dumont, que é objeto deste texto, compreende documentos que vão de 1823 (data de abertura do livro de registro de batismo da então Freguesia de Diamantina no Bispado de Mariana) até a morte de Santos-Dumont, em 1932. Destacamos para análise 34 documentos entre cópias e originais; sendo 15 fotografias e 19 documentos textuais. São registros comprobatórios (certidões, traslados, fotografias, anotações assinadas, etc.) e documentos de caráter informativo que oferecem dados complementares ao conjunto anterior, mas, principalmente, foram incluídos porque abordam temas pertinentes ao corte temático adotado: antecedentes de parentesco, contexto de nascimento, características formais e informais de sua educação e aprendizado. A análise da presente série **Antecedentes Familiares e Formação** embasa a compreensão do restante do acervo particular do Pai da Aviação.

Alberto Santos-Dumont nasceu em 20 de julho de 1873 em Cabangu, Minas Gerais, filho de Henrique Dumont e Francisca de Paula Santos Dumont. Seus avós, por parte de mãe, foram: Comendador Francisco de Paula Santos e D. Rozalina Francisca de Oliveira Santos, ambos

representantes de uma sociedade escravocrata própria do início do século XIX. Sua ascendência francesa vem por via paterna, sendo seu pai, Henrique Dumont, filho de franceses, mas nascido no Brasil, como demonstra uma cópia de registro em livro do seu batismo ocorrido em Diamantina no ano de 1832. Seus avós paternos foram: François Honoré Dumont e Eufrasie Françoise Dumont.

### 1 SANTOS-DUMONT E O CONTEXTO HISTÓRICO BRASILEIRO 1870 a 1890

Em 1870, após a guerra do Paraguai, observam-se grandes mudanças no conjunto da sociedade brasileira. Muitas dessas transformações nos oferecem uma oportunidade de compreender a formação e a construção de uma personalidade tão marcante como Santos-Dumont. A guerra contra a Nação Guarani pela supremacia na Bacia do Rio da Prata e o crescimento de uma demanda de reformas no Estado Imperial acabaram por criar um clima de oposição e isolamento do modelo monárquico. A crise que levaria à queda do Império nos últimos anos do século XIX apresentou-se a partir de vários pontos, onde: o Estado Imperial mostrava-se incapaz de atender às necessidades de uma sociedade em modernização, sendo que esta apresentava transformações nas esferas econômicas e sócio-culturais (SALLES, 1999).

As atividades econômicas desenvolveram-se em função das demandas de modernização. Neste contexto, as fazendas de café do Oeste Paulista tiveram um papel fundamental no repentino crescimento comercial da época, euforia provocada pelo aumento da atividade exportadora vinda das



grandes fortunas destes fazendeiros, que por sua vez eram reinvestidas em atividades comerciais e industriais ligadas ao crescimento urbano (NEVES; MACHADO, 1999).

Um importante testemunho dessa época foi a trajetória do pai de Santos-Dumont, Henrique Dumont, sendo esse representante de uma crescente elite de cafeicultores que, além de empregar técnicas mecanizadas de cultivo, também possuía uma postura empresarial mais especializada. Já no final do século XIX, a fazenda Dumont detinha o respaldo dos mercados europeus, sendo assim, quando Henrique vendeu suas terras em 1891, seu nome fora mantido, Companhia Dumont de Café e, posteriormente, quando um grupo de capitalistas inglês assumiu o controle das terras também mantiveram este nome. Neste sentido, ao longo dos 13 anos em que esteve à frente da direção da fazenda, Henrique Dumont foi pioneiro em sua região na contratação e utilização de mão-de-obra livre formada por imigrantes.

Por outro lado, a postura empresarial tão marcante na figura de Henrique Dumont nos remete à pujança desses fazendeiros que, assim como ele, estavam intimamente ligados ao comércio internacional e à dinâmica mercantil da época, possuindo controle sobre diversas etapas da produção, transporte e comercialização do café. Em alguns casos, os investimentos eram canalizados na construção de ferrovias e infraestrutura que contribuíssem para o escoamento da produção. As lavouras de café no Oeste Paulista atingiram seu apogeu durante a década de 1880, momento favorecido pela expansão das atividades capitalistas na Europa e nos Estados Unidos. O documento, presente na série, demonstra um relato do status social de Henrique Dumont em comparação com outros cafeicultores; o texto “Henrique Dumont - Rei do Café” e um recorte do jornal *O Estado de São Paulo* de 1947 “Pequena história de uma das maiores fazendas do mundo”.

Tais características acima, ao exemplo da fazenda de Henrique Dumont, marcam uma diferenciação com outras regiões de cultivo de café, como as áreas do Vale do Paraíba, no Estado do Rio de Janeiro. Nessa conjuntura histórica, as duas

formas de regime de trabalho - o uso de mão-de-obra livre e o trabalho escravo - conviveram mutuamente no Brasil. A expansão da cafeicultura no Oeste Paulista se consolidou, buscando alternativas ao uso de mão-de-obra escrava, ainda que essas possuíssem e utilizassem cativos. A nova realidade, com a paralisação do tráfico negreiro e as intensas fugas de escravos, levou, em muitos casos, ao uso de imigrantes, fazendo com que os proprietários fossem mais flexíveis com relação ao trabalho livre (NEVES; MACHADO, 1999).

Em linhas gerais, as últimas décadas do Império foram marcadas por grandes tensões acompanhadas de profundas transformações. As graves crises institucionais, que envolveram setores da Igreja a respeito da interferência do Estado nas questões eclesiais e o conflito com grande parcela dos militares, abriam, então, fissuras nas bases de sustentação e aliança do Império. O caso dos militares foi uma das questões de maior gravidade, uma vez que, desde o fim da Guerra do Paraguai, tal setor não encontrava espaço na política do Império para suas reivindicações. Crescia uma tensão entre os principais líderes políticos e intelectuais do Exército e entre o núcleo central da política imperial. Em certa medida, este setor da sociedade acabou por encabeçar a derrubada do Império. Tal posição foi marcante, pois o Exército era uma das principais forças políticas capazes de representar, mesmo que precariamente, um discurso que englobasse a sociedade como um todo e formular um projeto republicano nacional.

Do ponto de vista cultural e intelectual, a modernidade passou a ser uma bandeira de outros grupos da sociedade e não apenas de facções políticas do Estado Brasileiro. Setores importantes como literário, intelectual, formadores e criadores de opiniões, pouco a pouco, deslocavam-se para diversas esferas públicas, tais como jornais liberais, defendendo uma visão crítica ao ideal de civilização tradicionalmente mantido pelo Império. Ideais que foram defendidos pelos intelectuais das primeiras décadas do Segundo Reinado (MATOS, 1986).

A imprensa e os jornalistas iniciaram um movimento contra os limites de liberdade de expressão impostos pelo Estado Imperial. Os anos 1870 demonstraram não apenas uma mudança na estética



literária, vista pelo abandono do romantismo subjetivo para uma leitura mais engajada com as questões sociais como a abolição, e mais ainda com ascensão de temas com a estética do Realismo e Naturalismo.

Mas a crítica ao edifício ideológico Imperial não vinha apenas da literatura, ou do movimento abolicionista fortemente defendido por homens como Joaquim Nabuco e outros. A mentalidade científica, assim como em outros países da Europa, também tem sua penetração nos pequenos círculos intelectuais que estavam crescendo no Brasil. A nova fase de uma geração ou “Ilustração Brasileira”, além do liberalismo intelectual, revelou um “programa” cientificista com forte influência do Positivismo e Darwinismo.

O Império, em si, não se opunha ao progresso, a própria figura do Imperador, como um mecenas das artes e amante de uma ciência universal, simbolizava esse caráter assimilador de novos pressupostos (SCHWARSTZ, 1990). No entanto, as grandes questões pela formação de um grupo capaz de desenvolver saídas e soluções para os problemas brasileiros esbarravam em incríveis entraves, mas, apesar disso, grandes cientistas tiveram suas trajetórias marcadas neste período. É, neste momento, que cresce a figura do homem de ciência que incorpora o arquétipo de um “técnico modernizador”. Um exemplo dessa geração foi Henrique Dumont que, ao longo de sua vida, buscou orientar-se por uma postura atualizada com a ciência e tecnologia de sua época.

O isolamento e a crise estrutural da escravidão, aliados com o surgimento de novas demandas sociais, fizeram com que o modelo de Estado-Nação Imperial perdesse sua capacidade de expressar e ordenar essa busca pelo progresso, “o Império, lentamente, deixava de ser contemporâneo de seu tempo”. (SALLES, 1999).

## 2 A TRAJETÓRIA DE HENRIQUE DUMONT

Henrique Dumont era formado em engenharia pela Escola Central de Artes e Ofícios de Paris, escola que fora marcada pelo grande incentivo às posturas instrumentais da ciência, sendo criada durante o período Napoleônico e voltada para formação de técnicos capazes de implementar

soluções racionais e científicas aos problemas da época (ABRANTES, 1998). Henrique iniciou sua vida profissional como engenheiro de minas e construção civil. Ele trabalhou como engenheiro civil para o departamento de Obras Públicas na cidade de Ouro Preto, Minas Gerais, na construção da Estrada de Ferro D. Pedro II no trecho de Barbacena a Belo Horizonte.

Essas experiências profissionais de Henrique Dumont demonstram uma postura racional ao contrário de muitos engenheiros de sua época que possuíam um comportamento meramente teórico (COELHO, 1999). Sua formação em escola estrangeira lhe deu uma visão bem diferente dos engenheiros formados pelos cursos da Faculdade Politécnica do Império. Muito dos grandes implementos arquitetônicos e construções da época do Império foram executados e idealizados por engenheiros estrangeiros, ou formados em escolas européias, que se destacavam, não por serem apenas portadores de diplomas, mas por serem detentores de uma experiência profissional e noção prática mais apurada.

Em 1879, Henrique Dumont comprou a Fazenda Arindeúva, em Ribeirão Preto, no Estado de São Paulo, sendo essa uma das principais propriedades da região que desenvolveria com grande destaque a cafeicultura. Tal propriedade era um conjunto de várias fazendas reunidas em um único corpo especializado no plantio de café, conforme citado no inventário feito em 1896, pertencente ao acervo Santos-Dumont, o que demonstra a extensão das terras da família. Assim, estava descrito neste inventário que existia um núcleo inicial, com 6.295 alqueires de terras e um milhão e quinhentos mil cafeeiros, 420 casas para colonos, casas de moradas, de administradores, fiscais, armazéns, farmácia, escola, casa de máquinas, olaria, etc., indo além dos limites municipais, chegando a Palmeira e Boa Vista. Também existiam 450 alqueires de primeira ordem, já plantados com café, 300 alqueires de primeira baixa, 450 alqueires de terras da segunda baixa, 300 alqueires de terras de campos. Existiam, ainda, as fazendas de Cascavel, Albertina, Barreiros, com benfeitorias da ordem de 200 casas de colonos nos lugares,



contavam ainda, máquinas e engenhos de serra, despolpadores, casa de torragem e outros animais.

Nessa fazenda, Santos-Dumont passou sua infância e grande parte de sua educação formal. Ainda muito jovem crescia em contato com o intenso movimento das máquinas que eram responsáveis pela produção da fazenda, implementos movidos a vapor e grandes mecanismos. Esse íntimo contato com máquinas, tais como ventiladores, descascadores, implementos utilizados para beneficiamento de grão e, principalmente, locomotivas a vapor foram de grande importância no desenvolvimento de uma relação mais íntima com a tecnologia de seu tempo. Segundo relatos do próprio Santos-Dumont, desde muito cedo, ele conduzia a locomotiva Baldwin, que fazia o transporte da produção de café por meio de uma ferrovia privada da fazenda.

### 3 ALBERTO SANTOS-DUMONT - PRIMEIROS ESTUDOS NA EUROPA - VIAGEM A PARIS

Em 1891, Henrique Dumont sofreu uma queda e ficou gravemente ferido. Devido às seqüelas, viajou com toda a família à França em busca de tratamento. Nessa primeira viagem, Santos-Dumont, acompanhado de seu pai, teve a oportunidade de conhecer algumas inovações no campo da mecânica. Em particular, ele conheceu os primeiros motores a combustão interna numa Feira de Produtos Técnicos. Nesta viagem ele também adquiriu seu primeiro automóvel (um Peugeot de estrada com motor de 3,5 cv) e procurou os principais balonistas e construtores de balão para fazer um vôo. No entanto, o preço e as condições impostas por esses dificultaram, inicialmente, a sua atividade como balonista.

Em 1892, o estado de saúde de Henrique Dumont piorou e ele retornou ao Rio de Janeiro, vindo a falecer no dia 30 de agosto. Santos-Dumont, embora abatido pela morte do seu pai, dá continuidade aos seus objetivos. Ainda em vida, Henrique havia vendido a fazenda, fazendo seu testamento, repartindo sua fortuna em vida entre seus filhos, oferecendo emancipação legal a Santos-Dumont para que ele levasse a cabo seus estudos e projeto de vida, conforme relata a carta escrita por Henrique ao seu filho:

Já lhe dei hoje a liberdade; aqui está mais este capital. Tenho ainda alguns anos de vida quero ver você se conduzir. Vai para Paris, o lugar mais perigoso para um rapaz, vamos ver se faz um homem, prefiro que não se faça doutor, em Paris, com auxílio dos nossos primos, você procurará um especialista em física, química, mecânica, eletricidade e etc. estude essas matérias e não se esqueça que o futuro do mundo está na mecânica. Você não precisa pensar em ganhar a vida, eu lhe deixei o necessário para viver. (BARROS, 2003, p. 35).

Santos-Dumont procurou em Paris um preceptor que lhe apresentou as diversas áreas de conhecimento, o senhor Garcia “um respeitado preceptor de origem espanhola que sabia tudo” (BARROS, 2003, p. 35), com quem estudou por quatro anos. Na Inglaterra, em 1893, mais precisamente na Universidade de Bristol, frequentou alguns cursos, porém sem concluir uma graduação. Um companheiro de estudo, Agenor Barbosa, relata a postura pragmática assumida por Santos-Dumont em favorecer um conhecimento prático em detrimento a maiores estudos teóricos, conforme esse depoimento relata:

Aluno pouco aplicado, ou melhor, nada estudioso para as teorias, mas de admirável talento para prática e mecânica e, desde cedo, revelando-se, em tudo, em gênio inventivo [...]. A sua idéia fixou-se na aviação desde quando os motores a explosão começaram a ter êxito. Até aí, era um simples esportista, de proezas aéreas, e depois um motorista imprudente que corria desabaladamente, pela manhã, pelas avenidas e Bosques de Bolonha. A nossa roda era Pedro Araújo, Fernando Chaves e depois Antonio Prado Junior, todos seus amigos cordiais. (BARROS, 2003, p. 35).

Nesse primeiro momento de sua vida na França, Santos-Dumont também participou de corridas automobilísticas, isto é, em atividades esportivas. Essas participações em corridas de automóveis nos mostram não apenas como ele obteve uma noção de condução e trato com motores a combustão interna, mas também um exemplo de sua personalidade, no mínimo, corajosa uma vez que essas primeiras corridas eram marcadas por grande instabilidade dos carros e falta de estrutura de segurança e apoio. De certa maneira, Santos-Dumont que conduzia carros na virada do século XIX fora testemunho de uma atividade que acabara de nascer, o automobilismo, e com ela tirou lições sobre as potencialidades dos motores movidos a gasolina e seu rendimento peso/potência.



Outro elemento relevante nesse contexto de formação intelectual de Alberto Santos-Dumont foram as leituras de obras de ficção científica do século XIX, tais como Júlio Verne e Herbert George Wells, conhecido como H. G. Wells, que contribuíram para formar uma noção e um valor da ciência. As posturas de homens desbravadores desses romances foram incorporadas por Santos-Dumont como noção de ética e honra, formando assim, possivelmente, as bases de seu imaginário. Livros como “Cinco Semanas em um Balão” e “Viagem ao Centro da Terra”, já apontavam alguns dos elementos que mesclavam a certeza moral típica da época de que a ciência era um dos grandes “progressos” da humanidade, e também que a noção de progresso científico e racionalidade seria uma postura correta indicada a qualquer por um homem culto.

Mais tarde, durante essa primeira viagem à França, Santos-Dumont teve contato com o livro intitulado “Andrèe a Pôlo Nord Ballon” escrito pelos construtores Henri Lachambre e Aléxis Machuron sobre o Balão *Oern*, narrando a viagem de três aventureiros ao Pólo Norte, que foi crucial na definição de suas atividades em visão de vôo que mais tarde iria desenvolver. Santos-Dumont foi uma personalidade criada no limiar do século XIX, sua concepção de vôo ligada ao balonismo expressa isso, na medida em que, mesmo tendo

conhecimento de experimentos com modelos e artefatos mais pesados que o ar, ele acaba por optar por um estilo mais tradicional e recorrente em todo o século XIX.

## CONCLUSÃO

Em 1897, após um breve período no Brasil, Santos-Dumont retornou a Paris e iniciou as suas primeiras atividades no campo do vôo de balões esféricos de hidrogênio. O momento retratado, por esta série de documentos, antecede o ciclo de criação de suas concepções, demonstrando o contexto de sua educação e formação intelectual. Contudo, a formulação dessa idéia até a conclusão de um dirigível foi um longo processo de tentativas e erros, evolução típica dos inventores da época. Santos-Dumont, a partir de 1898, já desponta como um inventor que cria soluções e as põe em prática e os documentos que relatam suas atividades serão objetos de análise em outros momentos

Santos-Dumont foi, além de um inventor singular, um importante estudioso do vôo, durante toda sua vida não poupou esforços em consolidar uma imagem positiva ao uso e às inúmeras possibilidades da navegação aérea. O estudo dos elementos que contribuíram para sua formação intelectual torna-se mais rico à luz de uma contextualização da época e das heranças familiares.

## REFERÊNCIAS

ABRANTES, Paulo César Coelho. **Imagens de natureza, imagens de ciência**. Campinas, SP: Papyrus, 1998. (Coleção Papyrus Ciência).

BARROS, Henrique Lins de. **Santos-Dumont, a invenção do vôo**. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

COELHO, Edmundo Campo. **As profissões imperiais: medicina, engenharia e advocacia no Rio de Janeiro de 1812 a 1930**. Rio de Janeiro: Record, 1999.

DUMONT, A S. **Meus balões**. Rio de Janeiro: Bibliex, 1973.

LAVANERE-WANDERLEY, Nelson Freire. **Cronologia de Alberto Santos-Dumont**. Brasília, DF: Ministério da Aeronáutica, 1976.

MATOS, Ilmar Rolf. **O tempo de Saquarema**. São Paulo: HUCITE, 1986.

NEVES, Lúcia Maria Bastos Pereira das; MACHADO, Humberto F. **O Império do Brasil: a expansão da cafeeira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

SALLES, Ricardo. **Nostalgia Imperial: a formação da Identidade Nacional no Brasil do Segundo Reinado**. Rio de Janeiro: Topbooks, 1999.

SCHWARSTZ, Lilia Moritz. **As Barbas do Imperador**. São Paulo: Companhia das Letras, 1990.



# A Gestão do Conhecimento na Formação do Piloto de Helicóptero da FAB

## *The Knowledge Management in Brazilian Air Force Helicopter Pilot Initial Training*

Tenente Coronel Aviador Fernando Cominato de Lima<sup>1,2</sup>

1 Comandante do 1º /11º Grupo de Aviação

2 Aluno do Curso de Comando e Estado-Maiorda Aeronáutica 2007 – ECEMAR/UNIFA



### RESUMO

O presente artigo registra uma investigação da formação do piloto de helicóptero da Força Aérea Brasileira (FAB), considerando os pressupostos da Gestão do Conhecimento. Insere-se na busca do estado da arte para fundamentar pesquisa que versou sobre o grau de atendimento do Curso de Especialização Operacional de Asas Rotativas (CEOAR) às necessidades operacionais dos esquadrões de helicóptero da FAB. Por meio de pesquisa documental e bibliográfica, a literatura sobre Gestão do Conhecimento é revista, estabelecendo-se conexões com preceitos doutrinários, normas e procedimentos adotados no âmbito do Comando da Aeronáutica (COMAER). Como resultados, foram descritos mecanismos que podem contribuir para a criação e disseminação do conhecimento na Aviação de Asas Rotativas da FAB.

**Palavras-chave:** Gestão do Conhecimento. Piloto de helicóptero. Formação.

**Recebido:** 26/03/2008

**Revisado:** 19/09/2008

**Aceito:** 22/09/2008

\***Autor:** Tenente Coronel Aviador Fernando Cominato de Lima, formado pela Academia da Força Aérea em 1988; Curso de Extensão em Gestão Estratégica em Recursos Humanos (FGV); Instrutor de voo de helicóptero no 1º/11º há 11 anos; Aluno do Curso de Comando e Estado-Maior 2007; MBA em Gestão de Processos (UFF-2007). **Contato:** e-mail: fcominato@gmail.com.





## ABSTRACT

*The present study registers an investigation of the Brazilian Air Force (FAB) helicopter pilot formation, regarding the Knowledge Management concepts. Inserted in the state of the art in order to base the research which investigate the FAB's Rotate Wings Operational Specialization Course (CEOAR). The knowledge management literature was reviewed through documental and bibliographic research, establishing some connections with some doctrinaire concepts, rules and proceedings adopted by Air Force Command (COMAER). In the results were described the mechanisms that could be contributing for the creation and the spreading out of the Brazilian Air Force's Rotate wings knowledge.*

**Keywords:** *Knowledge management. Helicopter pilot. Initial training*

## INTRODUÇÃO

Os primeiros helicópteros da FAB chegaram ao Brasil em 1953. Eram de fabricação americana e a formação inicial dos pilotos que operavam essas aeronaves foi realizada nos Estados Unidos. Novos pilotos eram formados nos próprios esquadrões da Força Aérea, ainda sem uma unidade doutrinária bem definida entre os operadores.

A partir de 1967, ocorreu uma profunda mudança no processo de formação de equipagens. Passou-se a realizar a instrução de todos os pilotos de helicóptero da FAB em um único esquadrão, criado especificamente com essa atribuição.

Por cerca de trinta anos, ensinou-se ao piloto-aluno apenas a pilotagem do helicóptero e sua utilização em algumas atividades específicas, como o resgate de pessoas por meio de içamento, por exemplo. A partir de 1999, fruto de solicitação dos esquadrões operacionais da Aviação de Asas Rotativas, o curso passou a ensinar o emprego do helicóptero em todas as missões previstas na doutrina da FAB, incluindo-se extenso treinamento voltado ao emprego em combate. Incrementou-se a instrução aérea e terrestre, com a inclusão de cursos teóricos voltados ao emprego operacional. A formação do piloto de helicóptero, antes realizada em poucos meses, passou a se estender por todo um ano letivo (BRASIL, 2000).

O vasto conhecimento adquirido pela FAB na operação de helicópteros passou a estar disponível aos novos pilotos por um período mais longo,

enquanto estes se dedicavam intensivamente aos estudos, até que fossem designados para os esquadrões operacionais.

Visualizou-se, então, a necessidade de utilizar processos conscientes e sistemáticos em que o conhecimento fosse coletado, organizado, compartilhado e analisado (FALCÃO e BRESCIANI, 1999).

A expectativa em relação à ampla gama de conhecimento a ser proporcionada aos alunos esbarrou em determinadas limitações, como capacitação de recursos humanos e carência de meios materiais, que dificultaram a realização de todo o conteúdo proposto para o curso. Priorizar atividades e aperfeiçoar métodos foram algumas das idéias que passaram a permear as mentes daqueles que se envolviam com a instrução.

No final de cada ano, novos pilotos de helicóptero concluíam o Curso de Especialização de Asas Rotativas (CEOAR), implantado para este fim, e eram designados para os diversos esquadrões operacionais. Saber se tais pilotos cumpriram eficientemente sua missão, bem como identificar a necessidade de aperfeiçoamento do processo de ensino, traduzia-se em grande inquietação para os instrutores do Primeiro Esquadrão do Décimo - Primeiro Grupo de Aviação (1º/11º GAv), unidade aérea responsável por ministrar tal curso.

O objetivo deste trabalho é selecionar conceitos e fundamentos para apoiar a análise da formação do piloto de helicóptero da FAB. Para atingi-lo,



empregou-se pesquisa documental em normas e diretrizes internas do Comando da Aeronáutica (COMAER), buscando estudar aspectos doutrinários de aplicação do poder aéreo e emprego de helicópteros nas diversas funções. O conteúdo do CEOAR foi revisto através dos programas e ordens que estabelecem a instrução aérea e terrestre. Por meio de pesquisa bibliográfica, buscou-se na literatura sobre Gestão do Conhecimento os referenciais teóricos necessários para as reflexões em torno do problema.

## 1 REFLEXÕES SOBRE O CONHECIMENTO

O conhecimento constitui-se em uma preocupação humana desde a antiguidade. Por volta do século XIV a.C., os celtas já idolatravam seus druidas, os “muito sábios”, que exerciam poder sobre o rei baseado no conhecimento que possuíam em várias áreas (BARROS, 1996).

Na Grécia antiga, Platão desenvolveu uma elaborada estrutura de pensamento sobre conhecimento, que se constitui nos fundamentos do racionalismo. Criou a teoria de “idéia” como uma forma vista através do olho mental puro, segundo a qual o mundo físico é uma mera sombra do mundo perfeito das “idéias”, que são eternas e imutáveis. As “idéias” não são percebidas pelos sentidos, apenas através da razão pura (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

Aristóteles, que foi discípulo de Platão, questionou seu mestre. Para ele, a “idéia” não pode ser isolada de um objeto físico, nem existe independente dos sentidos. Dizia que o conhecimento nascia da percepção sensorial, das lembranças e da experiência. São as bases do empirismo (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

Conforme Vernant (2002), os filósofos gregos exerciam poder político por meio da palavra, no espaço público definido como *polis*. Por meio da persuasão, nunca pela violência, suas verdades eram transmitidas a todos, inclusive às gerações seguintes, dando ao conhecimento e ao homem um caráter imortal. Essas verdades deviam ser justificadas por meio da argumentação, surgindo o conceito de “crença verdadeira justificada”.

Arendt (1995) ressalta que a ação política está associada à condição humana da criação. Refere-

se ao conceito de liberdade, que é trazido ao mundo pelo homem. A ação é a única atividade exercida diretamente pelo homem sem a mediação das coisas e traz consigo a marca da sua imprevisibilidade como ser singular.

Inferre-se, portanto, a importância do conhecimento na construção da sociedade humana. É a ação humana, baseada no conhecimento, que gera os fatos e a história (ARENDRT, 1995).

Drucker (1993) argumentou que o conhecimento não é apenas mais um recurso, ao lado dos tradicionais fatores de produção – terra, capital e trabalho – mas sim o único recurso significativo atualmente. Considera que estamos vivendo a “sociedade do conhecimento”, uma sociedade na qual os “trabalhadores do conhecimento” desempenharão um papel central. Sugeriu que um dos desafios mais importantes impostos às organizações da sociedade do conhecimento é desenvolver práticas sistemáticas para administrar a própria transformação.

O conhecimento é decorrente da informação, a qual é obtida a partir de um conjunto de dados. Dados são registros isolados que se transformam em informações quando adquirem significado. Já as informações têm relevância, propósito e impactam o julgamento e o comportamento do indivíduo. O conhecimento é definido como um conjunto de informações reconhecidas e integradas pelas pessoas. Portanto, o conhecimento está mais perto da ação e está relacionado ao uso inteligente da informação (DAVENPORT e PRUSAK, 1998).

Ao estudar a gestão do conhecimento, esses autores fornecem uma ampla caracterização do conceito:

Conhecimento é uma mistura fluida de experiência estruturada, valores, informação contextual e discernimento especializado que fornece um parâmetro para avaliar e incorporar novas experiências em informação. Origina-se e é aplicado nas mentes dos conhecedores. Nas organizações torna-se freqüentemente incorporado não somente em documentos ou repositórios, mas também em rotinas organizacionais, processos, práticas e normas (DAVENPORT e PRUSAK, 1998, p.7).

Setzer (2002) lembra a busca por uma compreensão científica de informação e do conhecimento, como na equação de Devlin:



“Informação = Dados + Significado”. Em sua conceituação para conhecimento, o associa a uma pessoa que internaliza a informação a ponto de poder fazer uso dela, seguindo-se nova expressão matemática: “Conhecimento = Informação internalizada + Habilidade de usar a informação”.

Tais expressões matemáticas devem ser vistas com cautela. Embora simplifiquem a idéia e facilitem uma compreensão rápida, fornecem uma visão parcial. Além de somar “grandezas” diferentes, a Informação também pode ser adquirida sem Dados. Quanto à definição de conhecimento acima, deve-se atentar para a visão incompleta de que o conhecimento pressupõe “apenas” habilidade, ao invés do seu uso (SETZER, 2002).

### 1.1 A GESTÃO DO CONHECIMENTO

Verifica-se, devido à gama de literatura sobre o assunto, que o interesse de estudiosos e profissionais pelo tema “gestão do conhecimento” tem aumentado. Novas práticas organizacionais foram implantadas dentro desse conceito, que ainda não tem consolidada uma definição que seja consensual.

Conforme Motta (1999), o termo gestão possui o mesmo significado de administração ou gerência, constituindo-se em um termo genérico que sugere a idéia de dirigir e de decidir.

Para Davenport e Prusak (1998), o processo de gerenciamento do conhecimento consiste em um ciclo de geração, codificação, coordenação e disseminação do conhecimento.

Daft (2002) define conhecimento como a combinação de informações pelos cérebros coletivos dos funcionários que se baseia em conhecimento anterior. Essa definição já traz embutida a idéia de gestão.

Assim, tem-se a definição de gestão do conhecimento apresentado por Terra, de forma abrangente:

“Gestão do Conhecimento significa organizar as principais políticas, processos e ferramentas gerenciais e tecnológicos à luz de uma melhor compreensão dos processos de geração, identificação, validação, disseminação, compartilhamento, proteção e uso dos conhecimentos estratégicos para gerar resultados (econômicos) para a empresa e benefícios para os colaboradores

internos e externos (*stakeholders*).” (TERRA, 2005, p. 8)

Rodriguez (2002) diz que o sucesso da prática da gestão do conhecimento na organização está relacionado diretamente com as pessoas, e os processos apoiados na tecnologia da informação como ferramenta de organizar e disseminar o conhecimento no sistema.

Conforme Probst, Raub e Romhardt (2002), a disseminação do conhecimento na organização é condição prévia para transformar informações ou experiências isoladas em algo que toda a organização possa utilizar. E a primeira condição para sua disseminação é a sua própria existência. Contudo, esses autores enfatizam que não é necessária a disseminação de todo conhecimento para toda organização; a amplitude da disseminação deve estar em acordo com a estratégia organizacional, com as políticas de pessoas, com o modelo de estrutura da empresa e com a tecnologia existente.

Segundo Garvin (2000), empresas que valorizam o conhecimento são capazes de aprender. Tais organizações possuem características em comum: a solução de problemas de maneira sistemática, com base na filosofia da qualidade; a busca incansável de novos conhecimentos; a capacidade de aprender com as próprias experiências, sejam elas positivas ou negativas, através da avaliação e do registro destas informações; a observação do ambiente externo para o desenvolvimento de novas perspectivas e a disseminação do conhecimento para toda a organização.

Infer-se, assim, que o conhecimento deve ser gerenciado, para que não fique disperso ou dissonante dos objetivos organizacionais.

Quinn e colaboradores (2000) desenvolveram um trabalho que estratifica o intelecto profissional de uma organização em quatro níveis: o conhecimento cognitivo (*know-what*), que representa o domínio básico de uma disciplina; habilidades avançadas (*know-how*), que traduz a aplicação das teorias selecionadas; a compreensão sistêmica (*know-why*), quando há conhecimento das redes de relacionamentos de causa e efeito; e a criatividade auto-motivada (*care-why*), que envolve



vontade, motivação e adaptabilidade para o sucesso.

A gestão do conhecimento pode ser entendida como o processo de coleta, organização, compartilhamento e análise do acervo de conhecimento de uma organização, realizado de forma consciente e sistemática para atingir seus objetivos (FALCÃO e BRESCIANI, 1999).

Segundo Drucker (1993), a aplicação do conhecimento ao conhecimento é sinônimo de gerência eficaz. Tem-se, portanto, a idéia da necessidade de resultados efetivos.

Uma crítica da gestão do conhecimento seria sua “ênfase em artefatos organizacionais, como sistemas e memória, negligenciando o aspecto humano, em prejuízo da aprendizagem” (CARBONE *et al*, 2006, p. 83).

Este pesquisador considera que a supervalorização de métodos vem da idéia de que só se consegue gerenciar aquilo que é medido, reflexo dos estudos de Deming para o aperfeiçoamento de processos, na busca de eficiência e eficácia, conforme relatam Sashkin e Kiser (1994).

Destaca-se o requisito 7.5.2 da Norma ISO 9001, que proporciona a validação dos processos de produção e fornecimento de serviços. Os processos relacionados à mente humana, como o aprendizado, submetem-se a tal requisito, embora não haja possibilidade objetiva de demonstrar conformidade com especificações logo após obtenção do produto final (MARANHÃO, 2006).

O posicionamento deste pesquisador está no balanceamento entre a atenção aos métodos e ferramentas de mensuração com a subjetividade característica do ser humano, considerando ser esse balanceamento intrínseco ao fenômeno da gestão. Assim, quando se gerencia o conhecimento organizacional, o novo recurso básico, agregando valor à organização como um todo, ele passa a ser utilizado como ferramenta de gestão e motor para produção de resultados.

## 1.2 CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO

Pelo que foi visto até aqui, mesmo realizando a gestão do conhecimento, a organização está passível de apresentar lacunas no conhecimento organizacional.

Essas possíveis lacunas a respeito da aprendizagem organizacional podem ser superadas, segundo Nonaka e Takeuchi (1997), pela teoria da criação do conhecimento. Para esses autores, as diversas teorias organizacionais buscam estabelecer a aquisição, o acúmulo e a utilização do conhecimento existente, sem uma clara perspectiva de criação do mesmo.

Assim, consideram que, embora já se tenha escrito muito sobre a importância do conhecimento em gerência, deu-se pouca atenção às formas de criação do conhecimento e de administração desse processo.

Em Nonaka e Takeuchi (1997) as diversas teorias ocidentais são contrapostas ao modo pelo qual os japoneses encaram o conhecimento. Os autores lembram que, se os orientais não possuem uma teoria filosófica notável a respeito do conhecimento, por outro lado, mostram constantemente resultados inovadores, constatados em exemplos práticos nas empresas japonesas, altamente inovadoras e competitivas no mercado mundial.

Na epistemologia tradicional, os seres humanos, como sujeitos da percepção, adquirem conhecimento mediante a análise dos objetos externos (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), essa divisão entre sujeito e objeto não ocorre na filosofia oriental, que apresenta forte influência do zen-budismo. O japonês normalmente vê a realidade na interação física com a natureza e outros seres humanos.

Os autores desenvolveram uma estrutura conceitual em que as visões tradicionais e não-tradicionais do conhecimento são integradas na “teoria da criação do conhecimento organizacional”.

Essa estrutura conceitual básica contém duas dimensões: epistemológica e ontológica.

A dimensão epistemológica é baseada na distinção estabelecida pelo químico e filósofo húngaro Polanyi entre conhecimento tácito e conhecimento explícito (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

O conhecimento tácito é pessoal, relacionado a um contexto específico e difícil de ser formalizado



e comunicado. Representa o produto da experiência de vida, incluindo elementos cognitivos e práticos.

Já o conhecimento explícito ou codificado pode ser transmitido de forma sistemática, por meio da linguagem formal. Está relacionado a eventos ou objetos, independente do contexto.

Segundo os autores, os seres humanos adquirem conhecimentos criando e organizando ativamente suas próprias experiências. Assim, o conhecimento que pode ser expresso em palavras e números representa apenas parte do conjunto de conhecimentos como um todo.

Argumenta-se que os seres humanos criam conhecimento através do envolvimento e compromisso pessoal. Portanto, a objetividade científica não constitui a única fonte de conhecimentos. “Grande parte de nossos conhecimentos é fruto de nosso esforço voluntário de lidar com o mundo” (NONAKA e TAKEUCHI, 1997, p. 66).

Apesar das distinções acima, os autores não consideram os conhecimentos tácito e explícito como entidades separadas, e sim mutuamente complementares. Interagem um com o outro e realizam trocas nas atividades criativas dos seres humanos.

Nosso modelo dinâmico da criação do conhecimento está ancorado no pressuposto crítico de que o conhecimento humano é criado e expandido através da interação social entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito. Chamamos essa interação de “conversão do conhecimento”. Na visão racionalista, a cognição humana é um processo dedutivo de indivíduos mas um indivíduo nunca é isolado da interação social quando percebe as coisas. Assim, através desse processo de “conversão social”, o conhecimento tácito e o conhecimento explícito se expandem tanto em termos de qualidade como de quantidade (NONAKA e TAKEUCHI, 1997, p. 67).

Nesse ponto, os autores postulam quatro modos diferentes de conversão do conhecimento.

A socialização é a conversão do conhecimento tácito em novo conhecimento tácito. É um processo de compartilhamento de experiências, modelos mentais ou habilidades técnicas. Um indivíduo pode adquirir conhecimento tácito diretamente de outro, sem usar a linguagem, mas através da observação, imitação e prática.

Externalização é o modo de conversão do conhecimento tácito em explícito. Quando uma

pessoa tenta explicar uma imagem, o faz basicamente por meio da linguagem. Entretanto, as expressões muitas vezes são inadequadas, inconsistentes e insuficientes, provocando lacunas e discrepâncias. Como nem sempre se pode encontrar uma expressão adequada para uma imagem, a externalização normalmente é orientada pela metáfora ou analogia.

Tem-se em Nonaka e Takeuchi (1997) vários exemplos desse processo em empresas japonesas. Em um deles, relata-se que a idéia de carro compacto da Honda surgiu de uma analogia entre o conceito de “máximo para o homem e mínimo para a máquina” e da imagem de uma esfera, que contém o máximo volume em uma área de superfície mínima. O resultado deu origem ao modelo de automóvel chamado Honda City.

A combinação é o modo de conversão que envolve a sistematização de conhecimentos explícitos. Os indivíduos trocam e combinam conhecimentos por meio de documentos, reuniões, conversas ou redes de comunicação computadorizadas. A criação do conhecimento realizada pela educação e do treinamento formal nas escolas normalmente assume essa forma.

O quarto e último processo de conversão de conhecimento é denominado internalização e refere-se à incorporação do conhecimento explícito no conhecimento tácito. É intimamente relacionado a “aprender fazendo”. Segundo os autores, quando internalizadas às bases do conhecimento tácito dos indivíduos sob a forma de modelos mentais compartilhados, as experiências tornam-se ativos valiosos para a organização.

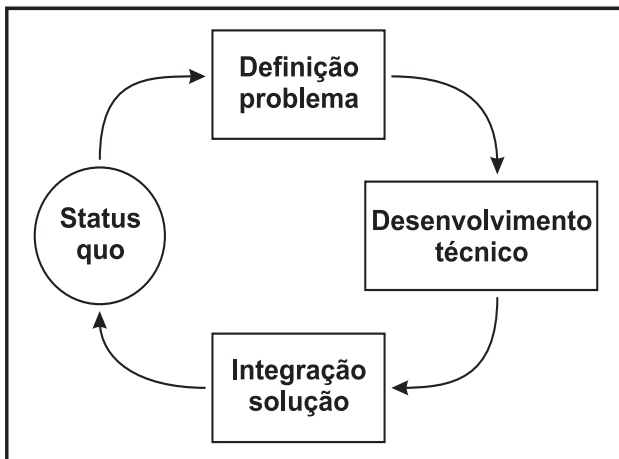
Para que o conhecimento explícito se torne tácito, é necessária a verbalização e diagramação do conhecimento sob a forma de documentos, manuais ou histórias orais. A documentação ajuda os indivíduos a internalizarem suas experiências, aumentando assim seu conhecimento tácito. Além disso, documentos ou manuais facilitam a transferência do conhecimento explícito para outras pessoas, ajudando-as a vivenciar indiretamente as experiências dos outros.

Os autores enfatizam que, quando a maioria dos membros da organização compartilha de um



modelo mental, o conhecimento tácito passa a fazer parte da cultura organizacional.

Com relação à dimensão ontológica, Nonaka e Takeuchi (1997) consideram o conhecimento uma criação individual, que se expande pela organização, através de uma espiral, a partir de interações dinâmicas entre as pessoas. Dessa forma, o conhecimento se expande, extrapolando níveis e fronteiras dentro e fora da organização.



**Figura 1:** A espiral do conhecimento

Fonte: NONAKA e TAKEUCHI (1997, p. 80), com adaptações do autor

Para viabilizar-se a criação do conhecimento organizacional, no entanto, o conhecimento tácito internalizado precisa ser socializado com os outros membros da organização, iniciando assim uma nova espiral de criação do conhecimento. Portanto, trata-se de uma interação contínua e dinâmica entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito (NONAKA e TAKEUCHI, 1997, p. 66).

Os autores buscaram também uma classificação para o conteúdo do conhecimento criado pelos diferentes modos de conversão. A socialização gera o conhecimento compartilhado, como modelos mentais ou habilidades técnicas compartilhadas. A externalização gera conhecimento conceitual, como no caso da Honda, citado anteriormente, quando a analogia da esfera gerou o conceito de máximo para o homem, mínimo para a máquina. A combinação dá origem ao conhecimento sistêmico, como a geração de programas, redes e métodos de gerência. A internalização produz conhecimento operacional sobre gerenciamento de projeto, processo de produção e uso de novos produtos e implementação de políticas.

Esses conteúdos do conhecimento interagem entre si na espiral de criação do conhecimento.

O conhecimento tácito dos indivíduos constitui a base da criação do conhecimento organizacional. A organização tem de mobilizar o conhecimento tácito criado e acumulado no nível individual. O conhecimento tácito mobilizado é ampliado "organizacionalmente" através dos quatro modos de conversão do conhecimento e cristalizado em níveis ontológicos superiores. Chamamos isso de "espiral do conhecimento", na qual a interação entre conhecimento tácito e conhecimento explícito terá uma escala cada vez maior na medida em que subirem os níveis ontológicos. Assim, a criação do conhecimento organizacional é um processo em espiral, que começa no nível individual e vai subindo, ampliando comunidades de interação que cruzam fronteiras entre seções, departamentos, divisões e organizações. (NONAKA e TAKEUCHI, 1997, p.82)

Apesar de reconhecida em muitos círculos acadêmicos e empresariais, a teoria da criação do conhecimento sofreu críticas, no sentido da dificuldade de sua operacionalização em empresas ocidentais (CARBONE *et al*, 2006).

Os autores rebatem essa visão, enfatizando a ideia de "criação", sugerindo que o termo "gestão" restringe sua teoria, limitando o conhecimento a apenas mais um ativo a ser controlado pelos gerentes.

Para Daft (2002), que enfatiza a disseminação do conhecimento em qualquer organização como crucial, o conhecimento explícito é formalmente capturado e compartilhado por meio da tecnologia da informação, enquanto o tácito não. Alerta, contudo que o tácito representa 80% do conhecimento útil de uma organização.

Aquelas críticas podem estar fundamentadas em parte no modo pelo qual o conhecimento é encarado na cultura ocidental. A divisão cartesiana entre o conhecedor e o objeto, aliada à extremada preocupação em "medir para gerenciar", ofuscam a relevância do conhecimento tácito e das relações interpessoais.

## 2 A FORMAÇÃO DO PILOTO DE HELICÓPTERO

O estudo da formação do piloto militar encontra sua importância no papel que esse profissional desempenha no emprego do poder aéreo da FAB, no cumprimento de sua missão institucional.

A missão-síntese da FAB é, conforme sua Doutrina Básica, garantir a soberania do espaço



aéreo nacional, com vistas à defesa da Pátria (BRASIL, 2005a).

Conforme ensinado por Douhet (1988) desde início do século 20, o emprego do poder aéreo caracteriza-se essencialmente pela sua projeção sobre a terra e sobre o mar, com alcance e velocidade, ampliando a perspectiva de horizonte e criando um ambiente tridimensional.

Cada aeronave possui um conjunto de atributos que a torna mais adequada para determinada aplicação. Tal distinção já permeava os textos de Severski (1988), da época da Segunda Guerra Mundial.

Os helicópteros diferem intrinsecamente dos aviões pela capacidade de pairar, isto é, manter-se em vôo sem necessidade de deslocamento. Essa capacidade permite, entre outras atividades, o embarque e o desembarque de pessoal e material sem efetuar pouso.

Por não necessitarem de uma pista para suas operações de pouso e decolagem, os helicópteros incrementam a mobilidade de uma força aérea, operando a partir de qualquer lugar. Possuem grande flexibilidade, permitindo seu emprego em uma ampla gama de missões, desde o transporte e o resgate, até o ataque.

Existe, porém, óbice sobre tais ganhos operacionais: as aeronaves de asas rotativas, isto é, os helicópteros, são mais lentas, se comparadas aos aviões.

Diante da necessidade de aplicação do poder aéreo, os comandantes terão nos helicópteros vetores que potencializam determinadas características da força aérea em detrimento de outras.

O oficial da FAB não deve deixar de conhecer, portanto, as situações em que o emprego de helicópteros é fundamental para se obter resultados, que possibilitem atingir determinados objetivos. Esse conhecimento deve advir de um processo de formação previamente estabelecido.

O oficial aviador é formado na Academia da Força Aérea (AFA), onde realiza sua formação como piloto em avião.

Concluída a formação na AFA, o futuro piloto de helicóptero é matriculado em um curso de

especialização operacional, chamado CEOAR, realizado no 1°/11° GAv (BRASIL, 2002).

A formação realizada no 1°/11° GAv está estabelecida no Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO), o qual segue as diretrizes contidas no Programa de Trabalho Anual (PTA) da Primeira Força Aérea (I FAe). (BRASIL, 2006).

No 1°/11° GAv, o aluno recebe inicialmente noções teóricas sobre o helicóptero, consistindo em instrução técnica da aeronave, aerodinâmica, regras de tráfego aéreo e helipontos (BRASIL, 2006).

Os procedimentos normais e de emergência são estudados e sua execução treinada nas atividades conhecidas como “hora de nacele”. Complementam essa instrução treinamentos para uso de equipamentos de emergência, como coletes salvavidas, além de treinamento de escape de aeronaves submersas, realizado em instalações da Marinha do Brasil (BRASIL, 2006).

A instrução aérea é dividida em fases e, antes de cada uma delas, realiza-se uma reunião com todos os pilotos, alunos e instrutores, para que procedimentos específicos relativos ao vôo sejam detalhados. Nessas oportunidades, o oficial de segurança de vôo divulga uma série de recomendações com o objetivo de disseminar a doutrina de prevenção de acidentes aeronáuticos (BRASIL, 2006).

As fases, chamadas de missões, são constituídas por uma série de vôos, e cada vôo é realizado pelo aluno acompanhado por um instrutor. Antes de cada missão, instrutor e aluno reúnem-se para detalhar cada manobra e procedimento a ser abordado, atividade essa chamada *briefing*. Após o vôo, ocorre o *debriefing* isto é, uma reunião para que o instrutor comente o desempenho mostrado pelo aluno e preencha uma ficha de avaliação (BRASIL, 2006).

As fases de vôo sucedem-se em uma seqüência crescente de dificuldade. Na fase de adaptação diurna o aluno aprende a pilotagem básica do helicóptero, bem como treina procedimentos de emergência (BRASIL, 2006).

Em seguida, realizam-se fases para treinamento de vôo por instrumentos, isto é, sem referências



visuais externas, vôo noturno e navegação visual. Ainda visando o aprimoramento da pilotagem, realizam-se vôos de formatura básica, ou seja, aqueles em que o aluno conduz o helicóptero “ala” próximo a outro, chamado de “líder”, acompanhando suas manobras (BRASIL, 2006).

A partir dessas fases relacionadas à pilotagem do helicóptero, iniciam-se aquelas voltadas às suas operações típicas. Para isso, realizam-se aulas de doutrina de cabine, ou seja, uma instrução para que o aluno aprenda a interação entre todos os membros da tripulação. Além de piloto e co-piloto, nas operações típicas a tripulação do helicóptero é normalmente composta por um mecânico de vôo, responsável pelos sistemas da aeronave, um artilheiro, responsável pelo armamento e um tripulante responsável pelas atividades relacionadas a resgate (BRASIL, 2006).

São realizados, então, os vôos de treinamento de operação em áreas restritas, como clareiras e pontos elevados, içamento de cargas e pessoal por meio do guincho do helicóptero, transporte usando o gancho para cargas externas, desembarque de pessoal por meio de rapel, entre outros (BRASIL, 2006).

São previstos também treinamentos de busca, que visam à localização de pessoas no solo. Para um maior preparo intelectual, essa fase vincula-se à realização do Curso Teórico de Busca e Salvamento (CTBS), realizado no próprio 1º/11º GAv, que versa sobre planejamento e execução de missões de busca e salvamento (BRASIL, 2006).

A instrução aérea finaliza-se com uma série de fases relacionadas ao emprego do helicóptero em um contexto de ameaça inimiga. A navegação à baixa altura visa diminuir a detecção pelo inimigo. A formatura tática constitui-se em vôo de dois ou quatro helicópteros evoluindo em conjunto visando ao emprego operacional. O treinamento de combate aéreo visa a sobrevivência diante de ameaça aérea inimiga. A fase de emprego armado consiste de tiro com metralhadoras e lançamento de foguetes (BRASIL, 2006).

Outras missões são normalmente previstas para execução em manobras: as missões de ataque, para destruição de alvos no solo; o tiro aéreo, para destruição de alvos em vôo; a escolta e patrulha

aérea de combate, para defesa de aeronaves amigas contra ameaça aérea inimiga (BRASIL, 2000).

Em complemento à instrução aérea descrita acima, são ministradas outras séries de aulas reunidas em cursos teóricos, abordando temas correlatos. O Curso de Capacitação em Socorro Pré-Hospitalar Militar (CCSPHM) trata da abordagem e transporte de feridos. O Curso de Emprego Operacional de Helicóptero (CEOH) trata de conhecimentos relativos à utilização de helicóptero em contexto de ameaça inimiga (BRASIL, 2006).

Todas as atividades da instrução terrestre (teórica) e da instrução aérea são avaliadas, sendo o desempenho do aluno ao final do curso considerado para a escolha da futura unidade aérea onde vai servir.

As fases da instrução relacionadas ao emprego em contexto de ameaça inimiga denotam esforço considerável para sua realização. Envolvem, além da capacitação dos instrutores, um esforço concentrado para disponibilizar os meios. Devido ao número de alunos e ao esforço necessário para sua realização, normalmente algumas dessas fases não são realizadas em sua plenitude, conforme a proposta inicial dos esquadrões operacionais, por ocasião da concepção do curso. Em consequência, essas missões são realizadas *a posteriori*, nas próprias unidades aéreas.

Concluído o CEOAR, o novo piloto de helicóptero é enviado para servir em uma Unidade Aérea da Aviação de Asas Rotativas. Na nova unidade, o piloto deverá continuar sua formação, capacitando-se a pilotar o helicóptero utilizado no novo esquadrão e desempenhar sua atividade operacional. (BRASIL, 2003)

### 3 REFLEXÃO CRÍTICA

A revisão teórica a que se chegou até aqui permitiu a este pesquisador realizar uma reflexão crítica sobre a gestão do conhecimento diante das condições de formação dos pilotos de helicóptero na FAB.

Inicia-se por retomar Nonaka e Takeuchi (1997), quando afirmam que “o conhecimento tácito dos indivíduos constitui a base da criação do conhecimento organizacional” e Daft (2002),





ao constatar que o conhecimento tácito representa 80% de todo o conhecimento organizacional. Além disso, Probst, Raub e Romhardt (2002) insistem em que na disseminação do conhecimento na organização como condição prévia para transformar informações ou experiências isoladas em algo que toda a organização possa utilizar.

Considerando que os instrutores do 1º/11º GAv são oriundos dos esquadrões operacionais da Aviação de Asas Rotativas, onde acumulam anos de experiência na operação de helicópteros, tornam-se articuladores do conhecimento sob a perspectiva da socialização, pois cada esquadrão possui características próprias, associadas à missão que realiza e ao tipo de helicóptero que opera. Estas características operativas não poderiam ser transmitidas meramente por instrumentos explícitos, dando um sentido especial à possibilidade de movimentação destes instrutores entre as unidades aéreas como fator indispensável à construção da doutrina de operações aéreas no contexto das asas rotativas.

Embora não esteja definido claramente nos documentos estudados, esta movimentação já é uma realidade para os instrutores, que são transferidos entre os esquadrões de helicópteros da FAB. Entretanto, não se constitui em um gerenciamento com vistas à construção do conhecimento, ficando relegada às solicitações dos mesmos ou à necessidade de adequação hierárquica pelo atingimento de postos na carreira. Retomando o que declarou Rodriguez (2002), sobre o sucesso da gestão do conhecimento na organização estar relacionado diretamente com as pessoas e que os processos deveriam estar apoiados na tecnologia da informação como ferramenta de organizar e disseminar o conhecimento no sistema pode-se entender que a importância da movimentação dos instrutores, aliada a outros mecanismos de controle, necessitam de uma intencional ação gerencial.

Faz-se mister ratificar a relevância do processo de convivência entre instrutores e alunos para o processo de construção e disseminação do conhecimento nestes ambientes, especialmente em atividades com fortes requisitos de desempenho em equipes, o que se reforça novamente com

Nonaka e Takeuchi (1997) quando afirmaram que “Nosso modelo dinâmico da criação do conhecimento está ancorado no pressuposto crítico de que o conhecimento humano é criado e expandido através da interação social entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito”. Na instrução aérea, o aluno aprende ao observar atentamente cada atitude de seu instrutor, o qual reforça seu aprendizado cada vez que uma manobra é aprendida satisfatoriamente. Essa interação entre aluno e instrutor ocorre de forma tácita, sem verbalizações, o que remete à Socialização revista na teoria da criação do conhecimento.

Relembra-se que a instrução aos novos pilotos é ministrada desde o comandante do esquadrão até o oficial mais moderno, participando também da instrução militares de outros círculos hierárquicos, como os sargentos e os cabos, especialistas em diversas atividades relacionadas à operação de helicópteros, além de desempenharem função a bordo na maior parte dos vôos. Portanto, como reflexão à luz da teoria da criação de conhecimento de Nonaka e Takeuchi, o caráter dinâmico das interações entre todos os participantes da instrução, alunos ou instrutores, pilotos ou tripulantes, se dá independentemente de ascensão hierárquica. Cria-se, desse modo, a espiral de criação do conhecimento organizacional, fenômeno basilar para a criação e disseminação do conhecimento.

A Internalização, ou seja, a conversão do conhecimento explícito em tácito é buscada pela aplicação de instrumentos didáticos utilizados na instrução, os quais são construídos e constantemente revistos pelos próprios instrutores, fruto da experiência adquirida ao longo de anos dessa atividade na FAB. O conhecimento é compartilhado entre os pilotos, tanto instrutores como alunos, através das publicações didáticas, fichas de avaliação, rede interna de computadores, dentre outros, conforme preconiza o modo da criação de conhecimento por Combinação.

Por esta reflexão, foi possível perceber que as condições de criação e de disseminação do conhecimento relativo ao emprego do helicóptero na FAB encontram-se presentes no contexto estudado, devendo ainda ser gerenciadas pelos



órgãos diretamente responsáveis com a consciência crítica dos mecanismos e processos de interação que estão disponíveis. O CEOAR constitui-se em um conjunto de mecanismos que pode conter tal gerenciamento, uma vez que já comporta um processo de formação intencional, organizado e experimentado, atendendo aos requisitos operacionais definidos pela documentação da FAB.

#### **CONCLUSÃO**

Os levantamentos e discussões apresentados nesta pesquisa revelaram a significativa presença do conhecimento tácito na formação do piloto de helicóptero da FAB, uma vez tratar-se de atividade complexa em sua consecução psicomotora, com elevado requisito de interação social, requerendo especial atenção ao fator humano para que o conhecimento seja criado e disseminado na organização.

Viu-se como ocorre a formação do piloto de helicóptero da FAB, estabelecendo-se conexões com os fundamentos e conceitos de Gestão do Conhecimento apresentados.

Na visão deste pesquisador, encontram-se presentes no processo de formação do piloto de helicóptero vários elementos descritos pelos autores para caracterizar a Gestão do Conhecimento. Embora as dificuldades de mensuração em aprendizagem sejam uma realidade, eventuais lacunas de conhecimento podem ser compensadas pela espiral da criação do conhecimento, conforme os pressupostos da teoria postulada por Nonaka e Takeuchi (1997). Assim, o conhecimento não adquirido pelo piloto com base no conteúdo do curso pode ser proporcionado pelas interações sociais com seus companheiros ao longo de sua carreira profissional.

#### **REFERÊNCIAS**

**ARENDR, H.** A condição humana. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1995.

**BARROS, M. de N. A.** Tristão e Isolda: o mito da paixão. São Paulo: Mercuryo, 1996.

**BRASIL. Comando da Aeronáutica.** Doutrina básica da Força Aérea Brasileira: DCA 1-1. Brasília, 2005a.

\_\_\_\_\_. **Comando da Aeronáutica.** Glossário da Aeronáutica: MCA 10-4. Brasília, 2005b.



\_\_\_\_\_. **Comando da Aeronáutica.** Implantação da nova sistemática de especialização operacional de oficiais aviadores da FAB: **DCA 55-33. Brasília, 2002.**

\_\_\_\_\_. **Comando da Aeronáutica.** Programa de instrução e manutenção operacional das unidades aéreas subordinadas à Segunda Força Aérea: **ICA 19-00. Brasília, 2000.**

\_\_\_\_\_. **Comando da Aeronáutica.** Programa de instrução e manutenção operacional do 1º/11º GAv. **Santos, 2006.**

\_\_\_\_\_. **Comando da Aeronáutica.** Progressão operacional de oficiais aviadores da FAB: **ICA 55-6. Brasília, 2003.**

**CARBONE, P. P.; BRANDÃO, H. P.; LEITE, J. B. D.; VILHENA, R. M. P.** Gestão por competências e gestão do conhecimento. **Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.**

**DAFT, Richard L.** Organizações: teorias e projetos. **São Paulo: Pioneira, 2002.**

**DAVENPORT, Thomas H; PRUSAK, Lawrence.** Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. **Rio de Janeiro: Campus, 1998.**

**DOUHET, G.** O domínio do ar. **Rio de Janeiro: Instituto Histórico da Aeronáutica, 1988.**

**DRUCKER, P. F.** Sociedade pós-capitalista. **São Paulo: Pioneira, 1993.**

**FALCÃO, S. D.; BRESCIANI FILHO, E.** Gestão do conhecimento. Revista da III Jornada de Produção Científica das Universidades Católicas do Centro-Oeste, **Goiânia, v.2, set. 1999.**

**GARVIN, D. A.** Construindo a organização que aprende. **IN: Harvard Business Review / Gestão do Conhecimento. Rio de Janeiro: Campus, 2000.**

**MARANHÃO, M.** ISO série 9000: versão 2000: manual de implantação: o passo-a-passo para solucionar o quebra-cabeça da gestão. **Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2006.**

**MOTTA, P. R.** Gestão contemporânea: a ciência e a arte de ser dirigente. **Rio de Janeiro: Campus, 1999.**

NBR ISO 9000:2000, Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário.

**NONAKA, I.; TAKEUCHI, H.** Criação de Conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. **Editora Campus-Elsevier, 1997.**

**PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K.** Gestão do conhecimento: os elementos construtivos do sucesso. **Porto Alegre: Bookman, 2002.**

**QUINN, J. B.; ANDERSON P.; FINKELSTEIN, S.** Gerenciando o intelecto profissional. **IN: Harvard Business Review / Gestão do Conhecimento. Rio de Janeiro: Campus 2000.**

**RODRIGUEZ, Martius V. R.** Gestão empresarial: organizações que aprendem. **Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2002.**

**SASHKIN, M. KISER, K. J.** Gestão da qualidade total na prática: o que é TQM, como usá-la e como sustentá-la a longo prazo. **Rio de Janeiro: Campus, 1994.**

**SETZER, V. W.** Os meios eletrônicos e a educação: uma visão alternativa. **São Paulo: Editora Escrituras, Coleção Ensaio Transversais, Vol. 10, 2a. ed. 2002.**

**SEVERSKI, A.P.** A vitória pela força aérea. **Rio de Janeiro: Instituto Histórico da Aeronáutica, 1988.**

**TERRA, José Cláudio C.** Gestão do conhecimento: o grande desafio empresarial. **Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.**

**VERNANT, J.-P.** As origens do pensamento grego. **Rio de Janeiro: Difel, 2002.**





# A Gestão do Conhecimento na Execução Orçamentária de Organizações Militares: o Caso do Sistema Abacus.

## *The Knowledge Management in Military Organizations' Budgeting Execution: the Abacus System Case.*

1º Ten Intendente Rodrigo Antônio Silveira dos Santos<sup>1,2</sup>  
Major Intendente Helder Alexandre de Ávila Farias<sup>3,4</sup>

1 Gestor de Finanças da BAFL  
2 Doutorando em Inteligência Organizacional  
3 Gestor de Licitações do CINDACTA-2  
4 Especialista em Controladoria

### RESUMO

Este trabalho é um estudo de caso e tem o objetivo de identificar as principais contribuições trazidas pelo Sistema Abacus para implantar práticas de Gestão do Conhecimento na execução orçamentária e financeira de organizações militares do Comando da Aeronáutica. Para tanto, os autores realizaram observações seletivas e entrevistaram gestores de organizações que implantaram este *software*. Verificou-se a baixa utilização de princípios de Gestão de Conhecimento no serviço público, percebendo a prevalência da visão cartesiana e a ocorrência de perda de conhecimento na execução orçamentária destas unidades. A implantação do Sistema Abacus proporcionou a redução da quantidade de processos e a otimização da execução orçamentária, ao mesmo tempo em que reduziu a ocorrência de dispensas de licitação e tornou mais significativa a utilização de procedimentos licitatórios, por meio da adoção de práticas de Gestão do Conhecimento e técnicas de planejamento orçamentário proporcionadas pelo sistema.

**Palavras-chave:** Gestão do conhecimento. Execução orçamentária. Organizações militares.

**Recebido:** 10/04/2008

**Revisado:** 30/06/2008

**Aceito:** 17/07/2008

**\*Autor:** 1º Tenente Intendente Rodrigo Antônio Silveira dos Santos formou-se Oficial Intendente pela Academia da Força Aérea no ano 2000; Possui Especialização em Gestão Estratégica Empresarial (2002) e Mestrado em Engenharia de Produção; Gerência de Produção (2004) pela Universidade Federal de Santa Maria; atualmente, cursa Doutorado em Inteligência Organizacional pela Universidade Federal de Santa Catarina. **Contatos:** Base Aérea de Florianópolis (BAFL), Av. Santos Dumont - Florianópolis - SC; CEP: 88049-000; tel./Fax: +55 (48) 3236-1097; e-mail: rsilveira01@gmail.com.



## ABSTRACT

*This paper is a case study and aims to identify the main contributions brought by the Abacus System to adopt Knowledge Management practices in the budgeting and financial execution in the Brazilian Air Force military organizations. In this way, the authors made special observations and interviewed managers of organizations that adopted this software. It was observed minor usage of Knowledge Management principles in the public sector and the knowledge loss occurred in the budgeting execution of those organizations. The adoption of Abacus System brought the reduction of processes quantities and optimized the budgeting execution, at the same time that raised the bidding practices, by the adoption of Knowledge Management practices and budget planning techniques.*

**Keywords:** Knowledge management. Budgeting execution. Military organizations.

## INTRODUÇÃO

A administração de órgãos públicos esteve presente na história brasileira desde a chegada da família real portuguesa, em 1808, quando a administração e o controle do patrimônio público passaram a ser exercidos diretamente no país. Pereira (1999) afirma que a Administração Pública e suas Entidades, em certo sentido, pertencem aos cidadãos. Isso quer dizer que o serviço público não possui um fim em si mesmo e, para comportar todos os seus usuários, a Administração Pública é baseada em uma “estrutura hierarquizada com graduação de autoridade, correspondente às diversas categorias funcionais, estabelecendo uma relação de subordinação”. (SOUZA, 2002, p. 12).

Por essa razão, a estrutura administrativa do serviço público se torna mais complexa e menos flexível do que a administração de organizações privadas. Muitos princípios jurídicos norteiam a administração pública e criam a necessidade de uma estrutura administrativa hierarquizada e departamentalizada. Como consequência, a administração de órgãos públicos apresenta uma estrutura totalmente diferente da iniciativa privada, sendo obrigatório atentar para regulamentos específicos, o que aumenta a quantidade de servidores e cria uma estrutura administrativa mais robusta. Por reflexo, o processo de execução orçamentária e financeira das organizações públicas é baseado em uma longa seqüência de

rotinas e a sua estrutura possui setores distintos, com responsabilidades diferentes. Isso acarreta a profunda especialização dos servidores públicos e traz a necessidade de existência de uma boa comunicação entre todos estes setores.

Princípios como a segregação de funções, aliado a conseqüências de especialização técnica e departamentalização da estrutura, proporcionam a criação de diferentes linguagens e entendimentos dentro da organização pública. Quanto maior o número de servidores que participam da execução orçamentária, maior será a dificuldade para a construção de significados comuns a todos os setores (WEICK, 1995). Essa realidade dificulta a comunicação organizacional e prejudica a criação de rotinas administrativas. Neste ponto, deve-se salientar que o nível de eficiência administrativa do setor público tem relação direta com o sucesso da comunicação organizacional, principalmente em termos da criação, compartilhamento e distribuição de conhecimento. Nas palavras de Swann, Scarborough e Preston (1999), ao ser abordado qualquer processo ou prática de criação, aquisição, captura, divisão e utilização do conhecimento, onde quer que ele esteja, para aprimorar o aprendizado e a performance das organizações, passa-se a abordar a Gestão do Conhecimento.

Neste íterim, Wiig (2002) defende que a Gestão do Conhecimento é fundamental para que o serviço público possa alcançar os seus objetivos,



propiciando níveis melhores de eficiência e eficácia na administração pública, de forma a proporcionar ganhos significativos para toda a sociedade. Neste contexto, não se pode deixar de mencionar que as organizações militares participam da Administração Direta do Governo Federal e a administração dessas organizações se enquadra no serviço público nacional. Com isso, a administração de organizações militares também pode se aproveitar de práticas de gestão para a criação, aquisição, captura, divisão e utilização do conhecimento, principalmente na execução orçamentária e financeira.

Para facilitar a adoção de práticas para o gerenciamento do conhecimento organizacional, pode-se utilizar a tecnologia da informação para desenvolver ferramentas que propiciem a gestão do conhecimento (SILVEIRA DOS SANTOS et al., 2007). Dessa forma, o desenvolvimento e a implantação de *softwares* específicos para o gerenciamento organizacional e a Gestão do Conhecimento na administração de organizações militares se tornam altamente recomendáveis.

Nesta esteira, foi desenvolvido um sistema informatizado para auxiliar no gerenciamento das informações relacionadas à execução orçamentária e financeira de organizações militares. Denominada **Sistema Abacus**, essa ferramenta tecnológica foi desenvolvida na Base Aérea de Santa Maria (BASM) para aperfeiçoar as atividades administrativas daquela organização, além de aumentar os mecanismos de controle e fiscalização sobre a execução orçamentária da unidade, proporcionando maior transparência e alternativas de acompanhamento gerencial das informações relacionadas com a alocação de recursos da organização. Após a implantação na BASM, o Sistema Abacus foi implantado em mais sete unidades da FAB, quais sejam: a) Base Aérea de Santa Maria (BASM); b) Base Aérea de Florianópolis (BAFL); c) Segundo Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA 2); d) Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI); e) Quinto Comando Aéreo Regional (V COMAR); f) Base Aérea de Canoas (BACO); e g) Base Aérea de Boa Vista (BABV). Além dessas unidades, outras três organizações estudam a

possibilidade de implantação do sistema. São elas: a) Base Aérea de Campo Grande (BACG); b) Base Aérea de Porto Velho (BAPV); e c) Quarto Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA 4).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é **identificar as principais contribuições trazidas pelo Sistema Abacus para implantar práticas de Gestão do Conhecimento na execução orçamentária e financeira de organizações militares do Comando da Aeronáutica.**

## 1 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para tornar possível o alcance deste objetivo, utiliza-se a estratégia de pesquisa denominada estudo de caso (YIN, 2001). Segundo Merriam (1998), o estudo de caso é caracterizado por uma pesquisa empírica que investiga um fenômeno dentro do seu contexto real, resultando em uma descrição holística e intensa do fenômeno estudado. Ademais, utilizando-se a classificação apresentada por Triviños (1987), este trabalho constitui um estudo de caso observacional, no qual se procura retratar as contribuições trazidas pelo Sistema Abacus na execução orçamentária e financeira de organizações militares do Comando da Aeronáutica.

Para tanto, os pesquisadores coletaram e analisaram dados primários e secundários. Os dados primários resultaram da observação participante (SPRADLEY, 1980) em organizações que implantaram o Sistema Abacus, além de entrevistas semi-estruturadas (TRIVIÑOS, 1987) com gestores que passaram a utilizar este sistema. Também foram desenvolvidas pesquisas de informações no Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (SIAFI) acerca das organizações que implantaram o sistema. Por outro lado, os dados secundários são aqueles resultantes de pesquisa bibliográfica, obtidos através de teses, dissertações, livros, revistas, internet e outros.

### 1.1 COLETA DE DADOS

Neste estudo, os pesquisadores foram simples observadores do fenômeno estudado. A coleta de dados foi um processo complexo, não-linear, desenvolvido em conjunto com as etapas de análise



dos dados. Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica detalhada sobre Gestão do Conhecimento. Simultaneamente, definiram-se os métodos predominantes a serem utilizados na coleta dos dados primários.

Para tanto, deve-se mencionar que os pesquisadores participaram ativamente do desenvolvimento do Sistema Abacus. Além disso, os pesquisadores visitaram todas as organizações militares do Comando da Aeronáutica que implantaram essa ferramenta. Nessas organizações, os pesquisadores observaram as rotinas administrativas que eram desenvolvidas antes da implantação.

Após definida a necessidade de implantação, foram realizados treinamentos com os militares envolvidos na execução orçamentária das unidades, e o Sistema Abacus foi instalado nas organizações. Ressalta-se que os pesquisadores realizaram observações seletivas (SPRADLEY, 1980) em todas as etapas da implantação do sistema e foram realizadas entrevistas semi-estruturadas (TRIVIÑOS, 1987) com os gestores dessas organizações militares. Por fim, foram feitas pesquisas no SIAFI em busca de dados empíricos que retratem a execução orçamentária das unidades, antes e depois da implantação do Sistema Abacus.

## 1.2 ANÁLISE DE DADOS

De acordo com Triviños (1987), não é possível analisar as informações tal como elas se apresentam. É necessário organizá-las, classificá-las e, o que é mais importante, interpretá-las dentro de um contexto amplo. Razão pela qual foram utilizadas ferramentas de análise de domínio, taxonômica e de componentes (SPRADLEY, 1979) para a compreensão dos dados obtidos à luz da estrutura de conhecimento dos entrevistados. Para que isso fosse possível, a análise de dados já se iniciou durante as próprias observações e entrevistas, verificando os assuntos que deveriam ser abordados. Nesse ponto, Coffey e Atkinson (1996) afirmam que não se deve coletar nenhum dado sem uma análise substancial que aconteça simultaneamente. Portanto, foi respeitado neste trabalho o conceito de “ciclo etnográfico”, apresentado por Spradley (1979; 1980), uma vez

que a coleta de dados e a análise de dados foram conduzidas de forma a constituir um ciclo, que se inicia com a busca de dados, passa pela análise das informações coletadas, e retorna à coleta de dados para agregar novas informações que possam validar ou não as categorias resultantes da análise de dados em quantos ciclos forem necessários para a construção dos resultados da pesquisa.

## 2 PRINCIPAIS REFERENCIAIS TEÓRICOS

A Gestão do Conhecimento está recebendo grande atenção do mundo acadêmico e empresarial (KAKABADSE; KAKABADSE; KOUZMIN, 2003). Drucker (1993) reconhece a relevância do tema ao afirmar que é preciso trabalho sistemático para melhorar a qualidade e aumentar a produtividade das idéias produzidas nas comunidades científicas e empresariais. O desempenho, ou até a sobrevivência, de qualquer organização na sociedade atual vai depender desses dois fatores.

Ocorre que a primeira definição de conhecimento deriva de Platão (1953, p. 120), como sendo “uma verdadeira crença justificada”. Embora imperfeita em termos lógicos, essa definição é predominante na filosofia ocidental (NONAKA; TAKEUCHI, 1995). Ademais, deve-se destacar que os termos “conhecimento” e “informação” são normalmente utilizados na prática e na literatura popular como sendo a mesma coisa, embora sejam totalmente distintos. Existe uma seqüência que decorre do fluxo entre as seguintes variáveis: dados, informação, realização, ação/reflexão e sabedoria (KAKABADSE; KAKABADSE; KOUZMIN, 2003).

Em primeiro lugar, os dados representam observações ou fatos fora de contexto, que não representam nenhum significado direto. A informação resulta da colocação dos diferentes dados em contextos específicos, passando a ter significado (ZACK, 1999). O conhecimento, como “uma verdadeira crença justificada” é tudo aquilo que uma pessoa acredita e valoriza, tendo como base uma organizada acumulação de informação por meio de experiência própria, comunicação ou interferência (DRETSKE, 1981; LAVE, 1988). Além disso, pode-se entender a realização como



sendo a colocação de informações em prática, acarretando um resultado produtivo (KAKABADSE, KAKABADSE; KOUZMIN, 2003). Por conseguinte, concatenando diversas ações que se baseiam em realizações passadas, ou então como resultado de reflexão produtiva, uma pessoa pode obter sabedoria. Saber como utilizar uma informação dentro de um determinado contexto requer sabedoria, que nada mais é do que uma integração dialética de todos os aspectos da personalidade de uma pessoa, como: afeto, desejos, cognição e experiência de vida (PASCUAL-LEONE, 1983).

Existe uma separação conceitual entre dois tipos distintos de conhecimento: explícito e tácito (POLANYI, 1966; NONAKA; TAKEUCHI, 1995). Barth (2000) afirma que a diferença entre eles é que o explícito representa tudo o que está escrito ou codificado, sendo documentado de alguma forma, enquanto que o tácito traduz o conhecimento que está dentro da cabeça das pessoas, sem estar expresso de maneira nenhuma. Neste ínterim, Nonaka e Takeuchi (1995) defendem que a criação de idéias novas está relacionada com a conversão entre esses tipos de conhecimento. Isto quer dizer que a transformação de conhecimento tácito em conhecimento explícito, e vice-versa, representa criação de novas idéias, causando aprendizado pessoal ou organizacional. Surge, assim, a necessidade de gerenciar todas as informações produzidas e utilizadas. Caso isso não aconteça, as organizações que não possuem a habilidade de tratar o aprendizado e a criação de conhecimento organizacional de forma compartilhada irão simplesmente desaparecer (SANDELANDS, 1999). Nesta questão, Loermans (2002, p. 286) identifica a seguinte definição como sendo a mais abrangente para delimitar a área da Gestão do Conhecimento: “qualquer processo ou prática de criação, aquisição, captura, divisão e utilização do conhecimento, onde quer que ele esteja, para aprimorar o aprendizado e a performance das organizações”.

### 3 RESULTADOS DA PESQUISA

Passa-se agora a apresentar os resultados encontrados pelos autores durante a pesquisa.

#### 3.1 A GESTÃO DO CONHECIMENTO NO SERVIÇO PÚBLICO BRASILEIRO

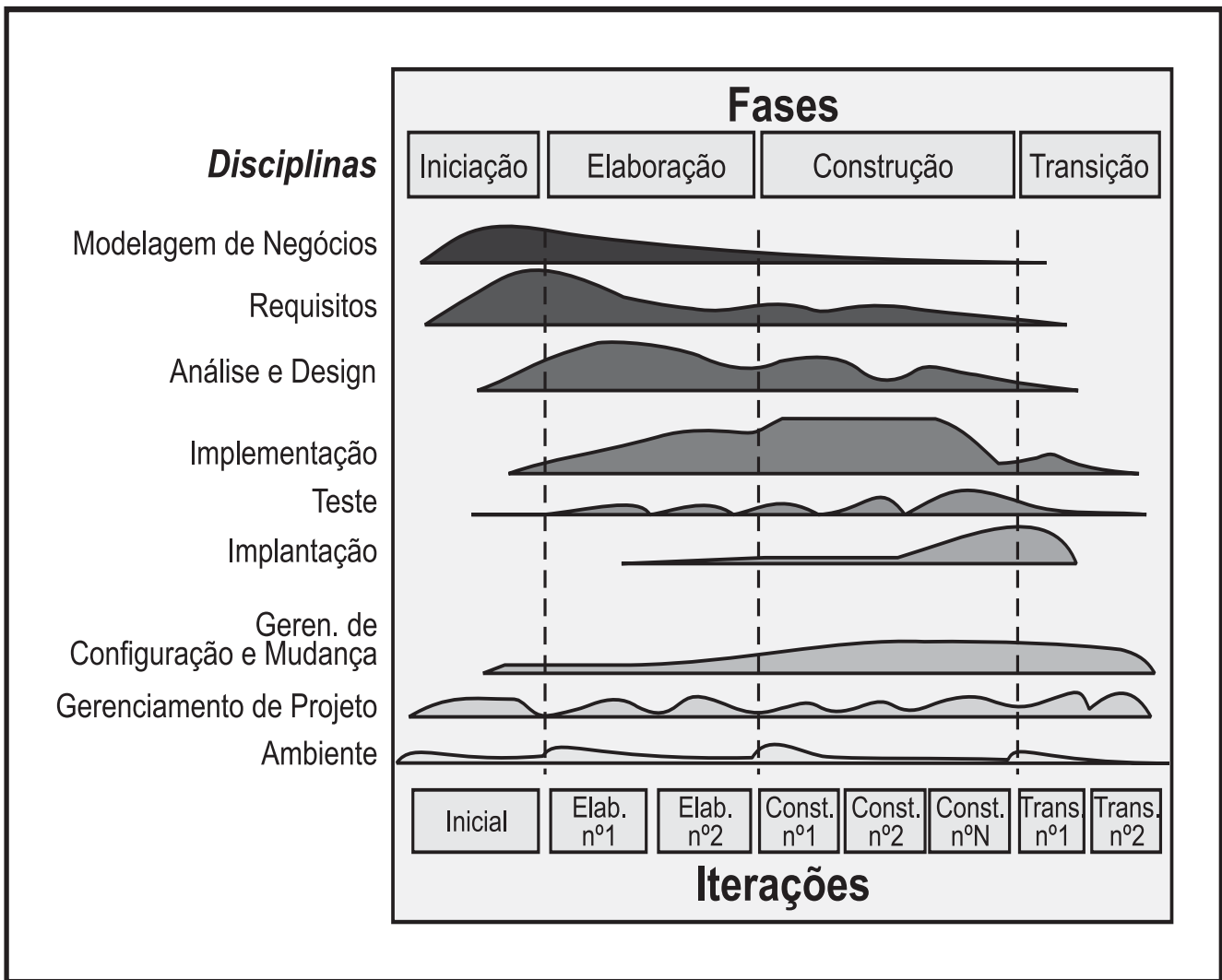
De acordo com as idéias de Wiig (2002), a administração pública é, ao mesmo tempo, importante e complexa. Potencialmente, o serviço público afeta diversos aspectos da sociedade, sendo que a eficiência das gestões traduz-se em benefícios aos cidadãos e a deficiência em malefícios flagrantes. Neste ponto, Wiig (2002) identifica a Gestão do Conhecimento como uma ferramenta, composta de diversas práticas, que pode elevar a eficiência dos serviços prestados pela administração pública.

Seguindo essa linha de raciocínio e percebendo a importância do tema, o Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA), subordinado ao Ministério do Orçamento, Planejamento e Gestão (MPOG), realizou um estudo acerca da adoção de práticas de Gestão do Conhecimento em todas as instâncias do Governo Federal (BRASIL, 2005). Esse documento defende que a finalidade da Gestão do Conhecimento no serviço público deve ser vista de forma mais ampla do que em empresas do setor privado. Assim, foram identificadas 27 práticas de Gestão do Conhecimento, verificando o estágio de implantação destas práticas em instituições do serviço público brasileiro. O gráfico 1 identifica as práticas de Gestão do Conhecimento utilizadas na pesquisa e apresenta o estágio médio de implantação destas práticas entre as organizações do serviço público nacional.

Percebe-se que apenas três práticas de Gestão do Conhecimento – portais virtuais, comunidades de prática e listas de discussão – já estão implantadas em mais da metade das instituições públicas brasileiras. Em todas as outras práticas, por mais importante que sejam, o percentual de implantação não ultrapassa a ordem de 40%. Outra contribuição trazida pelo trabalho do IPEA (BRASIL, 2005) está na identificação, por instituição do Governo Federal, dos resultados alcançados na implantação das práticas de Gestão do Conhecimento elencadas no primeiro gráfico. O gráfico 2 apresenta os resultados gerais referentes ao estágio de implantação do conjunto total de práticas pesquisadas.





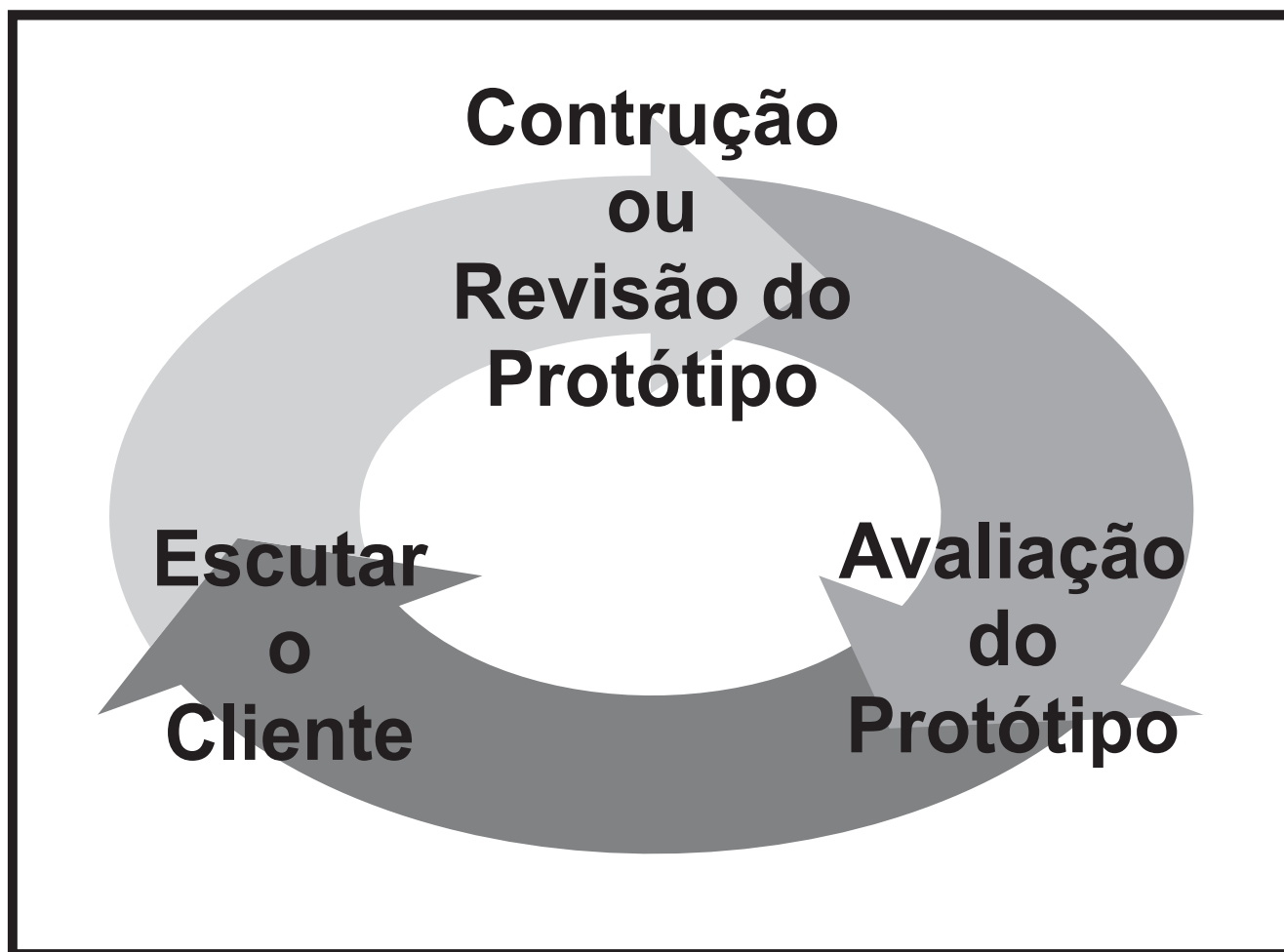


**Gráfico 1** - Estágio de implantação de práticas de Gestão do Conhecimento  
Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

A partir da análise do gráfico 2, percebe-se que as organizações mais avançadas na implantação de práticas de Gestão do Conhecimento apresentam apenas 35% das práticas analisadas implantadas com resultados. Mesmo que a maioria das organizações já tenha se planejado para que as práticas de Gestão do Conhecimento sejam implantadas, ainda existem muitas lacunas para promover a adoção dessas medidas e elevar a eficiência do serviço público, nos termos apresentados por Wiig (2002). Por essa razão, devem ser apresentadas e aproveitadas todas as oportunidades de implantação de práticas de Gestão de Conhecimento na estrutura pública brasileira, principalmente na tentativa de aumentar a eficiência e a eficácia dos serviços oferecidos, de

forma a elevar simultaneamente a transparência da execução orçamentária destas organizações.

Cabe esclarecer que as organizações militares estão subordinadas à Administração Direta do Governo Federal e também necessitam aprimorar as suas práticas de Gestão do Conhecimento. Por participarem do serviço público, as instituições militares estão subordinadas aos regulamentos e às determinações que orientam a execução orçamentária e financeira. Por esta razão, é fundamental a implantação de práticas de Gestão do Conhecimento para identificar, codificar e disseminar todos os tipos de conhecimento, tácito e explícito, envolvidos na execução orçamentária, no intuito de otimizar rotinas e proporcionar maior agilidade e transparência na execução orçamentária



**Gráfico 2** - Estágio de implantação por organização – total de práticas pesquisadas  
 Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

das organizações militares inclusive as instituições do Comando da Aeronáutica.

### 3.2 A EXECUÇÃO ORÇAMENTÁRIA NO COMANDO DA AERONÁUTICA

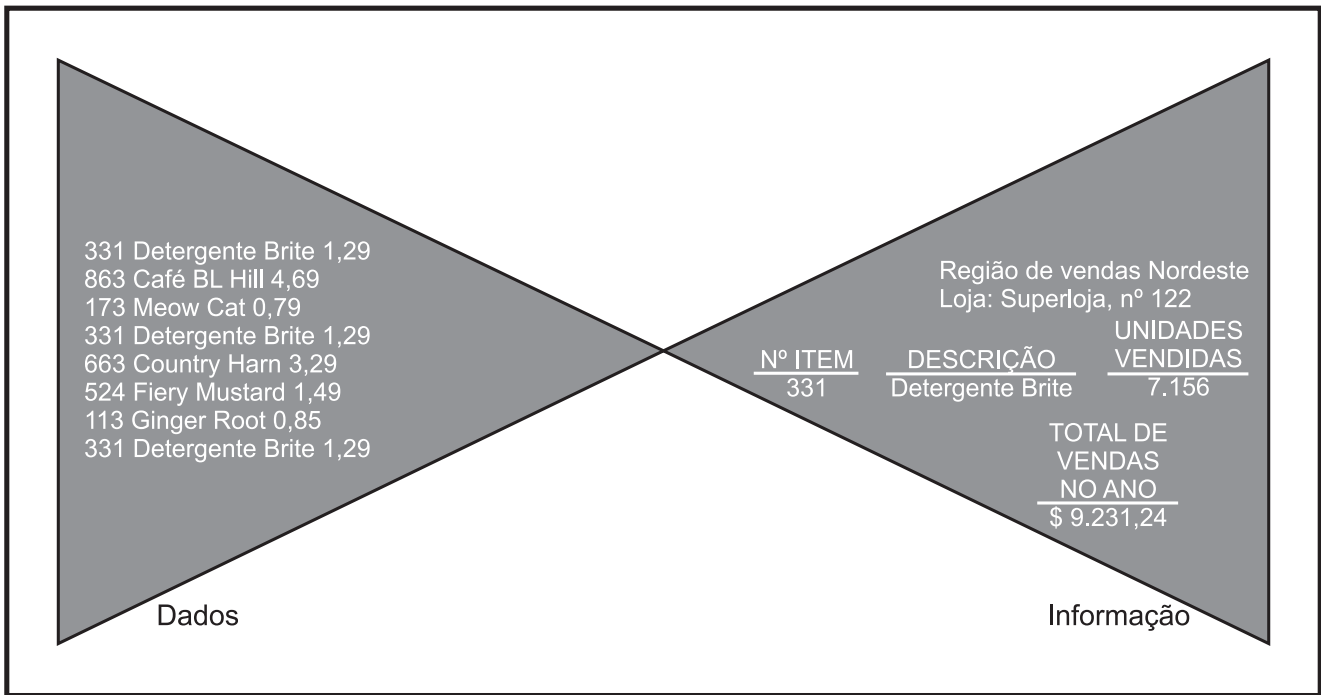
A estrutura administrativa e as rotinas desenvolvidas nas organizações do Comando da Aeronáutica para a execução orçamentária são complexas. Essa realidade traz reflexos negativos para a realização de processos de aquisição de produtos ou contratação de serviços, conforme se segue.

#### 3.2.1 AS FASES DA DESPESA PÚBLICA

Por força da Lei 4.320 (BRASIL, 1978), a despesa pública deve ser realizada em três etapas distintas, conhecidas como empenho, liquidação e pagamento. Na fase de empenho da despesa, será reservada uma parte da disponibilidade creditícia

da unidade em favor de um contratado. Essa fase da despesa pública deve ser precedida de licitação, conforme previsto pela Lei 8.666 (BRASIL, 1993). O procedimento licitatório visa encontrar a melhor alternativa de contratação para a Administração. As rotinas desenvolvidas pela organização militar para realizar a licitação e, posteriormente, emitir a nota de empenho, serão denominadas de rotinas de execução orçamentária e tem a atuação de diversos setores. O Setor Requisitante formaliza um Pedido de Aquisição de Material ou Serviço (PAM/S) que será conferido pelo Setor de Controle Interno (SCI) para ser encaminhado ao Setor de Licitações e Contratações, no intuito de preparar o edital da licitação e viabilizar a aquisição. Depois de encerrada a licitação, será emitida a nota de empenho em favor da empresa vencedora. Entre a confecção do pedido de aquisição e a emissão da





**Figura 1** - Etapas e tempo de processamento da Execução Orçamentária no COMAER.  
 Fonte: O Autor.

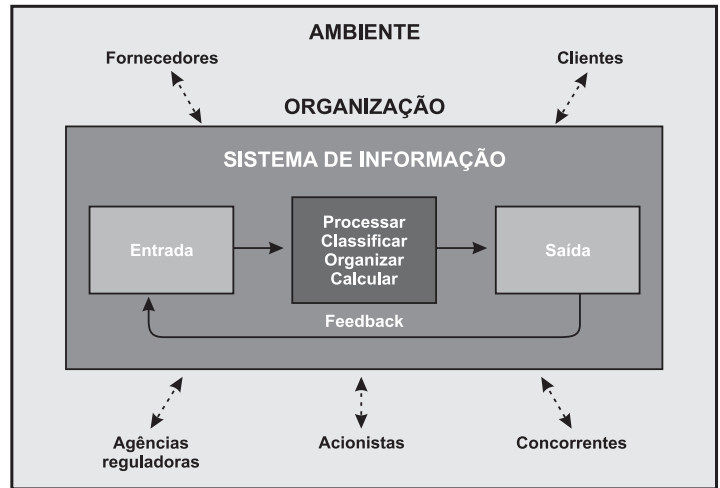
nota de empenho, pode-se variar no tempo conforme ilustrado pela figura 1.

Ao analisar a figura 1, percebe-se que o tempo de demora entre a emissão do pedido e a realização do procedimento licitatório pode variar entre 20 e 90 dias. Este trabalho sustenta a idéia de que a demora na fase interna do procedimento licitatório é resultado, na maioria das vezes, de falhas na comunicação entre os gestores envolvidos no processo, conforme será visto no item 4.2.3 deste trabalho. Desta forma, o processo será mais demorado quando forem utilizadas diferentes linguagens entre os gestores e não ocorrer consenso sobre os procedimentos a serem realizados. Por outro lado, o processo será mais rápido quando os gestores se entenderem e a comunicação entre eles for mais eficiente.

**3.2.2 O PRINCÍPIO DA SEGREGAÇÃO DE FUNÇÕES**

Depois de emitida a nota de empenho, ainda restam duas etapas para que a despesa pública seja finalizada, quais sejam: a liquidação e o pagamento. A fase de liquidação significa o aceite do material entregue, ou do serviço prestado, pelo fornecedor. Somente após a fase de liquidação é que a despesa será paga, por meio da transferência de recursos

financeiros para o contratado. Entretanto, vigora na administração pública o princípio da segregação de funções, no qual as atividades devem ser desenvolvidas por servidores distintos, de forma a não deixar partes significativas e relevantes do processo sob controle exclusivo de um único Agente da Administração, conforme ilustra a figura 2.



**Figura 2** - O princípio da segregação de funções.  
 Fonte: O Autor.

Como consequência deste princípio, o número de agentes da administração que participam do processo aumenta ainda mais, fazendo com que seja mais difícil a comunicação entre eles,



prejudicando a agilidade e transparência da execução.

### 3.2.3 A VISÃO CARTESIANA E A DIFICULDADE DE COMUNICAÇÃO

Neste ponto, deve-se ressaltar a grande quantidade de agentes da administração envolvidos nos processos de aquisições de material ou contratação de serviços. Cada pessoa envolvida no processo é responsável por uma etapa da execução orçamentária e isso acarreta a interpretação cartesiana de que a execução orçamentária é composta por diversos processos separados, independentes um do outro. Deve-se encarar o conjunto de etapas como um processo único, utilizando-se a visão sistêmica e percebendo que todos os agentes envolvidos na execução orçamentária estão dando continuidade ao trabalho desenvolvido nas etapas anteriores. Como o número de agentes envolvidos no mesmo processo é grande, a busca de entendimentos e a comunicação organizacional são dificultados, acarretando atrasos ou falhas no processo, em função de desentendimento entre os gestores sobre as rotinas que devem ser seguidas.

### 3.2.4 A PERDA DE CONHECIMENTO

Devido à grande quantidade de rotinas e pessoas envolvidas na execução orçamentária, é natural a utilização de uma grande quantidade de informações. Especificações do objeto a ser contratado, dados relacionados com as empresas vencedoras da licitação, informações relacionadas com a célula orçamentária, entre outras informações, são alguns exemplos de dados utilizados. Ocorre que essas informações não estão reunidas em um banco de dados unificado e elas provêm de fontes diversas. Na definição de Nonaka e Takeuchi (1995), todas essas informações são denominadas conhecimento, podendo ser de natureza tácita ou explícita. Ocorre que muitas das informações utilizadas na execução orçamentária se apresentam na forma de conhecimento tácito, encontrando-se no imaginário das pessoas. Nestes casos, o conhecimento é inerente às pessoas e não é devidamente explicitado ou codificado para facilitar a sua distribuição entre os setores da organização.

Deve-se ter em mente que ocorre grande rotatividade entre os militares que participam da execução orçamentária. Modificações de setores de trabalho, por motivo de promoção ou até mesmo por transferência de unidade, são frequentes. Dessa forma, todo o conhecimento tácito que eles acumularam é perdido, do ponto de vista organizacional, uma vez que não está codificado em lugar nenhum. Ademais, outro motivo de perda de conhecimento reside na utilização de ferramentas diferentes para registrar conhecimento. Planilhas de cálculo e documentos de texto, por vezes não são compatíveis entre si, causando retrabalho para utilizar o conhecimento em outras plataformas, gerando atrasos e falta de produtividade na execução. Em alguns casos, a incompatibilidade de ferramentas acarreta a não-utilização, e posterior perda, de conhecimento.

## 4 O SISTEMA ABACUS

Motivado pela necessidade de aumento na utilização de práticas de Gestão do Conhecimento no Comando da Aeronáutica, um Grupo de Trabalho iniciou suas atividades, na Base Aérea de Santa Maria (BASM), para criar uma ferramenta de gestão baseada nos fundamentos da Engenharia do Conhecimento (SILVEIRA DOS SANTOS et al., 2007) para promover a Gestão do Conhecimento nos assuntos relacionados à execução orçamentária de organizações militares. Procurava-se, com isso, aumentar os níveis de eficiência nos processos de aquisição de material ou contratação de serviços, trazendo mais agilidade, transparência e economia nos procedimentos licitatórios realizados nestas organizações. Esta ferramenta foi batizada de **Sistema Abacus** e foi desenvolvida para superar as dificuldades apontadas nos itens 3.1 e 3.2 deste trabalho.

### 4.1 FERRAMENTA ÚNICA DE GERENCIAMENTO

Tendo em mente a grande quantidade de pessoas e de informações envolvidas na execução orçamentária de organizações militares, existem linguagens e entendimentos diferentes no processo, cada qual relacionado com a área de atuação de um determinado setor. Razão pela qual o Sistema



Abacus se propõe a ser uma ferramenta única de gerenciamento da execução orçamentária. Dessa forma, todos os militares envolvidos no processo irão utilizar a mesma ferramenta e passarão a compartilhar uma linguagem única, proporcionada pelas rotinas desenvolvidas no *software*. Isso possibilita o alcance de entendimento entre os setores e possibilita a visualização do processo de execução orçamentário como um todo, já que todos terão acesso a todas as informações disponibilizadas no programa, verificando a atuação de todos os gestores envolvidos. A Figura 3 demonstra essa filosofia.

#### 4.2 DELINEAMENTO DE FLUXO DE TRABALHO

Existe um fluxo de trabalho implícito nas rotinas desenvolvidas pelo Sistema Abacus, seguindo uma seqüência voltada para o aumento da eficiência administrativa. Desta forma, a atuação no programa é iniciada com a emissão *on-line* de PAM/S. Posteriormente, o PAM/S é tramitado eletronicamente entre os setores de Controle Interno e de Licitações e Contratos, no intuito de ser realizada a padronização de linguagens e a conferência dos termos expressos no pedido. Além disso, a consulta de preços é realizada diretamente no programa, de forma a determinar o valor estimado de contratação antes da impressão e formalização do pedido, mantendo o controle sobre a disponibilidade creditícia da organização. Em seguida, o sistema confecciona todos os mapas comparativos das licitações, organiza a criação de processos de aquisição, realiza a função de protocolo de documentos e permite a consulta *on-line*, a todos os usuários, das informações relacionadas com a execução orçamentária da Unidade.

#### 4.3 CODIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE PRÁTICAS DE GESTÃO DO CONHECIMENTO

Um grande desafio a ser executado pelo Sistema Abacus está na proposta de identificação e codificação de todo o conhecimento tácito envolvido nas rotinas de execução orçamentária. O programa incentiva os usuários a inserir no sistema todas as informações necessárias para a contratação, a exemplo de procedimentos de

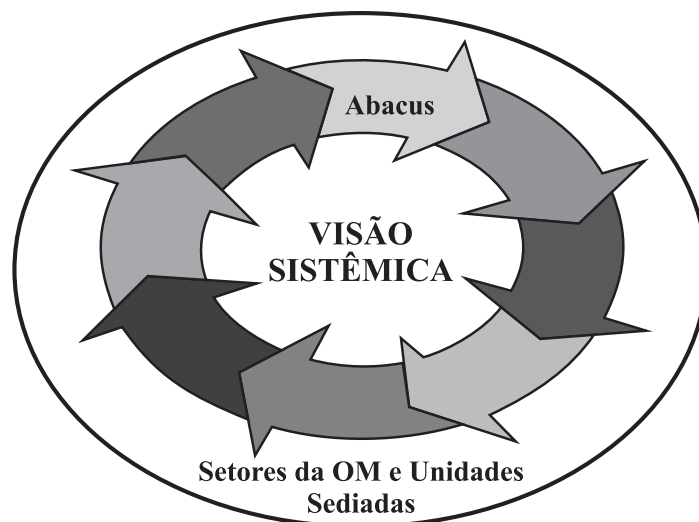


Figura 3 - O Sistema Abacus como única ferramenta de gerenciamento.  
Fonte: O autor

entrega e obrigações da empresa contratada. Além disso, o sistema possibilita anexar outros documentos ao PAM/S, a exemplo de desenhos ou projetos. Desta forma, procura-se codificar todas as informações tácitas envolvidas no processo e que, em muitos casos, não são documentadas, ficando apenas “na cabeça das pessoas”. Neste ponto, o objetivo principal é evitar a perda de conhecimento causada pelas rotações de pessoal, proporcionando um banco de dados permanente e que poderá ser consultado por qualquer usuário, a qualquer momento.

A preocupação descrita acima sintetiza uma das práticas de Gestão do Conhecimento identificadas na pesquisa do IPEA (BRASIL, 2005) comentada no item 3.1 deste trabalho. Ao todo, o Sistema Abacus proporciona a implantação de 11 práticas de Gestão do Conhecimento, quais sejam: a criação de portais *intranet*; a adoção de comunidades de prática relacionadas à execução orçamentária; a criação de fóruns e listas de discussão; gestão eletrônica de documentos, inteligência organizacional; memória organizacional; sistemas de *workflow*; adoção de melhores práticas de execução; educação corporativa; gestão de conteúdo; e criação de banco de dados único. Objetiva-se, com isso, o aumento da quantidade de práticas de Gestão do Conhecimento em utilização nas organizações militares do COMAER, por meio da adoção e implantação de uma única ferramenta de gestão.

#### 4.4 PROPORCIONAR APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL

Deve-se salientar que a codificação de conhecimento proporcionada pelo sistema acarreta a conversão de conhecimento tácito em conhecimento explícito, dando início ao processo de aprendizagem organizacional apresentado por Nonaka e Takeuchi (1995). Desta forma, todos os setores envolvidos na execução orçamentária aprendem em conjunto, acumulando conhecimento tácito a partir das informações codificadas no sistema, iniciando um ciclo de aprendizagem coletiva. Isto facilita a formação de linguagens unificadas e proporciona entendimento entre os gestores, acarretando maior agilidade e transparência aos processos.

#### 5 O SISTEMA ABACUS EM FUNCIONAMENTO

O Sistema Abacus já foi implantado em sete organizações militares do COMAER, sendo elas: a) Base Aérea de Santa Maria (BASM); b) Base Aérea de Florianópolis (BAFL); c) Segundo Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA 2); d) Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI); e) Quinto Comando Aéreo Regional (V COMAR); f) Base Aérea de Canoas (BACO); e g) Base Aérea de Boa Vista (BABV). Algumas destas unidades já apresentam resultados concretos após a implantação do sistema. Em outras organizações, o sistema ainda está na fase de implantação, principalmente por meio da adaptação dos usuários à nova sistemática de execução orçamentária trazida pelo programa. Além das organizações que já fizeram a implantação, três unidades estudam a implantação do *software*, quais são: a) Base Aérea de Campo Grande (BACG); b) Base Aérea de Porto Velho (BAPV); e c) Quarto Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA 4).

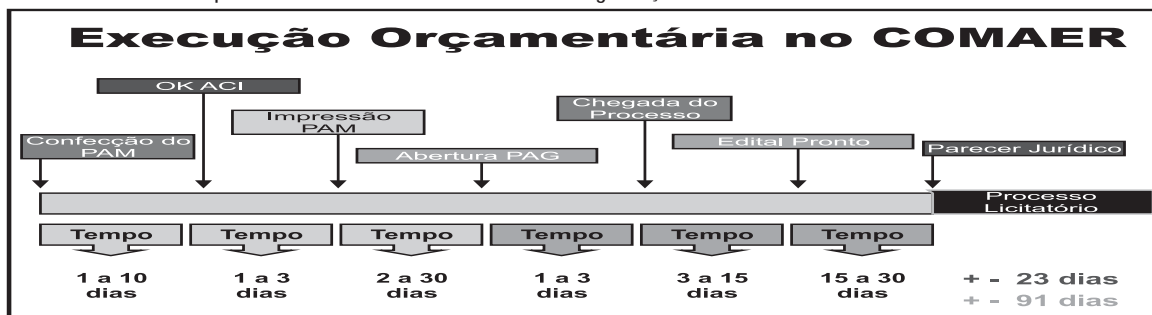
Antes de apresentar as melhorias alcançadas por algumas organizações, deve-se enumerar as condições necessárias para que a implantação seja concluída com sucesso. Em primeiro lugar, os agentes envolvidos devem ter consciência da necessidade de implantação do sistema. Caso contrário, a ocorrência de resistências à implantação será elevada. Após a decisão pela utilização do sistema, é recomendado o envolvimento efetivo da direção da organização, incentivando a participação organizada de todos os agentes envolvidos, com treinamentos e esclarecimentos prévios. Por conseguinte, toda a organização deve comprometer-se a utilizar o Sistema Abacus como a única ferramenta de gerenciamento da execução orçamentária, evitando a utilização de outras ferramentas que acarretem controle paralelo de informações.

Essas condições devem ser alcançadas para propiciar um contexto favorável à implantação do sistema. Cabe esclarecer que a simples instalação do programa nos servidores organizacionais não garante o alcance de resultados concretos. Para que isso aconteça, é importante a completa utilização da ferramenta, compartilhando a filosofia de utilização da visão sistêmica e realização de comunicação entre os setores. Seguem alguns resultados alcançados pelo programa.

#### 5.1 REDUÇÃO DA QUANTIDADE DE PROCESSOS

Após a implantação do sistema, foi possível reduzir a quantidade de processos administrativos para a aquisição de materiais ou a contratação de serviços, conforme evidenciado na Tabela 1. Cabe esclarecer que os dados são relacionados a uma organização militar que implantou o sistema no ano de 2005. Percebe-se, já no ano de implantação, a redução na quantidade de processos na ordem de

Tabela 1 - Quantidade de processos administrativos abertos em uma organização militar.



Fonte: O autor.



17,44%. No segundo ano de utilização do sistema, a redução na quantidade de processos foi ainda mais significativa, na ordem de 36,02%.

Essa redução pode ser explicada pela maior interação entre os gestores, facilitando a comunicação e proporcionando um acúmulo maior de pedidos em cada processo de aquisição. Deve-se salientar que a redução na quantidade de processos foi mais significativa nos casos de dispensa de licitação. Percebe-se que a quantidade de procedimentos licitatórios realizados pela unidade aumentou, ano após ano. Nesse caso, cabe esclarecer que a redução na quantidade de processos não acarretou uma redução nos valores orçamentários executados pela unidade, conforme será visto a seguir.

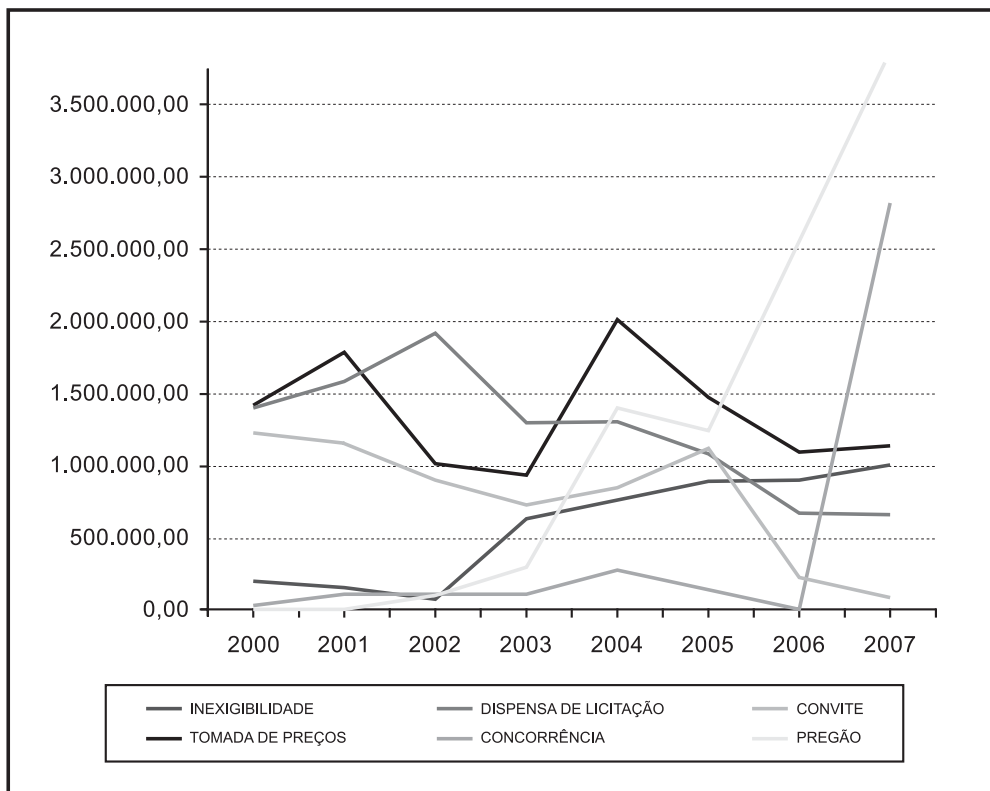
### 5.2 EXECUÇÃO ORÇAMENTÁRIA MAIS SIGNIFICATIVA EM LICITAÇÕES

Outro benefício da implantação do sistema vem a ser a inversão nos totais executados por modalidade de licitação, conforme demonstra o Gráfico 3. Nesse ponto, percebe-se que, antes da implantação do *software*, os valores mais

significativos eram executados com dispensa de licitação. Após a implantação do Sistema Abacus, ocorreu uma inversão nesta tendência e a organização passou a executar um valor maior de crédito em modalidades licitatórias, como convite, pregão, tomada de preços e concorrência. Essa inversão de tendência resulta da maior quantidade de procedimentos licitatórios realizados pela Unidade, mesmo com a redução do total de processos abertos. Além disso, a inversão de tendência demonstra a adoção de práticas de planejamento orçamentário por parte da organização, motivada pela maior comunicação entre os gestores. Faz-se mister ressaltar que o orçamento executado pela organização avaliada aumentava com o passar dos anos.

### 5.3 ADOÇÃO DE PRÁTICAS DE GESTÃO DO CONHECIMENTO E PLANEJAMENTO ORÇAMENTÁRIO

A implantação das práticas de Gestão do Conhecimento por meio da utilização do Sistema Abacus, conforme evidenciado no item 4.3 deste trabalho, acarretou a codificação de conhecimento



**Gráfico 3** - Valores executados no orçamento de uma organização militar.  
Fonte: O autor.



acerca da execução orçamentária da unidade, e possibilitou a ocorrência de aprendizagem organizacional, trazendo maior entendimento entre os gestores. Como resultado, a organização conseguiu planejar melhor a sua execução, fato que é comprovado pela maior quantidade de procedimentos licitatórios realizados. Este fator também demonstra maior eficiência da execução orçamentária da organização, possibilitando maior agilidade e transparência na alocação de seus recursos. Deve-se lembrar que a maior quantidade de licitações proporcionou economia para os cofres da organização, permitindo a realização de uma quantidade maior de contratações com a mesma quantidade de recursos orçamentários.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste trabalho, percebe-se que foi atendido o objetivo de identificar as principais contribuições trazidas pelo Sistema Abacus para implantar práticas de Gestão do Conhecimento na execução orçamentária e financeira de organizações militares do Comando da Aeronáutica.

Desta forma, realizou-se uma pequena revisão de literatura acerca de Gestão do Conhecimento. Posteriormente, foram identificadas algumas características do processo de execução orçamentária de organizações militares, principalmente no tocante às fases da despesa pública, ao princípio de segregação de funções, à visão cartesiana que prevalece nas organizações militares, além da perda de conhecimento que ocorre na execução orçamentária destas Unidades. Verificou-se que essas características dificultam a própria execução orçamentária, causando atrasos, possíveis erros e acarretando baixa produtividade. Diante dessa situação, demonstrou-se a filosofia de criação do Sistema Abacus, que deve ser a única ferramenta de gerenciamento da execução orçamentária, além de proporcionar aprendizagem organizacional entre os setores que participam desta execução, por meio da adoção de 11 práticas de Gestão do Conhecimento (foram apresentados os resultados alcançados por algumas organizações que implantaram a ferramenta com sucesso).

Diante destas informações, percebe-se que o Sistema Abacus propiciou a redução da quantidade

de processos de aquisição nas organizações, ao mesmo tempo em que tornou mais significativa a utilização de procedimentos licitatórios nestas Unidades. Ademais, o sistema possibilitou a adoção de técnicas de planejamento orçamentário, tornando possível o acúmulo de uma quantidade maior de PAM/S em um mesmo processo.

Por fim, enfatiza-se que os resultados do sistema devem continuar a ser estudados, acompanhando-se os resultados alcançados por outras organizações. Ademais, deve-se incentivar a realização de estudos desta natureza em organizações militares que ainda não implantaram o Sistema Abacus, no intuito de confrontar as informações entre as organizações que utilizam o programa e aquelas que ainda não implantaram esta ferramenta.

### REFERÊNCIAS

BARTH, S. Defining Knowledge Management. **CRM Magazine**, jul. 2000. Disponível em: <http://www.destinationcrm.com/Articles/News/Daily-News/Defining-Knowledge-Management-46355.aspx>. Acesso em: nov. 2007.





BRASIL. Lei 4.320, de 17 de março de 1964. Estatui normas gerais de direito financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1964.

\_\_\_\_\_. Lei 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1993.

BRASIL. Ministério do Orçamento, Planejamento e Gestão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Gestão do Conhecimento na Administração Pública**. Brasília, DF: IPEA, 2005.

COFFEY, A.; ATKINSON, P. **Making sense of qualitative data: complementary research strategies**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 1996.

DRETSKE, F. I. **Knowledge and the flow of information**. Cambridge, MA: MIT Press, 1981.

DRUCKER, P. F. **Post-Capitalist Society**. New York: Harper-Collins, 1993.

KAKABADSE, N. K.; KAKABADSE, A.; KOUZMIN, A. Reviewing the knowledge management literature: towards a taxonomy. **Journal of Knowledge Management**. Bradford, v. 7, n. 4, p. 75-91, 2003.

LAVE, J. **Cognition in practice**. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1988.

LOERMANS, J. Synergizing the learning organization and knowledge management. **Journal of Knowledge Management**. Bradford, v. 6, n. 3, p. 285-294, 2002.

MERRIAM, S. B. **Qualitative research and case study applications in education**. San Francisco: Jossey-Bass, 1998.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The knowledge-creating company**. Oxford: Oxford University Press, 1995.

PASCUAL-LEONE, J. Growing into human maturity: towards a meta-subjective theory of adult stage. In: BALTES, P. B. **Life-Span Development and Behavior**. New York: Academic Press, 1983. p. 117-156. 5 v.

PEREIRA, J. M. **Finanças Públicas: a política orçamentária do Brasil**. São Paulo: Atlas, 1999.

PLATÃO. **Plato I: Euthyphro, Apology, Crito, Phaedo, Phaedrus**. Tradução de GOWLER, H. N. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1953. p. 117-124.

POLANYI, M. E. **Personal Knowledge: towards a post-critical philosophy**. Chicago: University of Chicago Press, 1966.

SANDELANDS, E. Learning organizations: a review of the literature relating to strategies, building blocks and barriers. **Management Literature in Review**. Bradford, v. 1, 1999.

SILVEIRA DOS SANTOS, R. A. et al. Aproximando a Engenharia do Conhecimento e a Gestão do Conhecimento: a utilização de novos conceitos no desenvolvimento de sistemas. **ENCONTRO DE ADMINISTRAÇÃO DA INFORMAÇÃO**, 1, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANPAD, 2007.

SOUZA, A. S. de. **Gestão do Orçamento Público no Exército Brasileiro: uma metodologia para análise e integração dos sistemas de orçamento e planejamento**. 2002. 141 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SPRADLEY, J. P. **The ethnographic interview**. Belmont: Wadsworth, 1979.

\_\_\_\_\_. **Participant observation**. Orlando: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers, 1980.

SWANN, J.; SCARBOROUGH, H.; PRESTON, J. Knowledge Management – the next fad to forget people? **CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS**, 7., 1999, Copenhagen. **Proceedings...** Copenhagen, 1999.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

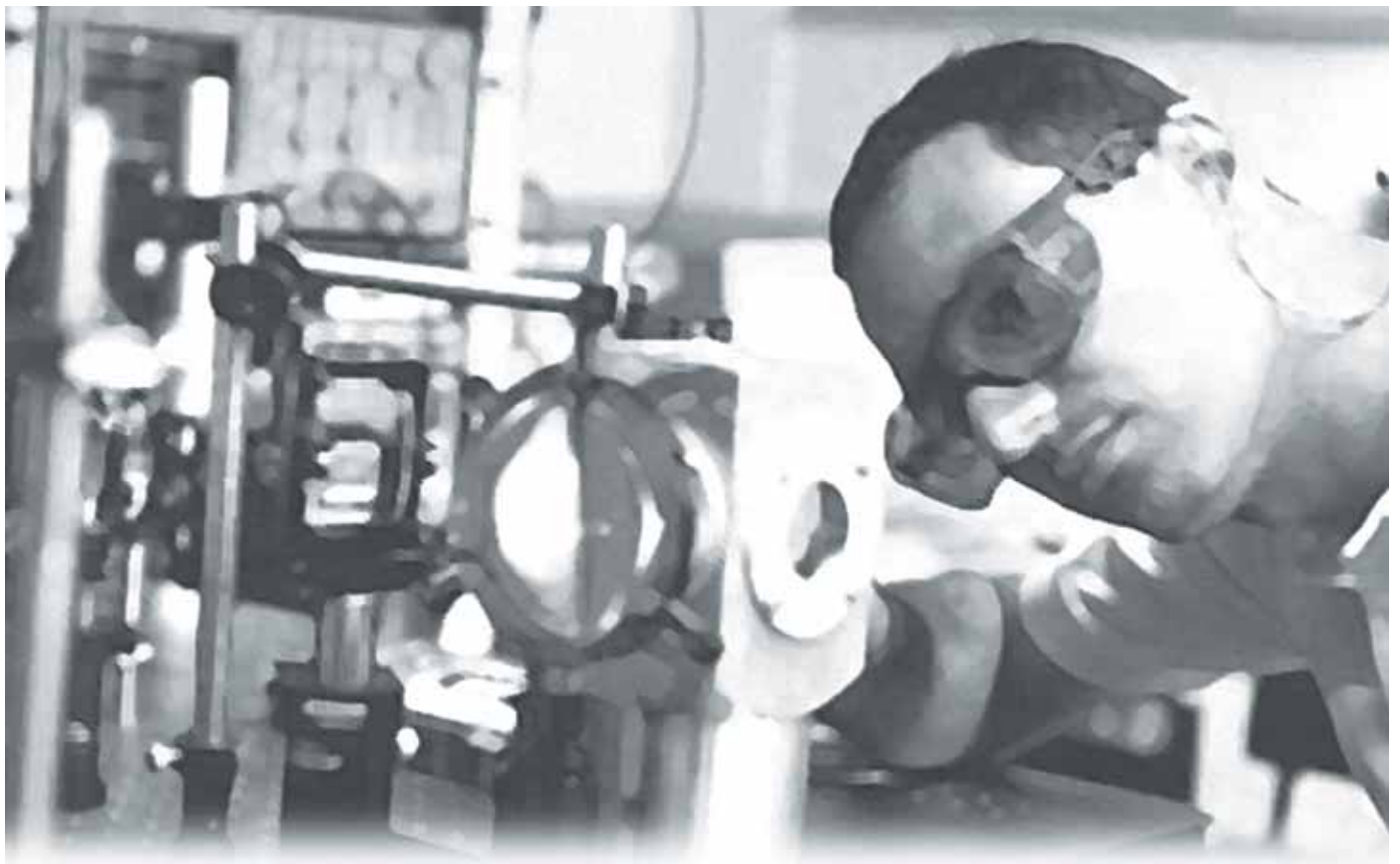
WEICK, K. **Sensemaking in organizations**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 1995.

WIIG, K. M. Knowledge management in public administration. **Journal of Knowledge Management**. Bradford, v. 6, n. 3, p. 224-239, 2002.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZACK, M. H. Managing codified knowledge. **Sloan Management Review**. Cambridge, v. 40, n. 4, p. 45-58, 1999.





## Gestão Estratégica e Operacional em Instituições Públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação: o caso do Instituto de Estudos Avançados

### *Strategic and Operational Management in Innovation, Science and Technology Public Institutions: the case of the Advanced Studies Institute*

Brigadeiro Engenheiro Maurício Pazini Brandão<sup>1,2</sup>

1 Diretoria de Engenharia da Aeronáutica

2 Doutor em Engenharia Aeronáutica e Astronáutica - Stanford University

#### RESUMO

Este trabalho apresenta o estudo de caso de gestão de uma instituição pública brasileira de ciência, tecnologia e inovação. Para fundamentar o estudo e esboçar o cenário do caso, inicialmente apresentados alguns conceitos. Seguem-se discussões sobre características de instituições públicas brasileiras do setor de CT&I, seus principais problemas de planejamento e gestão, com o propósito de questionar qual seria um bom modelo gerencial para instituições desta classe. Finalmente, é apresentado o caso do IEAv, sua recente transformação gerencial, estratégica e operacional, com avaliação qualitativa das melhorias de desempenho obtidas.

**Palavras-Chaves:** Instituições de CT&I. Gestão pública estratégica. Estudo de caso.

**Recebido:** 10/04/2008

**Revisado:** 25/08/2008

**Aceito:** 04/09/2008

\***Autor:** Brigadeiro Engenheiro Maurício Pazini Brandão, formado pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica em 1978; Mestrado em Engenharia Aeronáutica (ITA-1983); Doutorado em Engenharia Aeronáutica e Astronáutica - Universidade de Stanford - EUA (1988); MBA em Gestão Institucional Estratégica (UFF-2005).

**Contato:** e-mail: pazinibrandao@gmail.com.



## ABSTRACT

*This research presents a case study from an Innovation, Science and Technology Brazilian Public Institution. To support the study and design the case's situation, are presented some necessary concepts. Following some discussions about the features of an Innovation, Science and Technology Brazilian Public Institutions, its main planning and management problems with the purpose of argue witch management model would be better for this sort of institution. Finnaly is presented the case of Advanced Studies Institute, its recent operational and strategic management modification and a qualitative evaluation of achieved improvements.*

**Keywords:** *Innovation. Science and Technology Institution. Public Management. Case Study.*

## INTRODUÇÃO

Segundo os futuristas norte-americanos Alvin e Heide Toffler (1999), a humanidade experimentou, ao longo dos últimos seis mil anos, três revoluções, que eles qualificam como ondas. A primeira onda foi a Revolução Agrária, que teve início há seis mil anos, com o surgimento do arado metálico. A segunda onda foi a Revolução Industrial, que teve início no século XVIII, com o desenvolvimento do motor a vapor. Finalmente, a terceira onda foi a Revolução do Conhecimento, que teve início na década de 1980, com o advento da rede mundial de computadores.

Com a Revolução Agrária, a primeira onda, houve um significativo aumento da produção agrícola e o ser humano teve amenizada a sua fome. Com a Revolução Industrial, a segunda onda, houve um notável incremento da produção industrial seriada e o ser humano teve aliviada a sua carga de trabalho braçal. Com a Revolução do Conhecimento, a terceira onda, houve um admirável impulso do acesso à informação e o ser humano teve atenuada a sua ignorância.

É interessante observar que o aparecimento destas três ondas foi marcado pela introdução no cenário global de inovações resultantes da maturação de conhecimentos e da transformação de conhecimentos em tecnologias. O impacto da introdução de inovações na sociedade pode, portanto, ter intensidade suficiente para provocar novas ondas e novas eras de evolução social. Esta constatação sugere que este tema deve ter um acompanhamento permanente e uma visão estratégica, de forma a permitir aos planejadores desenvolverem alguma capacidade de antecipação.

No Brasil, assim como em qualquer outro país desenvolvido ou em desenvolvimento, existem instituições devotadas à geração de conhecimento, de tecnologias e de inovações. A gestão desses trabalhos, além de aspectos comuns a toda gestão clássica, tem as suas particularidades. Óbices característicos reclamam soluções próprias para o sucesso dessas instituições. Este é o tema do presente artigo: como gerenciar organizações de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) em nosso país, para que elas possam ser eficazes e eficientes, cumprindo as suas missões institucionais dentro de prazos razoáveis e com os recursos disponíveis. Como ilustração, descrevemos o caso do Instituto de Estudos Avançados (IEAv), órgão da administração pública direta, componente do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), sediado na São José dos Campos, no Estado de São Paulo.

## 1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

**Ciência**, do latim *scientia*, significa conhecimento, na sua forma mais geral. Segundo os filósofos, o conhecimento é o resultado da percepção que adquirimos a partir de uma ou mais informações. Estas informações resultam da combinação cerebral de dados coletados por sensores. Desde Santo Agostinho (354-430), no século IV da Era Cristã, esses sensores foram identificados como sendo os cinco sentidos humanos: visão, audição, tato, olfato e paladar. São Tomás de Aquino (1225-1274) admitiu a inclusão nessa lista, de uma sexta via sensorial, de caráter místico-espiritual, como fonte de dados e geradora, conseqüentemente, de novas informações e de novos conhecimentos.



Ciência pode ser entendida também como um conjunto organizado de conhecimentos. Conjuntos organizados de conhecimentos podem ser obtidos a partir da dedução, interpolação ou extrapolação de informações tidas como expressões de verdade, a partir da análise de modelos que tentam reproduzir os fenômenos naturais ou, ainda, a partir de experimentos conduzidos com controles considerados válidos pela comunidade científica.

Normalmente, são fazedores de Ciência os filósofos — amantes do conhecimento — e os cientistas agentes evulidores do conhecimento. O ambiente mais apropriado para que a Ciência seja feita é o acadêmico-universitário. Ali, a contínua preocupação com a transmissão do conhecimento torna-se a mola propulsora da consolidação do conhecimento que já existe e permite, por meio de inspirações, inferências e extrapolações, a geração de novas idéias. Nesse ambiente, o conhecimento pode e deve ser praticado na sua forma mais pura, a chamada Ciência Básica, caracterizada como sendo o conhecimento pelo próprio conhecimento, sem visar a uma aplicação imediata.

**Tecnologia** é uma forma especial de Ciência, dita Ciência Aplicada, que tem como propósito atingir um determinado fim. Adaptando idéias de Platão (428-348 A.C.), expostas nos diálogos em Crátilo, Tecnologia é uma palavra composta, formada a partir dos radicais gregos *téchne* e *logos*. O significado desta junção é filosoficamente muito profundo: o estudo ou o conhecimento de como ser patrão e de como dispor da própria mente. Assim, Tecnologia pode ser entendida como uma forma de conhecimento aplicado ou transformado, a fim de atingir um objetivo. Normalmente, são fazedores de Tecnologia os engenheiros e os técnicos, e o ambiente mais apropriado para que ela seja feita é o dos centros de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). **Pesquisa** pode ser entendida como a busca sistemática por uma nova solução, um novo dispositivo ou um novo processo, de forma a atender a uma determinada finalidade. Já **Desenvolvimento** pode ser entendido, no contexto deste artigo, como o conjunto de ações destinadas a gerar uma solução verificável,

um dispositivo homologável ou um processo reproduzível em bases economicamente viáveis e que sejam também aceitáveis a partir do ponto de vista sócio-ambiental.

O dueto P&D é considerado, no Comando da Aeronáutica, como uma fase do ciclo de vida de seus sistemas de defesa. Essa fase é precedida pelas fases Conceptual, de Viabilidade e de Definição. Uma vez estabelecido um objetivo, na fase Conceptual, ele é analisado; na de Viabilidade, são elencadas diversas formas possíveis de se atingir o objetivo; e, finalmente, na de Definição, é escolhida, dentre as opções possíveis, aquela que deverá ser perseguida.

**Inovação** pode ser entendida como a capacidade de transformar a Tecnologia em produto, processo ou serviço, de forma a atender a um objetivo. Também pode ser entendida como a característica que define uma prática como inédita ou incomum na área de negócios de uma organização. Esta palavra tem origem no radical latino *innovationis*, que significa renovação, a capacidade de ver o mesmo objeto com novos olhos.

Normalmente, são fazedores de Inovação os inventores e os empreendedores, e o ambiente mais apropriado para que ela ocorra é o industrial e de serviços. Nesse ambiente, produtos são produzidos, processos são otimizados e serviços são disponibilizados, em prol da melhoria da qualidade de vida da população, com seus decorrentes impactos econômicos e sociais.

Nesses conceitos, busca-se a sistematização e o didatismo, porém sem abdicar da generalidade e da flexibilidade conceitual. Os parágrafos anteriores parecem sugerir uma separação entre Ciência, Tecnologia e Inovação, que, na realidade, não existe. Tecnologia e Inovação podem ser feitas nas universidades, assim como Ciência pode ser feita nas indústrias. De forma semelhante, podemos ter engenheiros, técnicos, inventores e empreendedores trabalhando em universidades, assim como podemos ter filósofos e cientistas pensando em indústrias. Os conceitos foram dispostos aqui apenas para esboçar um cenário e para apresentar alguns relacionamentos que



existem entre CT&I (STOKES, 2005; MOWERY; ROSENBERG, 2005).

Uma Instituição Pública de CT&I é uma organização do Poder Público Nacional (federal, estadual ou municipal) formalmente destinada a desenvolver alguns dos aspectos conceituais aqui dispostos. Trabalhar o conhecimento, as aplicações do conhecimento e os produtos, processos ou serviços decorrentes dessas aplicações faz parte de sua missão institucional, atribuída por uma Política. Para o cumprimento desta missão, a Instituição recebe do Poder Público recursos humanos, tecnológicos, logísticos, orçamentários, financeiros e de informação, realizando seus planejamentos e planos. Esse é o tema da próxima seção deste texto.

## 2 POLÍTICA, ESTRATÉGIA E PLANEJAMENTO

Política, Estratégia e Planejamento são conceitos aplicáveis a quaisquer organizações. Porém, como o tema deste artigo versa sobre Instituições Públicas, as organizações a que nos referimos aqui são organizações de governo.

A Escola Superior de Guerra (2004) define **Nação** como sendo um “grupo complexo, constituído por grupos sociais distintos que, ocupando um mesmo espaço físico, compartilham da mesma evolução histórico-cultural e dos mesmos valores, movidos pela vontade de comungar um mesmo destino”. Essa Escola considera, em sua doutrina que o **Estado** é a Nação politicamente organizada.

**Política**, de uma maneira simples, é a arte e a ciência de estabelecer objetivos organizacionais e de orientar a busca, conquista e manutenção desses objetivos. Em termos ainda mais concisos, Política é a arte e a ciência de governar. A **Política Nacional**, no sentido lato, deve permitir a formulação de uma visão estratégica, assim como definir e orientar o que deve ser realizado pelo Estado. Essa orientação deve ser decorrente dos **Objetivos Nacionais**.

A **Política Nacional** está relacionada com os **Objetivos Nacionais Fundamentais**, que são a democracia, a integração nacional, a integridade do patrimônio nacional, a paz social, o progresso

e a soberania. Já a **Política de Governo** está relacionada com os **Objetivos Nacionais de Governo**, que os quais devem ser estabelecidos como contribuintes dos Objetivos Fundamentais e em consonância com a conjuntura, já que um Governo possui um prazo definido para existir, enquanto que a Nação é permanente.

A **Visão Estratégica** define como uma organização deseja ser reconhecida no futuro, estabelece a amplitude de atuação da organização e define uma situação que se deseja alcançar. Essa Visão deve colocar os objetivos futuros como desafios ambiciosos, mas alcançáveis com os recursos disponíveis, dentro de um determinado prazo.

A Escola Superior de Guerra (BRASIL, 2004) ensina que **Óbices** são “obstáculos de toda ordem que dificultam ou impedem a conquista e manutenção de objetivos”. A Escola ensina também que **Estratégia** é “a arte de preparar e aplicar o Poder para conquistar e preservar Objetivos, superando Óbices de toda ordem”. Já a **Estratégia Nacional** “é a arte de preparar e de aplicar o Poder Nacional para, superando os Óbices, alcançar e preservar os Objetivos Nacionais, de acordo com a orientação estabelecida pela Política Nacional”. Em decorrência deste conceito, a **Estratégia de Governo** é definida como sendo a forma como este “prepara e aplica o Poder Nacional para alcançar e preservar seus Objetivos, de acordo com a orientação estabelecida pela Política de Governo”.

O Poder de uma Nação pode ser, ao mesmo tempo, uma ferramenta de mudança e de manutenção da conjuntura, de acordo com os interesses nacionais. Segundo a doutrina da Escola Superior de Guerra (BRASIL, 2004), esse Poder resulta da união interagente de todos os recursos nacionais de natureza política, econômica, psicossocial, militar e científico-tecnológica. A ação desse Poder deve ser orientada no sentido de eliminar ou de atenuar o impacto dos Óbices na sociedade brasileira. Essa ação deve ser decorrente de planejamentos, considerando os recursos disponíveis e os prazos estimados para alcance dos Objetivos.



Segundo o pensador romano Lucius Annaeus Sêneca (4 A.C.-65 D.C.), “se um homem não sabe a que porto se dirige, nenhum vento ser-lhe-á favorável!”. Segundo Toffler e Toffler (1999), “apesar de tudo, à medida que avançamos para a terra desconhecida do amanhã, é melhor ter um mapa geral e incompleto, sujeito a revisões, do que não ter mapa nenhum”. A direção a que Sêneca se refere é uma analogia ao Objetivo. O mapa a que Toffler se refere é uma analogia ao Planejamento que deve decorrer da definição do Objetivo. Munidos de uma direção e de um mapa, podemos navegar à frente com mais segurança!

Um planejamento é um conjunto de procedimentos e de ações, visando ao alcance de determinados objetivos ou à realização de determinados projetos. Dispondo dos objetivos definidos pelas políticas, os planejadores exercitam seus planejamentos, explicitando, dentre outros elementos, requisitos a serem obedecidos, recursos disponíveis, restrições aplicáveis e prazos a cumprir. Destes planejamentos resultam planos de curto, médio e longo prazos, dependendo do caráter estratégico ou operacional dos objetivos previamente definidos pelas políticas.

A literatura das Ciências da Administração é bastante generosa em provar a importância de qualquer organização, pública ou privada, ter seu planejamento estratégico. Em virtude dessa generosidade, cremos ser desnecessário enfatizar aqui esse ponto. Vale ressaltar, porém, alguns elementos considerados clássicos da teoria de planejamento estratégico. A **identificação da instituição** é feita por meio de elementos, como histórico, negócio, missão, visão, valores, fatores críticos para o sucesso, políticas, objetivos, diretrizes, estratégias, metas e planos. A partir de um **diagnóstico estratégico**, esses elementos são organizados em ambientes interno e externo, com seus fatos portadores de futuro: pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças. Daí decorre a **visão estratégica** (presente e futura), que a instituição deve adotar para enfrentar o seu futuro com maior segurança (MARCIAL; GRUMBACH, 2004).

Ressaltam, dentre os elementos do planejamento estratégico, como seus principais norteadores, a visão e a missão da corporação. Por exemplo, o *Air Force Research Laboratory (AFRL)*, principal instituição de P&D da Força Aérea Norte-Americana, tem a seguinte visão: “nós defendemos a América por meio da libertação do poder de tecnologias aeroespaciais inovadoras.” Este Laboratório também tem a seguinte missão: “liderar a descoberta, o desenvolvimento e a integração das tecnologias de combate disponíveis para as nossas forças aeroespaciais”. Nota-se, aqui, a preocupação desta instituição com a liderança no Poder Aeroespacial, o que pode ser obtido a partir do domínio de diversos setores da CT&I.

Estabelecido esse cenário conceitual, é realizada agora uma análise das características típicas de instituições públicas brasileiras do mesmo setor.

### 3 ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DE INSTITUIÇÕES PÚBLICAS NACIONAIS DE CT&I

Instituições brasileiras de CT&I cumprem as suas missões a partir da execução de pesquisas, projetos e atividades. As pesquisas visam a testar novos conceitos e novas idéias, normalmente empregando apenas o raciocínio dos pesquisadores e/ou simulações computacionais. Em resumo, pesquisas costumam empregar recursos mais modestos. Os projetos têm seus inícios e prazos definidos, sendo normalmente resultantes de pesquisas bem sucedidas. As atividades, diferentemente dos projetos, têm perenidade, sendo usualmente frutos de projetos bem sucedidos.

Vamos exemplificar essa sistematização de idéias. Um pesquisador inventa um novo método de tratamento superficial de materiais, empregando laser. Enquanto ele investiga a validade do novo método, empregando meios computacionais e laboratoriais modestos, à guisa de demonstração de conceito, o pesquisador está realizando pesquisa. Se ele pretende investigar mais profundamente a idéia, empregando mais recursos humanos, computacionais, laboratoriais e financeiros, elabora uma proposta de projeto.



Para que a proposta seja aceita pela instituição, o pesquisador precisa convencer as autoridades institucionais de sua validade política, técnica e financeira. A proposta deve contribuir para a consecução dos objetivos institucionais, empregar preferencialmente meios já disponíveis e não onerar em demasia o orçamento já previsto. Concluído o projeto com sucesso, o resultado passa a ser empregado rotineiramente pela instituição, como conhecimento consolidado, tornando-se uma atividade. Este trabalho tem prosseguimento até que a nova tecnologia possa ser patenteada e transferida para o setor industrial, onde se transforma em inovação.

Levanta-se, aqui, a questão da propriedade intelectual como ferramenta de estímulo à pesquisa, tecnologia e inovação. Embora fuja ao propósito deste trabalho, vale a pena registrar que o tema é regulado internacionalmente pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), instituição da Organização das Nações Unidas (ONU) com sede em Genebra, Suíça. Recentes visões brasileiras deste assunto foram apresentadas por Galembek e Almeida (2005) e por Souza (2005). Também vale o registro aqui da aprovação, há menos de um ano, da chamada Lei de Inovação, que regula esse assunto em nosso País.

Os trabalhos realizados em instituições públicas de CT&I regem-se por diversos requisitos, entendidos como sendo as condições que devem ser satisfeitas, as exigências legais e particulares essenciais para o sucesso de um processo, serviço ou produto. Estes trabalhos são limitados pelos recursos organizacionais disponíveis, como os recursos humanos, tecnológicos, logísticos, orçamentários, financeiros e de informação, para a realização dos trabalhos. Esses recursos caracterizam a capacidade de resposta que a organização possui, em um determinado instante, para atender às demandas que lhe são apresentadas por organismos superiores ou que ela se auto impõe, como resultado de políticas internas criadas por seus próprios colaboradores.

Todos os projetos realizados em instituições nacionais e internacionais de CT&I estão arriscados a sofrer de duas doenças endêmicas: aumento de

custos e prorrogação de prazos. Essas doenças, por um lado, criam expectativas nos pesquisadores e, por outro lado, geram pressões por resultados da parte dos gestores e financiadores. Expectativas e pressões podem realimentar-se, algumas vezes, infelizmente, de maneira instável e destrutiva. Algumas das razões pelas quais essas doenças atacam a realização dos projetos serão comentadas no próximo capítulo deste artigo.

Disposto esse cenário, podemos arriscar aqui uma avaliação. Na execução de pesquisas, projetos ou atividades, as instituições brasileiras de CT&I vivem um dilema: ou têm planejamento sem execução, ou têm execução sem planejamento. No primeiro caso, o principal problema é a quebra de expectativas. Os gestores despendem grandes esforços para coordenar a realização de planejamentos, fazendo uso de instrumentos os mais diversos, mas vêem os seus esforços esvaírem-se no tempo que passa, desrespeitando todos os cronogramas previstos. E no segundo caso, o principal problema é o da perda de recursos. Os gestores acabam realizando aquisições de materiais permanentes, de consumo ou de serviços sem garantia de pleno benefício dessas aquisições para a instituição. Em resumo: compram mal!

Ambas as situações são como as varetas extremas de um mesmo leque. O que acontece realmente é uma combinação desses extremos. Para melhor entendimento desse dilema, vamos descrever no próximo capítulo o que ocorre tipicamente em cada uma dessas situações.

#### 4 O DILEMA DO PLANEJAMENTO E GESTÃO

Apresentamos neste capítulo uma descrição das duas partes do dilema gerencial que acabamos de lançar. Os quadros discutidos a seguir são, em favor da, necessariamente hipotéticos e propositalmente exagerados, em favor da didática. Qualquer semelhança com situações reais é uma mera coincidência!

##### 4.1 PRIMEIRA PARTE DO DILEMA – PLANEJAMENTO SEM EXECUÇÃO

Muitos gestores crêem que a tarefa de planejamento deve ser conduzida pelos pesquisadores da instituição. A racionalidade por



detrás desta crença está no fato de que são eles, os pesquisadores, que estão na vanguarda do trabalho. São eles que sabem o que deve ser feito ou adquirido, qual é o custo de cada etapa do trabalho, como o trabalho deve ser executado, quem deve executar o trabalho, quando cada etapa deve acontecer e qual é a interdependência funcional entre as etapas.

Os gestores demandam dos pesquisadores os seus planejamentos. O nível de detalhamento dos planejamentos está associado às características pessoais dos gestores. Se o gestor tem um perfil analítico de negociação – que combina reserva com reatividade – existe alta probabilidade de os pesquisadores verem-se imersos em muitas tabelas, planilhas e justificativas, com detalhes microscópicos. Se, por outro lado, o gestor tem um perfil catalisador de negociação – que combina expressividade com proatividade – existe alta probabilidade de o nível de detalhamento demandado ser bastante superficial, restrito a aspectos mais macroscópicos.

Os planejamentos são realizados, ascendem as escalas hierárquicas da instituição, vão sendo filtrados e consolidados. Não raro, novas necessidades de dados são criadas, demandando retorno dos planejamentos aos pesquisadores, que, convencidos de que replanejar é a única maneira de terem alguma oportunidade mais relevante na instituição, empenham-se fortemente no sentido de cumprir as demandas gerenciais nos prazos combinados.

As expectativas começam a se quebrar quando, por falta de recursos financeiros, os projetos não são aprovados ou são aprovados parcialmente, demandando extensões de cronogramas e outros replanejamentos. Etapas são postergadas e oportunidades são perdidas, particularmente para quem está trabalhando no estado-da-arte de algum tema de pesquisa, em disputa com outros grupos de pesquisa nacionais ou internacionais. Esse quadro é agravado quando, dentre as etapas de um projeto, consta a aquisição de um item no exterior, demandando uma série de tarefas específicas. Não devemos esquecer que por detrás das oportunidades perdidas existem

compromissos assumidos com base na credibilidade pessoal dos pesquisadores e da instituição.

Além da carência de recursos financeiros, contribuem para agravar essa situação atrasos na liberação de recursos aprovados e, como está na moda na última década, contingenciamento destes mesmos recursos pelo governo federal. O tempo passa e os planejamentos precisam ser refeitos. Muito comumente, os custos sobem e as soluções inicialmente imaginadas tornam-se inviáveis pelas mais diversas razões técnicas ou financeiras. As expectativas vão se transformando em desesperança. Há perda de credibilidade no sistema, na instituição e nas lideranças gerenciais que a representam.

#### 4.2 SEGUNDA PARTE DO DILEMA – EXECUÇÃO SEM PLANEJAMENTO

Totalmente descrentes da validade dos planejamentos e da capacidade da instituição de financiar os seus trabalhos, os pesquisadores adotam uma postura radicalmente diferente. Eles esperam que, milagrosamente, a instituição continue a prover os insumos básicos de seus trabalhos, como energia elétrica, água, papel, recursos computacionais (hardware, software e suprimentos), alimentação e salários. O resto está a cargo deles!

Os pesquisadores vão a campo, preparam propostas de projeto e as submetem a diferentes órgãos de fomento à pesquisa. Muitas vezes, sem consulta prévia à administração da instituição, assumem compromissos em nome dela e prometem resultados aos financiadores com prazos otimistas. Esperam contar com recursos humanos inexistentes e com recursos materiais institucionais supostamente à disposição exclusiva de seus projetos todo o tempo. Não têm preocupações com legislações orçamentárias e trabalhistas. Atropelam procedimentos oficiais de aquisição e de controle dos bens adquiridos com recursos públicos. Esperam, em síntese, que a instituição lhes forneça o suporte requerido no momento aprazado e que ela não coloque nenhum obstáculo aos seus trabalhos, permitindo-lhes concentrar todas as energias na atividade- fim do projeto. Muitas vezes, propõem mais de um





projeto, na esperança de que sejam capazes de tocar mais de uma frente de trabalho ao mesmo tempo.

As aquisições de produtos e de serviços são feitas tendo por ênfase o critério da oportunidade. As especificações são formuladas às pressas, sem maiores preocupações com padronização institucional, garantias de qualidade e apoio pós-venda. Os controles da documentação de projeto, dos relatórios de registro do trabalho em andamento e dos resultados obtidos ficam prejudicados. As prestações de contas são feitas apenas quando a instituição é acionada pelos órgãos patrocinadores ou quando os pesquisadores têm interesse particular na continuidade do projeto.

As expectativas começam a quebrar -se quando a instituição aloca recursos humanos, materiais e instalações para outros projetos ou atividades, provocando atraso nos cronogramas acordados com os órgãos externos de fomento. A situação fica ainda mais complicada quando surge algum problema inesperado na condução do projeto, e os pesquisadores acionam a instituição desejando uma solução imediata do problema, sem obterem atendimento. A instituição defende-se do atraso ou da impossibilidade de atendimento, argumentando que ela não tem conhecimento de todas as variáveis do projeto, por falta de planejamento. Os pesquisadores sentem-se abandonados, desprestigiados e, como ocorre na situação oposta do leque, há perda de credibilidade no sistema, na instituição e nas lideranças gerenciais que a representam.

Em outras palavras, qualquer que seja a ponta do leque do dilema, o final da história é sempre o mesmo: pesquisadores desestimulados e tensões internas elevadas.

As duas situações descritas aqui são obviamente hipotéticas e exageradas ao extremo. A realidade, como já apontamos, é uma situação intermediária. Ambas as situações, porém, representam uma coleção de problemas reais e típicos que requerem uma gestão eficaz e, se possível, eficiente. Por eficaz, consideramos aqui a gestão que contribui para o sucesso da missão institucional. Por eficiente, consideramos aquela gestão que, além de eficaz, permite que essa

contribuição para o sucesso ocorra com economia de meios e aumento do potencial institucional para novas empreitadas.

## 5 UM MODELO FLEXÍVEL E DINÂMICO DE GESTÃO

Perante a realidade atual de uma instituição pública de CT&I, coloca-se aqui a seguinte pergunta: como compatibilizar objetivos institucionais a atingir, dentro de prazos indeterminados, com recursos indefinidos? Neste capítulo, tentamos discutir este tema e fornecer uma teoria para delinear uma possível resposta.

Atualmente, conceitua-se uma gestão pública empreendedora como sendo uma forma de exercer a gestão pública centrada em resultados benéficos para o cidadão. Esta gestão é caracterizada por alguns elementos fundamentais, tais como compromisso, inovação, liderança, parceria e melhoria contínua. A melhoria contínua invoca o conceito da gestão pela qualidade, que vem sendo aperfeiçoado desde os anos 1980. Esta gestão é caracterizada por uma ação gerencial participativa, envolvendo todos os atores, baseada em dados e fatos e voltada para a satisfação do cidadão. Adicionalmente, uma instituição de CT&I deve focar a gestão do conhecimento. Essa gestão deve ter uma abordagem voltada para a identificação, o registro, o desenvolvimento, a disseminação e o controle do conhecimento no ambiente organizacional. Este último aspecto é particularmente importante em instituições que trabalham com tecnologias de ponta e com tecnologias sensíveis e duais, para aplicações civis e de defesa nacional.

Um bom modelo gerencial deve contemplar um **equilíbrio dinâmico** entre todos os fundamentos da gestão. Para esclarecer esta idéia, vamos utilizar mais uma vez aqui a ferramenta didática da analogia, invocando idéias da Matemática e da Física.

Considere a instituição pública de CT&I como um sistema; e cada fundamento de sua gestão, como uma força, representada por um vetor institucional. O vetor é um ente matemático complexo, com quatro características: intensidade, direção, sentido e ponto de aplicação. Os vetores



estão aplicados ao sistema em diferentes pontos, com diferentes intensidades, direções e sentidos. A Física ensina que o equilíbrio é a situação em que todas as forças aplicadas a um sistema dão soma vetorial nula. Nesta situação, o sistema navega em uma determinada direção com velocidade constante, por inércia. Em outras palavras, a sua aceleração é nula. Há progresso, mas não aceleração do progresso.

Por **equilíbrio dinâmico** queremos denotar uma outra idéia: fazer o sistema navegar com aceleração diferente de zero, na direção dos objetivos institucionais. Para que isso aconteça, não podemos simplesmente somar todos os vetores institucionais para obter um resultado nulo. Temos que antes sensoriar o sistema, desenvolver análises, tomar decisões e realizar ações gerenciais capazes de mudar os pontos de aplicação, as intensidades, os sentidos e as direções dos vetores contrários à direção de interesse institucional e somá-los, após estas mudanças, para avaliarmos a aceleração resultante.

Algumas ações gerenciais podem, com um certo esforço, provocar a mudança de pontos de aplicação, intensidades e sentidos dos vetores institucionais. Porém, a Física ensina, sabiamente, que apenas um tensor pode mudar a direção de um vetor. Acontece que um tensor é um ente matemático muito mais complexo que um vetor. O número de componentes ou de intensidades de um tensor, que representam as diversas inter-relações entre todos os vetores institucionais e seus atores, é bem maior. A caracterização completa de um tensor é tarefa que demanda tempo e grande capacidade de percepção. O simples fato de tentar realizar essa caracterização pode provocar uma mudança na natureza de alguns vetores institucionais. Assim, o gestor deve empregar muita sagacidade e muita calma em suas ações. Mas, se ele perseverar, terá sucesso!

Muitos são os fundamentos e ferramentas de gestão de uma instituição pública de CT&I que o gestor pode tomar como vetores institucionais. Uma busca não exaustiva na literatura aponta como possíveis exemplos de vetores, além dos próprios atores, a gestão participativa, a gestão baseada

em processos, a gestão do conhecimento, a gestão por competências, a melhoria contínua, a valorização das pessoas, a busca da agilidade, o sistema inteligente (*expert system* – que visa ao aprendizado organizacional), a inovação, o foco em resultados e a visão de futuro, dentre outros.

Outro aspecto importante para apreciar a evolução do equilíbrio dinâmico é o estabelecimento de indicadores à moda BSC e a realização de avaliações de desempenho. Para indicadores adequados às instituições de CT&I, discussões recentes estão dispostas em Gusmão (2005) e em Ferreira e Negreiros (2005). Para avaliação de desempenho, uma referência é o Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização, replicado em diversos estados da Federação, com os seguintes critérios de avaliação institucional:

- **Liderança:** sistema de liderança, cultura da excelência, análise crítica do desempenho global;
- **Estratégias e Planos:** formulação das estratégias, desdobramento e operacionalização das estratégias, formulação do sistema da medição do desempenho;
- **Cidadãos e Sociedade:** imagem e conhecimento mútuo, relacionamento com os cidadãos e usuários, interação com a sociedade, responsabilidade sócio-ambiental, ética e desenvolvimento social;
- **Informação e Conhecimento:** gestão das informações da organização, gestão das informações comparativas, gestão do conhecimento (capital intelectual);
- **Pessoas:** sistemas de trabalho, educação e capacitação (treinamento e desenvolvimento), qualidade de vida;
- **Processos:** gestão de processos finalísticos (produto, processo ou serviço), gestão de processos de apoio, gestão de processos de suprimento (fornecedores), gestão orçamentária e financeira; e
- **Resultados:** resultados relativos aos cidadãos-usuários (mercado ou clientes), resultados relativos à interação com a sociedade, resultados orçamentários e financeiros, resultados relativos às pessoas, resultados relativos a suprimento



(fornecedores), resultados relativos a serviços e produtos e resultados dos processos de apoio e organizacionais.

O equilíbrio dinâmico é, portanto, um processo complexo de gestão, a exigir do gestor competências, habilidades e atitudes que vão muito além daquelas reconhecidas como tradicionais em gestão. Essas novas exigências incluem também o emprego de todas as múltiplas inteligências do gestor (GARDNER, 1995), com ênfase para a inteligência emocional (GOLEMAN, 1995). Sobretudo, o gestor deve apreciar o poder vivificador das mudanças no sistema e atuar sobre os processos e atores para promover as mudanças adequadas nos locais apropriados e nos momentos corretos (GARDNER, 2005).

Os tensores institucionais, capazes de mudar a direção dos vetores institucionais, são os principais agentes e as chaves para o sucesso das mudanças requeridas. Para tanto, os tensores precisam ser realmente institucionais e permanentes, de forma a prover continuidade de ações, mesmo com troca de gestores. Podemos apreciar o conceito de equilíbrio dinâmico aplicado a um caso real, no estudo de caso apresentado a seguir.

## 6 ESTUDO DE CASO – O INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS

O IEAv é uma instituição pública, o qual tem por missão pesquisar e realizar estudos avançados de interesse do Comando da Aeronáutica. A visão estratégica do Instituto é ser uma organização de referência internacional na pesquisa de tecnologias críticas de interesse para a Defesa Nacional (BRASIL, 2003; BRANDÃO, 2005).

O Instituto teve suas origens lançadas em meados dos anos 1970, mas foi criado oficialmente em 2 de junho de 1982. Faz parte da estrutura do CTA, localizado na cidade de São José dos Campos, Estado de São Paulo, juntamente com o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) e o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI).

A localização do IEAv no CTA é privilegiada. No mesmo campus coexistem uma escola de engenharia e de pós-graduação de nível

internacional, o ITA; um instituto de P&D do setor aeroespacial, o IAE; e um instituto de normatização, transferência tecnológica e qualidade industrial, o IFI. Nesse ambiente, trabalham juntos estudantes, professores, técnicos, engenheiros e pesquisadores, civis e militares. Além disso, outros institutos de P&D, universidades e inúmeras indústrias instalaram-se nas proximidades, criando um cenário onde CT&I são praticadas de maneira sinérgica.

O IEAv foi criado para desenvolver soluções inovadoras na área da energia nuclear. Enquanto a maioria das iniciativas mundiais relativas ao enriquecimento isotópico de materiais nucleares físséis estava focada no processo de ultracentrifugação – o que ocorre ainda hoje, devido ao desmantelamento de arsenais nucleares da Guerra Fria nos últimos vinte anos – as pesquisas do IEAv estavam, desde a sua fundação, voltadas para técnicas de fotônica. Fotônica é o nome fantasia associado a todas as tecnologias de eletrônica que empregam alguma forma de luz. O nome deriva de fóton, o quantum de radiação eletromagnética, que ora tem efeitos de onda, como nos diversos tipos de lasers; ora de matéria, como no efeito fotoelétrico, tema que deu o Prêmio Nobel ao físico alemão Albert Einstein (1867-1955), há exatamente um século.

A idéia inovadora era, desde a década de 1970, excitar átomos com lasers sintonizados, de forma que átomos de isótopos de interesse pudessem ser ionizados e separados dos demais átomos neutros por meio de campos elétricos. Este processo de enriquecimento isotópico, que foi perseguido por alguns dos países mais desenvolvidos do planeta, revelou-se eficaz e centenas de vezes mais eficiente do que o processo de ultracentrifugação. Só não foi avante, até agora, por ser economicamente inviável e por levantar questões ligadas ao controle de tecnologias sensíveis e duais da área energético- nuclear. Porém, os poucos países que dominam essa tecnologia preservam os conhecimentos, a ela associados, para aplicações no futuro.

Com o fim da Guerra Fria, a criação do Mercosul e a ampliação do foco dos governos pós-1985 sobre as questões sociais, houve uma



grande redução de interesse governamental na área nuclear. Esse desinteresse foi confirmado pela ratificação pelo Brasil do Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares (NPT em inglês) e do Regime de Controle da Tecnologia de Mísseis (MTCR em inglês). Com essas ratificações, conforme disposto na Constituição de 1988, o país deixou evidente que não iria perseguir o desenvolvimento de mísseis de longo alcance como meios de entrega de armas de destruição em massa, enfatizando a disposição pacífica da resolução de conflitos.

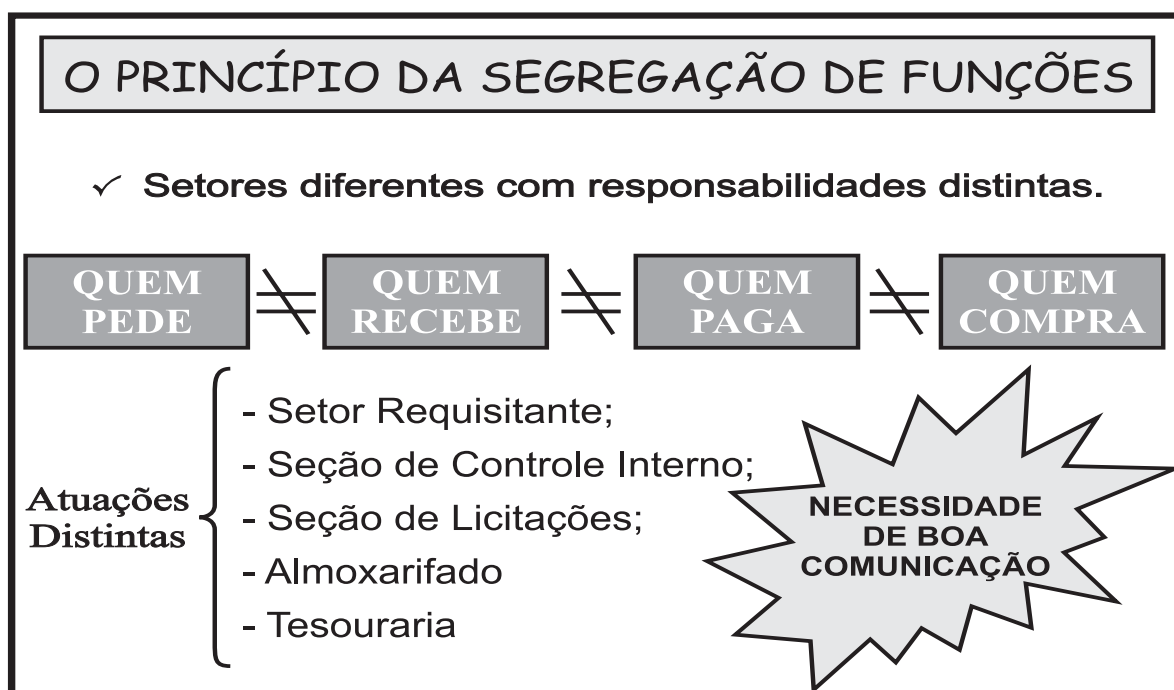
O IEAv, que funcionava até meados da década de 1990 apenas com recursos orçamentários diretos de governo, viu a sua única fonte de financiamento definir intensa e rapidamente. Como resultado, alguns projetos foram cancelados, outros projetos foram reorientados, e iniciou-se a busca por fontes alternativas de financiamento. Porém, isto tinha um preço. O Instituto, que até aquela época era uma instituição fechada em si própria, em razão da natureza sensível e dual de suas pesquisas, teve que se abrir para a sociedade.

Não foi um preço muito grande a pagar. Na perseguição ao domínio do processo de enriquecimento isotópico por fotônica, o IEAv

adquiriu grande competência em lasers, em materiais e em dispositivos eletromagnéticos e eletro-ópticos. Dessa competência resultaram diversos *spin-offs* que, oriundos de aplicações da área nuclear, transformaram-se em aplicações da área aeroespacial. Dentre esses *spin-offs*, podemos citar dispositivos de sensoriamento remoto na faixa infravermelho termal, lasers para processamento industrial de materiais e diversos tipos de sensores empregando fibras ópticas.

Atualmente, o IEAv realiza pesquisas e projetos e desenvolve soluções nas áreas de Física Aplicada, Energia Nuclear, Fotônica, Sensoriamento Remoto e Sistemas de Auxílio à Decisão. Além disso, presta serviços à comunidade, por meio de convênios e parcerias nas áreas de radiações ionizantes e não-ionizantes, metrologia óptica e consultorias. Lideram estes trabalhos algumas dezenas de pesquisadores doutores, em contínua interação com parceiros dos demais Institutos do CTA, das industriais, das universidades e de outras organizações públicas e privadas de P&D nacionais e internacionais.

Nos últimos cinco anos, os trabalhos do Instituto sofreram grandes alterações as quais foram guiadas por um único modelo gerencial,



**Figura 1** - Modelo gerencial dos trabalhos de CT&I do IEAv  
Fonte: O Autor

conforme disposto na figura 1. O modelo contempla um ciclo anual de quatro fases: Concepção, Planejamento, Execução e Avaliação, as quais passamos a detalhar a seguir.

Na fase de Concepção, as Unidades de P&D elaboram suas Propostas de Trabalho da maneira mais livre e ideal possível. Os pesquisadores podem, nessa etapa, revisar as propostas já aprovadas e em andamento e dar vazão aos seus potenciais criativos, fazendo novas propostas. As propostas são elaboradas por meio eletrônico, segundo planilhas padronizadas, com diversos controles e níveis de acesso. O encaminhamento das propostas ao longo das cadeias funcional e matricial de chefia para filtragem e aprovação

é feito por meio de assinaturas e de protocolos eletrônicos, com proteção criptográfica. Os autores de propostas podem acompanhar, em tempo real, onde elas se encontram e qual é o status atribuído a cada uma delas. Dessa forma, existe possibilidade de realimentação (*feedback*) em diversas etapas do Planejamento e da Execução.

É curioso perceber, nessa etapa, que, de uma maneira consistente, os pesquisadores têm concebido realizar, do ponto de vista financeiro, um valor geral cerca de sete vezes maior do que aquele que o Instituto tem efetivamente realizado em cada ano. Aqui, chamo a atenção do leitor para o fato de existir um potencial represado de planejamento que pode ser invocado rapidamente, caso surjam novas oportunidades de financiamento ou mudança de prioridades, de acordo com as políticas institucionais.

As propostas dos pesquisadores são encaminhadas à Comissão de Gestão de Pesquisa e Desenvolvimento (CGP&D). Trata-se de uma comissão permanente, com membros eleitos por prazos definidos para representar os pesquisadores das Unidades de P&D do Instituto. Acompanha os trabalhos dessa comissão um membro da Coordenadoria de Planejamento e Controle (CPC), órgão encarregado de consolidar o planejamento, controlar a execução de todos os trabalhos institucionais ao longo do ano e assessorar a Direção do IEAv nos assuntos relativos a esses temas. Segundo o Regimento Interno da CGP&D,

são as seguintes as principais atribuições dessa Comissão:

- assessorar, com base nos objetivos da Instituição, a Direção do IEAv, quanto à priorização das metas de P&D;
- disponibilizar a minuta dos Critérios Institucionais de Priorização, para uma avaliação pela comunidade do IEAv envolvida com atividade de P&D, e proceder a uma reavaliação dos mesmos;
- definir e divulgar os Critérios Institucionais de Priorização e os seus correspondentes pesos, que deverão ser considerados pelas Unidades de P&D na elaboração de suas Propostas de Objetivos das Unidades;
- preparar, anualmente, a Proposta de Priorização de Objetivos Institucionais, com base nos Critérios Institucionais de Priorização pré-definidos, que será discutida e analisada pela Direção;
- definir e divulgar, a toda a comunidade do IEAv, o cronograma do processo de gestão de P&D;
- realizar o Workshop Anual do IEAv (WAI);
- coordenar o processo de renovação da CGP&D, sempre que necessário;
- divulgar à comunidade do IEAv a distribuição de notas das propostas de projeto; e
- permitir, no final do ano fiscal, o acesso de cada proponente às notas referentes aos seus projetos.

A tarefa mais importante da CGP&D consiste em preparar uma priorização de todas as propostas de trabalho institucionais. Essa tarefa é guiada por regras bem definidas e amplamente conhecidas por toda a comunidade. Essas regras levam em consideração aspectos técnicos e logísticos das propostas. Concluída a tarefa, a CGP&D encaminha à Direção do IEAv uma lista com uma priorização preliminar. Essa lista é revista pela Direção quanto aos seus aspectos políticos, levando em consideração a conjuntura de momento das parcerias externas e dos relacionamentos institucionais. A fase de Concepção é concluída, como disposto na figura 1, com a definição e divulgação interna dos objetivos institucionais priorizados.



Aqui, vale a pena chamar a atenção do leitor para os seguintes atributos dessa etapa de priorização: representatividade, democracia e transparência. Todas as Unidades de P&D e todos os atores envolvidos nos trabalhos institucionais estão representados e têm diversas oportunidades de contribuir nesse processo. Todas as propostas são avaliadas pelos mesmos indicadores, por analistas competentes, e são comparadas entre si, permitindo eliminar subjetividades absolutas e relativas. Finalmente, todas as regras empregadas e os resultados da aplicação dessas regras são de amplo conhecimento do público interno. Lembramos o leitor, ainda, de que a realimentação do processo pelos atores é possível, desde que oportuna.

Concluída a fase de Concepção, passa-se à fase de Planejamento. Nessa fase, os trabalhos que estão em andamento têm seus planejamentos atualizados e os novos trabalhos, de maior priorização, têm os seus planejamentos detalhados. Todas as tarefas de planejamento são realizadas eletronicamente, em sistema corporativo padronizado, de forma que a Instituição retém todos os registros, permitindo recuperar informações e emitir documentos de controle rotineiros e intempestivos. Isto permite criar elos mais sutis entre trabalhos institucionais e indivíduos, bem como permite a continuidade dos trabalhos, caso haja necessidade de troca de atores em algum projeto.

Nessa etapa, conhecidas as prioridades institucionais, são detalhados os planejamentos de todos os trabalhos que têm alguma possibilidade de realização no ano seguinte. Assim, caso haja um influxo maior de recursos financeiros do que o influxo originalmente previsto para o ano, a instituição pode responder de maneira organizada, sem incorrer nos atropelos da segunda parte do dilema disposto no capítulo 4 deste artigo.

Os planejamentos das diversas Unidades de P&D são reunidos, revisados e consolidados em um documento oficial chamado Plano de Trabalho Anual (PTA) do Instituto. Esse documento é encaminhado oportunamente aos órgãos de gestão da cadeia de chefia funcional do

IEAv, de forma a subsidiar o planejamento, a execução e o controle dos trabalhos por partes de órgãos externos ao IEAv e internos ao Comando da Aeronáutica. Vale chamar a atenção para o fato dessa fase ser totalmente automatizada, liberando os pesquisadores para dedicação às suas atividades-fins.

A fase de Execução é decorrência direta do PTA institucional elaborado e aprovado. A CPC acompanha essa fase através de meios eletrônicos. Entradas de recursos, pedidos de aquisição, pedidos de importação, entregas de insumos, atingimento de *milestones*, conclusão de relatórios, dentre outras tarefas, são todas verificadas e encaminhadas a quem de direito rápida e eficientemente. Assinaturas eletrônicas, em diversos níveis, registradas de forma segura, dão validade e legalidade aos processos. Mensagens eletrônicas fluem em todas as direções onde o conhecimento se faz requerido, dando conta do andamento dos processos. Os gestores e pessoas interessadas podem acompanhar esse andamento e atuar proativamente, contribuindo para a agilidade e a eficiência de todo o sistema de gestão.

A fase de Avaliação do desempenho do sistema tem o seu carro-chefe ocorrendo todo mês de junho. Esse mês foi escolhido pela sua posição no calendário e por coincidir com o mês de aniversário do Instituto. Esse carro-chefe é o Workshop Anual do IEAv (WAI), uma iniciativa de caráter técnico cujos objetivos são os seguintes:

- aumentar a visibilidade dos trabalhos de P&D em andamento no IEAv;
- promover a integração das várias áreas de pesquisa em curso no Instituto;
- promover o aumento da produtividade científica, por meio da inter-relação entre as Unidades de P&D; e
- servir como uma ferramenta de planejamento estratégico do IEAv.

O Workshop contém a apresentação de trabalhos em forma oral e em pôsters. Trata-se de uma oportunidade que os pesquisadores aproveitam para divulgar os trabalhos realizados e em andamento, dando crédito a equipes e



parceiros. Contribuindo para a visibilidade institucional interna, o WAI promove a realização de reuniões paralelas de grupos de trabalho sobre temas de interesse da comunidade. Contribuindo para a visibilidade e integração de parceiros externos, o programa do Workshop prevê, ainda, o desenvolvimento de painéis e debates com a presença de Diretores de Institutos do CTA, do Diretor do CTA e de outras personalidades externas convidadas.

Além de ser um *showcase* institucional, um papel importante do WAI é ser um agente catalisador de estratégias. Novos conceitos são ali apresentados, mesmo que eles aparentemente não revelem uma identificação imediata com os objetivos institucionais de curto prazo. Afinal, faz parte da missão do IEAv investigar novas fronteiras. Além disso, o WAI serve como pano de fundo de ações gerenciais de nível operacional. Em 2005 foi realizada a quinta versão do WAI, mostrando que quatro ciclos do sistema de gestão do IEAv já foram completados, segundo a disposição apresentada na figura 1. Nesse sistema de gestão do Instituto, o papel do WAI é ser a principal ferramenta da fase de Avaliação. Nesse papel, o Workshop realimenta todo o processo e gera subsídios para a elaboração do PTA do IEAv para o ano seguinte. Assim, o WAI é peça fundamental para a gestão operacional integrada do Instituto.

O Workshop é um excelente exemplo de tensor institucional, conforme descrito no arcabouço teórico deste artigo sobre mudanças institucionais. Outros tensores, entretanto, merecem um pouco mais da nossa atenção. De acordo com o que já foi disposto aqui, os tensores institucionais são ferramentas de gestão capazes de atuar sobre os vetores institucionais e de alterar, segundo os objetivos estabelecidos, os seus pontos de aplicação, intensidades, direções e sentidos. Tensores institucionais bem constituídos, repetindo, devem ter pelo menos três atributos: representatividade, democracia e transparência.

No ano 2000, o IEAv já tinha como tensor institucional a Comissão de Aperfeiçoamento de Recursos Humanos (CARH), dedicada à discussão de temas relativos a treinamento e

desenvolvimento de pesquisadores (atividade-fim) e servidores (atividade-meio). Porém, essa Comissão não possuía o atributo da democracia. A presença do Diretor e do Vice-Diretor do Instituto às reuniões da Comissão certamente constrangia a livre manifestação dos participantes. Com a retirada dos chefes das reuniões, a partir de 2001, o trabalho da CARH passou a fluir com maior eficiência.

Ainda, no ano 2000, as atividades de Tecnologia da Informação (TI) do Instituto tinham dois ramos: o corporativo e o científico. Isto ainda acontece hoje. Porém, todas as atividades da área eram coordenadas pelo gestor corporativo. Os pesquisadores reclamavam uma maior participação e poder de decisão sobre esse tema. Foi criada, então, a Comissão de Informática (CI). Com ela, as políticas setoriais de TI passaram a respeitar todos os atributos aqui elencados para um bom tensor institucional: representatividade, democracia e transparência. Como resultado principal, muitas resistências e muitos conflitos pessoais foram eliminados. A Instituição passou a navegar com um nível mais baixo de tensões internas.

É interessante verificar o papel dos tensores institucionais no processo de equilíbrio dinâmico de gestão. Enquanto a CARH tensiona os vetores institucionais pela ótica da função de recursos humanos em suas componentes operacional e estratégica, a CI executa papel semelhante com relação à infra-estrutura de TI. Essas Comissões têm foco em atividades-meio do Instituto. Já a CGP&D, esta tem foco na atividade-fim do IEAv. Todas as Comissões, porém, concorrem para, de maneira sinérgica, alinharem os vetores institucionais na direção dos objetivos preconizados. Em consequência, a aceleração nesta direção é maximizada, pois há uma adesão consciente de todos os esforços individuais e institucionais neste trabalho.

## COMENTÁRIOS FINAIS

O General Henry Harley Arnold (1886-1950), fundador da Força Aérea dos Estados Unidos da América, é autor da seguinte citação:



“O primeiro fundamento do Poder Aéreo é a primazia na pesquisa”. Fiel a este pensamento, o General Arnold tomou como seu conselheiro científico o professor húngaro Theodore von Kármán (1881-1963). Von Kármán, um dos pioneiros da Aerodinâmica, Professor do Instituto Tecnológico da Califórnia (CALTECH), é autor da seguinte frase: “Ciência é a chave para a supremacia aérea”. Essas duas citações encaixam-se como peças vizinhas de um dominó. Elas são apresentadas neste artigo para servir de inspiração a todos os homens e mulheres que fazem CT&I e que administram meios para que CT&I possam acontecer em nosso País e, em particular, na Aeronáutica.

Segundo Nicolau Maquiavel (1459-1527),

Nada mais difícil de manejar, mais perigoso de conduzir, ou de mais incerto sucesso, do que liderar a introdução de uma nova ordem de coisas. Pois o inovador tem contra si todos os que se beneficiavam das antigas condições e apoio apenas tíbio dos que se beneficiarão com a nova ordem.

Esta percepção multacentenária mantém, ainda hoje, a sua atualidade. As organizações são caracterizadas pela propriedade da mudança, pois são entes vivos. Gerenciar estas mudanças de forma a reduzir tensões, a otimizar recursos, a acolher restrições e a atender a objetivos dentro de prazos estabelecidos é o contínuo desafio dos gestores modernos. Muitas vezes, um processo de reorganização é o começo da resposta a esse desafio (MELLO, 2000; SALLES-FILHO, 2000).

As instituições públicas brasileiras de CT&I são organismos que não escapam a desafios deste tipo. Neste artigo, após estabelecido o cenário conceitual em que estes organismos encontram-se inseridos, apresentamos, como estudo de caso, a gestão recente do Instituto de Estudos Avançados do Comando da Aeronáutica. Este estudo demonstra que é possível atingir objetivos, dentro de prazos negociáveis, por meio da adequação de meios instáveis e incertos, em quantidade e qualidade. Alguns mecanismos para se obter sucesso são o acompanhamento permanente do cenário, o estabelecimento de objetivos, a decisão competente sobre prioridades, o planejamento contínuo, a integração de

parceiros, a representatividade dos atores, a democratização das decisões, a institucionalização dos processos, a publicidade dos resultados, a constância de conduta ética e a realimentação permanente do conhecimento, em decorrência do valor atribuído pela sociedade aos objetivos atingidos pela instituição.

A palavra de ordem a inspirar o contínuo aperfeiçoamento dos processos institucionais de gestão é **flexibilidade**. Perante um mundo de dinâmica sempre crescente, com rápidas mutações de objetivos e condicionantes internas e externas, há que existir flexibilidade para que as instituições possam adaptar-se rapidamente e ter sucesso no alcance de seus objetivos. O caso estudado permitiu demonstrar esta verdade, tanto nos seus aspectos estratégicos, quanto nos operacionais. O caso estudado também permitiu apresentar os conceitos de tensores institucionais e de equilíbrio dinâmico como, respectivamente, causa e efeito dessa flexibilidade gerencial.

Segundo Alvin e Heide Toffler (1999), “as nações falharão, enquanto o conhecimento triunfará”. Esses mesmos pensadores Toffler e Toffler (1999) dizem que “o futuro sempre vem muito rápido e na ordem errada.” Essas citações são bastante adequadas como inspirações para os recados finais deste trabalho. Não basta o domínio do conhecimento e a capacidade de transformá-lo em produtos, processos e serviços úteis à sociedade. Do ponto de vista estratégico, é imprescindível dispor de uma enorme capacidade de previsão, de planejamento, de antecipação. Perscrutar continuamente o futuro é a chave de sobrevivência e sucesso das instituições públicas de CT&I que lideram trabalhos de P&D e que, como o IEAv, dão fundamento e futuro à Defesa Nacional.

## REFERÊNCIAS

BRANDÃO, Maurício Pazini. Ciência, tecnologia, inovação e a defesa nacional. In: SEMINÁRIOS TEMÁTICOS PARA A 3ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 20., 2005, Brasília, DF. **Resumos...** Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2005, p. 831-860.





BRASIL. Ministério da Defesa. **Concepção estratégica:** ciência, tecnologia e inovação de interesse da Defesa Nacional. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2003. Disponível em: <https://www.defesa.gov.br/enternet/sitios/internet/eacademico/c&tdefesa/cti.pdf>. Acesso em: nov. 2005.

BRASIL. Ministério da Defesa. Escola Superior de Guerra. **Pensamento Estratégico.** Rio de Janeiro: ESG, 2004.

FERREIRA, Sinésio Pires; NEGREIROS, Rovenia Maria Carvalho. Indicadores, avaliação e instrumentos de gestão: a necessidade de coordenação. SEMINÁRIOS TEMÁTICOS PARA A 3ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 20., Brasília, DF. **Resumos...** Brasília, DF:Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2005, p. 1141-1155.

GALEMBECK, Fernando; ALMEIDA, Wanda P. Propriedade intelectual. SEMINÁRIOS TEMÁTICOS PARA A 3ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 20., Brasília, DF. **Resumos...** Brasília, DF:Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2005, p. 1001-1022.

GARDNER, Howard. **Mentes que mudam:** a arte e a ciência de mudar as nossas idéias e as dos outros. Porto Alegre: Artmed, 2005.

GARDNER, Howard. **Inteligências múltiplas:** a teoria na prática. Porto Alegre: Artmed, 1995.

GOLEMAN, Daniel. **Inteligência emocional:** a teoria revolucionária que redefine o que é ser inteligente. 12. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 1995.

GUSMÃO, Regina. Estruturas e Dispositivos Nacionais de Produção e Difusão de Indicadores de C,T&I: deficiências e possíveis avanços. SEMINÁRIOS TEMÁTICOS PARA A 3ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 20., Brasília, DF. **Resumos...** Brasília, DF:Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2005, p. 1075-1098.

MARCIAL, Elaine Coutinho; GRUMBACH, Raul José dos Santos. **Cenários prospectivos:** como construir um futuro melhor. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2004.

MELLO, Débora Luz de. **Análise de Processos de Reorganização de Institutos Públicos de Pesquisa do Estado de São Paulo.** 2000. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2000.

MOWERY, David C.; ROSENBERG, Nathan. **Trajatórias da Inovação:** a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no Século XX. Campinas, SP: UNICAMP, 2005.

SALLES-FILHO, Sérgio (org.). **Ciência, tecnologia e inovação:** a reorganização da Pesquisa Pública no Brasil. Campinas, SP: Komedi, 2000.

SOUZA, Roberto Castelo Branco Coelho de. Propriedade Intelectual: Temas Estratégicos. SEMINÁRIOS TEMÁTICOS PARA A 3ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 20., Brasília, DF. **Resumos...** Brasília, DF:Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2005, p. 1099-1114.

STOKES, Donald E. **O quadrante de Pasteur:** a ciência básica e a inovação tecnológica. Campinas, SP: UNICAMP, 2005.

TOFFLER, Alvin; TOFFLER, Heide. **Guerra e anti-guerra.** Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1999.





## Força Aérea: interdisciplinaridade e formação para uma liderança pós-moderna

### *The Air Force: interdisciplinarity and education for post modern leadership*

Coronel Intendente Afonso Farias de Sousa Júnior<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Secretaria de Finanças da Aeronáutica

<sup>2</sup> Doutor em Desenvolvimento Sustentável - Política e Gestão (UnB)

#### RESUMO

Este trabalho, fruto de estudo bibliográfico e de pesquisa exploratória, refere-se à formação dos cadetes na Academia da Força Aérea e está dividido em três partes. A primeira relata sobre educação e interdisciplinaridade para a formação dos futuros profissionais. A segunda aborda as fragilidades dessa formação e sugere modelo educacional voltado para os valores e interesses institucionais requeridos, assim como evidencia a educação continuada como fator de preservação prospectiva dos talentos em questão. Por fim, nas Reflexões Finais, reforça a idéia principal do estudo, a qual se endereça para o aproveitamento de pessoas, desenvolvimento de valores e para a compreensão da cultura organizacional nos ensinamentos da formação de cada indivíduo.

**Palavras-chave:** Cultura organizacional. Educação. Interdisciplinaridade. Força Aérea.

**Recebido:** 04/06/2008

**Revisado:** 21/07/2008

**Aceito:** 28/08/2008

**\*Autor:** O Coronel Afonso Farias de Sousa Júnior é Oficial Intendente da Aeronáutica, formado pela Academia da Força Aérea (AFA); Graduado em Administração pela Universidade de Fortaleza (Unifor) e em Ciências Contábeis, também pela Unifor; Mestre em Administração Pública, Governo e Políticas Públicas pela Universidade de Brasília (UnB) e Doutor em Desenvolvimento Sustentável – Política e Gestão pela UnB; Possui todos os cursos de carreira da Força Aérea e o Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia da Escola Superior de Guerra. **Contato:** e-mail: afonsofariasjunior@gmail.com.



## ABSTRACT

*This study, fruit of a bibliographical study and exploratory research, deals with the instruction of cadets at the Air Force Academy and is divided into three parts. The first discusses education and interdisciplinary instruction for the educational phase of the future professionals. The second deals with the fragility of this instruction and suggests an educational model which returns to required institutional values and interests, as well as showing continuing education as a factor of preservation of potential talent. In the final reflections, the main idea of the study is reinforced, which focuses on taking full advantage of people's abilities, on developing values and understanding the organizational culture in the educational instruction of each individual.*

**Keywords:** *Organizational culture. Education. Interdisciplinary. Air Force.*

## INTRODUÇÃO

Este ensaio é fruto de conversações, observações e leituras de temas voltados ao planejamento e gestão estratégicos, transformações nas Forças Armadas, liderança no século XXI, necessidade de guerreiros técnicos, educação e valores, desafios da globalização frente à Segurança Nacional e agentes secretos da mudança.

Desde o final do segundo embate bélico global que o mundo vem incorporando o planejamento e a gestão estratégicos como ferramenta de mitigação das incertezas nos ambientes corporativos e dos Estados. A cada dia que passa, essa ferramenta torna-se imprescindível no âmbito de corporações de sucesso.

Conduzindo esses processos de planejamento e gestão, encontra-se a figura do gestor habilitado para esse tipo de empreendimento, que não é apenas planejar e executar, mas transformar valores e cultura institucionais para acompanhar as novas demandas empresariais e combater as novas ameaças no que concerne à atuação do Estado. Para tanto, necessita-se mais de um líder do que de um executor de tarefas para implementar novos fluxos, processos e procedimentos que deixem a organização mais leve, mas sem fugir da missão essencial.

Assim, surge a idéia de formar e desenvolver guerreiros técnicos que pensem, planejem, organizem, comuniquem, dirijam, executem (ou

façam executar), avaliem e controlem de forma integrada, coletiva, plural e interdisciplinar a transformação dos valores, da cultura e dos novos empreendimentos institucionais.

A criação de novos mercados, a cooperação multilateral, a inovação tecnológica (principalmente a criação de sofisticados sistemas informatizados de planejamento, avaliação e controle, tanto na área bélica quanto na banda empresarial), as estratégias globais (e suas tendências), dentro e fora da lei, que afetam os planejamentos de defesa dos Estados e as necessidades de acompanhar essas inovações, por parte dos órgãos de defesa, impõem novas condutas de construto intelectual e de conhecimento no preparo e capacitação do combatente pós-moderno.

Como afirmam Pascale e Sternin (2005, p. 45-51), não se trata de invenções, mas de construção de mudança por meio de desvio, a qual privilegia: a identificação e a alavancagem de profissionais inovadores, a aceitação das idéias debaixo e a conseqüente promoção das próprias para cima, a promoção das idéias de dentro para fora e a base fundamental desse processo alicerçada nos pontos fortes da organização. Tudo isso para diminuir a distância social que costuma impedir a aceitação (ver Anexo A).

Concluindo esta parte introdutória, evidencia-se que o estudo está estruturado em duas partes: a primeira relata sobre a educação e a



interoperabilidade e a segunda refere-se às mudanças na Força Aérea – formação e educação continuada dos oficiais da Aeronáutica.

## 1 EDUCAÇÃO E INTEROPERABILIDADE<sup>1</sup>

Foi depois do período medieval que as autoridades da época se deram conta de que educar pela ciência retirava o homem de suas credences, pouco eficazes para o desenvolvimento humano e sociotécnico, e o formava para um processo civilizatório voltado para uma melhor qualidade de vida e de arranjo social.

Uma observação constante em conversas com militares da Força Aérea Brasileira (FAB) chama à atenção: a área de ensino não rende profissionalmente, isto é, não é bom permanecer nela, às vezes nem estar nela. Referem-se a ela como um portal para o estancamento, o início do fim. Nela a pessoa estaciona e a carreira esvai-se.

No enfoque de Machado (2000), educar para a profissão é algo venerável. A idéia de profissionalismo pode vir a ser um antídoto para a crescente perda de sentido da atividade individual, reduzida apenas à busca de mais salário, numa espécie de **mercenarismo sem causa**. Riscos efetivamente existentes de **desvios corporativistas devem ser enfrentados com discernimento e “alma grande”**, não podendo diminuir minimamente a importância de um profissionalismo consciente. Profissionalismo contrapõe-se, simultaneamente, tanto ao amadorismo como ao mercenarismo. O profissional professa sua competência e age em função dela, regulado por valores permanentes e comprometido com o bem comum. Atingir os objetivos coletivos é seu compromisso público maior.

O passado já foi, o futuro ainda não é, e o presente é de difícil expressão. O presente é enganador, pois se encontra em permanente movimento: ao se fixar nele, ele já se tornou passado e o ex-futuro já é presente. Daí insurgir uma pseudodicotomia, os tempos e o conteúdo da **cultura e da educação**. A cultura estaria

relacionada com **o passado e o presente**, a educação com **o presente e o futuro**. Mas isso é simplificação excessiva. Os projetos de transformação são sustentados por valores em mudança, mas não descartam o que se julga valioso. É como diz Machado (2000, p. 36):

[...] resulta que o presente, longe de ser um ponto fugaz em permanente movimento, é como uma espécie de “bolha”, de intervalo na reta do tempo, que se estende para ambos os lados, incluindo simultaneamente tanto o passado quanto o futuro. O tamanho relativo de tal “bolha” depende do universo de significações que partilhamos, de ações que realizamos.

O mundo bélico atual insinua trabalhar sob o conceito de interoperabilidade, mas pouco se descreve em que momento nasce essa educação e a própria ação interdisciplinar. Os profissionais de hoje foram educados em padrões competitivos e individualistas, o que se contrapõe às características de cooperação e de aceitação do envolvimento coletivo-plural demandado pela interdisciplinaridade. Assim, de que forma se dá a interoperabilidade? É só intenção? Ou já se vive um estágio entre a **multiação** e a **interação**? Parece verdadeira a última questão.

Por outro lado e, concomitantemente, cresce a consciência da necessidade de organizar o trabalho escolar/acadêmico em torno de objetivos que transcendam os limites e objetos das diferentes disciplinas, o que tem contribuído para situar no centro das atenções a transdisciplinaridade. O conhecimento precisa estar a serviço da inteligência, e a transdisciplinaridade passa a significar o deslocamento do foco das atenções dos conteúdos disciplinares para os projetos das pessoas.

Dessa forma, percebe-se que o mundo tende a um ajuste e à elaboração de um arranjo que possibilite o crescimento de ambos: instituição e homem. Cumprir a missão organizacional e permitir o desenvolvimento das pessoas como profissionais e como indivíduos.

Assim, como afirma Machado (2000, p. 131-133):

<sup>1</sup> Segundo Inproteo Society (2008) “Interoperabilidade é a habilidade de diferentes tipos de computadores, redes, sistemas operacionais e aplicativos trabalharem integradamente e de forma eficaz, sem comando prévio e no sentido de trocar dados/informações úteis e significantes para todos os envolvidos no ambiente do grande sistema”. Já segundo a Wikipedia (2008) “interoperabilidade é conectar pessoas, informações e diversos sistemas. O termo pode ser definido tecnicamente ou em sentido amplo, considerando os fatores sociais, políticos e organizacionais”.



[...] é necessário repensar a própria concepção de conhecimento, incrementando-se a importância da imagem desse conhecimento como uma **rede de significações**, em contraposição e complementação à imagem cartesiana do encadeamento, predominante no pensamento ocidental. Ao lado do acentrismo (informações circulam pelos diversos nós sem a necessidade de uma irradiação central) e da metamorfose (permanente estado de atualização), a heterogeneidade (redes diretamente associada à idéia de interdisciplinaridade) é uma característica das redes de significações que constitui um natural convite ao trabalho interdisciplinar e, em dimensão futura, ao transdisciplinar.

A associação da vida a uma densa teia de significações, como se fosse um imenso texto, conduz a que a contextuação seja naturalmente relacionada a uma necessidade aparentemente consensual de aproximações entre temas acadêmicos e a realidade extra-escolar. Daí entender-se interdisciplinaridade, transdisciplinaridade ou transversalidade nos significados da contextuação (ato de referir-se ao contexto).

## 2 PROPOSTA DE MUDANÇAS NA FORÇA AÉREA

Viver em 2008 exige entender as demandas sociais, culturais, econômicas, ambientais, políticas e institucionais que se apresentam na dinâmica dos espaços societários locais e globais.

Na Força Aérea não é diferente. Filhos de uma sociedade moderna que ruma para a pós-modernidade, seus militares são frutos das estruturas educacional e sociopolítica vigentes, o que determina a dimensão cultural da instituição e aplica, de forma variada, os diversos climas e culturas organizacionais.

Desde a década de 1940 que a Força Aérea forma e educa continuamente os seus militares. Hoje, nas diversas escolas particulares e públicas, essa característica impõe-se fortemente pela mercadização dos conteúdos e estruturas educacionais; mais ainda, evidencia-se, de forma difusa, a ideologização do ensino, uma doutrinação objetiva que pode estar visando a fragilizar os fundamentos estatais, governamentais e familiares.

Pensar um novo modelo para influenciar eficazmente na instituição, por intermédio de concepção educacional que se enderece para as

necessidades, interesses e aspirações institucionais e que esteja vinculado ao alcance dos objetivos fundamentais do Estado é recomendável.

É dentro desse contexto que se propõe um novo modelo para educar continuamente os oficiais da FAB para os cargos político-estratégicos a partir de 2035.

A proposta apresenta-se em duas dimensões:

**a) A formação acadêmico-militar, e**

**b) A educação continuada** (pós-graduação - dividida em três segmentos: especialização profissionalizante, mestrado profissional/acadêmico e doutorado específico).

### 2.1 FORMAÇÃO ACADÊMICO-MILITAR

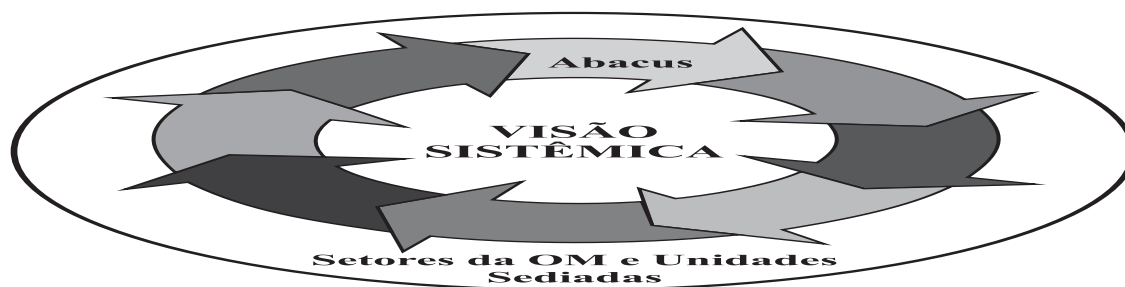
A formação inicial<sup>2</sup> na Academia da Força Aérea (AFA) restringir-se-á à formação militar e acadêmica do cadete da Aeronáutica (Cadaer), o qual realizará o Curso de Formação de Oficiais da Aeronáutica (CFOA).

Durante os três anos de Academia, o Cadaer **não terá** denominação específica (aviador, infante ou intendente), pois ele não estará sendo formado para uma especialidade, mas para uma profissão – **ser militar**. O que se quer nesse momento **é educar o homem para a atividade e para os atributos militares**, assim como moldá-lo no sentido de forjar os líderes e desenvolver os gestores que sustentarão a Força Aérea nos dez primeiros anos de atividade profissional.

Nesse tempo, todos os cadetes estudarão as mesmas disciplinas e realizarão os mesmos exercícios e testes militares. A finalidade maior é oferecer o embasamento teórico de gestão, o exercício prático da liderança e a **formação do “ser militar” dimensionado pela (e para a) FAB**. Serão todos cadetes da Aeronáutica. A ênfase voltar-se-á para a **educação integral do homem, objetivando alcançar o desempenho esperado das suas atribuições operacionais militares a contento**, bem como internalizar os fundamentos da liderança e absorver as bases dinâmicas da Nova Gestão Pública – já em adoção pelo Governo Federal.

<sup>2</sup> Atualmente, os cadetes (aviadores, intendentes e infantes) cursam a AFA por um período de quatro anos. Ao final do quarto ano, caso aprovados, são declarados aspirantes a oficial aviador, infante ou intendente.





**Quadro 1** - Proposição de Percentual de Conteúdo Programático para o Curso de Formação de Cadetes da Aeronáutica (CFOA)  
Fonte: SOUSA JÚNIOR, 2008.

Sobre a estruturação das atividades militares e acadêmicas durante o CFOA, os próximos parágrafos versarão sobre o disposto no quadro 1.

O primeiro semestre do 1º ano, a título de sugestão, apresenta conteúdo programático que privilegia as atividades militares (70%). Para o segundo semestre, a atividade militar e a acadêmica estão equilibradas em 50% cada uma.

Com relação aos dois semestres do 2º ano, as atividades acadêmicas são privilegiadas com 70% do conteúdo programático, enquanto as atividades militares ficam com 30%.

No 3º ano, ambos os semestres têm 20% do conteúdo programático voltados para a atividade militar e 80% direcionados para as atividades acadêmicas.

As orientações para a realização do processo de escolha das especialidades acontecem na primeira metade do segundo semestre do 3º ano. O Teste de Aptidão para a Pilotagem Militar (TAP-Mil) tem aplicação nesse momento, mas somente depois da realização dos exames médicos – providência tomada no início do primeiro semestre do 3º ano.

De acordo com as vagas apresentadas, por ordem de classificação, e depois de realizado o TAP-MIL, os cadetes farão as suas opções.

Para a aprovação no CFOA, o cadete, depois de aprovado nas disciplinas do 3º ano, apresentará uma monografia (conectando a fundamentação

teórica adquirida ao longo do curso a um tema/ assunto da Força Aérea) para avaliação final e, caso aprovado, estará apto a ser declarado **Aspirante a Oficial da Aeronáutica**.

Após serem declarados aspirantes à oficial, os militares realizarão uma especialização na área escolhida (especialidade futura). Aqueles direcionados à Infantaria cursarão Engenharia de Segurança, os indicados para a Intendência serão especializados em Gestão Pública e aqueles endereçados à Aviação especializar-se-ão em Ciências Aeronáuticas, com foco na pilotagem militar.

As especializações terão duração de um ano letivo acadêmico e, ao final, os aspirantes seriam declarados segundos-tenentes em seus quadros específicos (Aviadores, Infantes, Intendentes ou outros).

Importante notar que a classificação dos oficiais não seria por quadro, mas sim por turma, o que neutralizaria as insatisfações e os entraves atualmente existentes.

Os oficiais que não lograrem êxito nas especializações poderão repetir (máximo de duas) as disciplinas em que foram reprovados no ano seguinte e permanecerem ainda como aspirantes. Tão logo sejam aprovados, eles serão promovidos nas datas previstas para o evento.

No caso da inaptidão para a pilotagem militar, o aspirante recorrerá às escolhas (segunda e terceira

<sup>3</sup> **As Atividades Militares** (Atv. Mil.): referem-se ao estudo da ética e valores militares, história militar – com ênfase na Força Aérea, leis e normas específicas, assim como os exercícios militares voltados à banda prática, como: tiro diurno e noturno, paraquedismo, ordem unida, sobrevivência (mar e selva), caminhadas etc. Serão ministrados, para todos os cadetes, o que é a Força Aérea Brasileira (estrutura e missões), e outras informações julgadas relevantes para o conhecimento dos Cadetes da Aeronáutica. Os percentuais de atividades constantes da tabela podem ser adaptados aos interesses da FAB.

<sup>4</sup> **As Atividades Acadêmicas** (Atv. Acad.): referem-se às disciplinas do Curso de Formação de Oficiais da Aeronáutica (CFOA), as quais focarão a gestão pública e os sistemas (planejamento, execução, monitoração, avaliação e controle). Os militares do futuro imediato serão profissionais que desempenharão suas atividades em campos virtuais, espaços cibernéticos e intensa relação de conectividade. Iniciar o militar no tema Segurança e Defesa é saudável, pois ele atuará em prol desse binômio. Os percentuais de atividades constantes da tabela podem ser adaptados aos interesses da FAB.

opção de especialidade) realizadas na ficha de opção de especialidade (entregue no Departamento de Ensino no início do segundo semestre do 3º ano).

O militar em questão, então, já poderá cursar a sua segunda opção no ano em curso, desde que as disciplinas oferecidas não possuam pré-requisitos estabelecidos.

Caso o segundo semestre da especialização já tenha iniciado, o aspirante cursará a especialização somente no ano seguinte.

## 2.2 A EDUCAÇÃO CONTINUADA

Com relação à pós- formação, os primeiros-tenentes (no último ano do interstício) realizariam o Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais, os majores recém-promovidos fariam o Curso de Comando e Estado-Maior e os tenentes-coronéis (após três anos no posto) se submeteriam ao Curso de Política e Estratégia Aeroespacial, o qual seria requisito somente para a promoção a coronel.

Dentro do que está preconizado, vale frisar que é aconselhável direcionar **30% da turma** (todos os quadros) formada pela AFA para cursos de mestrado (após sete anos de serviço como Oficial) e, posteriormente, doutorado (após dez anos de serviço), em nichos de excelência, nacionais e internacionais, tanto em âmbito civil quanto em ambiente militar. Esses cursos atenderiam às demandas institucionais – contemporâneas e futuras – da FAB em termos **operacionais** e de **planejamento** e **gestão**.

É extremamente salutar realizar esses cursos fora do âmbito da instituição, uma vez que essa atitude estreita laços e aproxima instituições, bem como pode potencializar futuros negócios do interesse da FAB ou de ambas as entidades/países. Mais ainda, desperta no profissional, e por conseqüência na instituição, um continuado endereçamento à cultura do binômio Segurança e Defesa, tão em voga nos países desenvolvidos, além de divulgar e inserir o tema **defesa** na pauta da Academia da Força Aérea. Já existem cursos

específicos que especializam **Analistas de Defesa** nas cidades do Rio de Janeiro, de São Paulo e de Campinas.

Essa dinâmica de formação de mestres e doutores visa a construir uma cultura de idéias transformadoras e permanente atenção à mudança estrutural e funcional da instituição sem fuga da missão, assim como sem perda da eficiência e da eficácia do seu negócio: Defesa Aeroespacial.

A Escola Superior de Guerra (ou o INAD)<sup>5</sup> seria a unidade acadêmica responsável para continuar educando oficiais escolhidos para o generalato – preparando-os para a o posto de brigadeiro. O Curso de Política e Estratégias Nacionais (CPEN) teria duração de quatro a seis meses e reuniria os oficiais de todas as Forças já escolhidos (e não promovidos) para o generalato.

Finalizando este tópico, faz-se necessário incluir no conteúdo programático, no último ano da AFA, disciplinas que versem sobre **segurança e defesa nacional**, os cadetes devem ser estimulados à leitura de temas relacionados – **transversalidade** – e a participarem de seminários sobre o tema.

## REFLEXÕES FINAIS

É salutar que a instituição agregue todos os cadetes como partícipes dos desígnios institucionais declarando-os **cadetes da Aeronáutica**. Em seguida, promovam todos dentro da turma – essa ação, sem o mínimo de dispêndio financeiro, poderá gerar maior eficiência e eficácia no seio da Força, pois, respeitadas as devidas especificidades, a promoção por turma pode trazer a satisfação generalizada daqueles que são partes de **unidade** única (o pleonasma é necessário), **a própria turma**. Adicionalmente, mitigaria os constrangimentos sociais e profissionais que eclodem frutos de distorções dentro da turma. Mais ainda, a geração de oportunidades similares pode estimular maior dedicação dos militares e o conseqüente incremento de suas performances individuais.

<sup>5</sup> Na realidade, com a devida vênia para o exercício da elucubração acadêmica, o ideal seria que o futuro oficial a general cursasse o Instituto Nacional de Defesa (INAD), que poderia ter a sua sede em Brasília/DF e estaria próximo de todo o primeiro escalão do Governo Federal, assim como das estruturas e sistemas que fazem funcionar esse próprio governo. O INAD seria uma unidade de pesquisa dos problemas brasileiros, um fórum de debate para discutir as viabilidades e relevâncias dos grandes empreendimentos estratégicos nacionais e, de fato e de direito, a Academia Nacional de Defesa, onde poderiam ser formados os analistas de defesa para comporem os diversos cargos civis do Ministério da Defesa.



Com muita parcimônia e concomitantemente às medidas supraditas, faz-se salutar reformular a estrutura de cargos de comando (nosso negócio é **defesa aeroespacial, por que não estruturar a força por comandos de defesa aérea?**) e a promoção de oportunidades similares para os oficiais da Aeronáutica formados pela AFA.

Uma Força Aérea que pensa na excelência dos seus **micronegócios** para o futuro, age com sabedoria nas questões sociotécnicas frente ao seu vetor principal e mais valioso: seus **talentos**. São eles que garantem o sucesso ou o fracasso institucional - a questão reside na formação, no estímulo e nas oportunidades que os profissionais de hoje têm e terão no futuro imediato e mediato, **pois as alteridades societárias**, as novas ameaças e as **fortes demandas do mercado**, corrompem e distorcem **os ideais – porções sagradas** – dos militares do ar, e de todos os outros.

Esta sugestão (apenas uma sugestão) pode ser preenchida com outras contribuições que venham a ser julgadas necessárias e relevantes para a formação dos nossos **Comandantes da Força Aérea do Novo Milênio**.

Quase encerrando, evidenciam-se dois questionamentos para reflexão:

a) qual é o **prejuízo** em aproveitar diretamente **todos**<sup>6</sup> os alunos da Escola Preparatória de Cadetes do Ar (EPCAR) no primeiro ano da AFA?

b) parece que há condições – se adotada a sistemática aqui expressa – **de formar, pela AFA, outras especialidades além daquelas três já definidas**. O controlador de Tráfego Aéreo (e outras necessidades de especialidade) poderia ser formado pela Academia, não?

A formação inicial possui duas fases: uma direcionada a desenvolver o profissional nos aspectos acadêmicos, teóricos, éticos e culturais da instituição, e outra direcionada aos aspectos operacionais administrativos e militares. No primeiro momento, as especialidades são secundárias. Um profissional educado nos parâmetros da cultura organizacional, da ética, dos valores militares e do entendimento do que vem a ser **defesa** (*lato e stricto sensu*) está pronto

para o exercício de qualquer especialidade do interesse da FAB. Não é somente isso, mas uma formação sistêmica, integrativa e provida de uma rede de significações faz internalizar os valores requeridos e cria a sustentabilidade necessária para combater as ações entrópicas normalmente encontradas nas organizações, pois todos são partícipes e responsáveis pelas atividades organizacionais e suas conseqüências no futuro da instituição.

Finalizando, agradeço a oportunidade de poder contribuir para o engrandecimento da Força Aérea, que **ainda** é eficaz pelo zelo, esforço e tenacidade de todos nós, seus intrépidos soldados.

## REFERÊNCIAS

INPROTEO SOCIETY. **Glossary**. Disponível em: <[www.inproteo.com/nwgloshi.html](http://www.inproteo.com/nwgloshi.html)>. Acesso em: 10 maio 2008.

MACHADO, Nilson José. **Educação e valores**. São Paulo: Escrituras, 2000.

PASCALÉ, Richard Tenner; STERNIN, Jerry. Seus agentes secretos de mudança. **Harvard Business Review**, USA, p. 42, maio 2005. SOUSA JÚNIOR, Afonso Farias. **Força Aérea: interdisciplinaridade e formação para uma liderança pós-moderna**. [S.L.]: COMAER, 2008.

WIKIPÉDIA a Enciclopédia Livre. **Glossário**. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Interoperability>>. Acesso em: 10 maio 2008.

## BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

BEASON, J. Douglas. A necessidade de guerreiros técnicos. **Aerospace Power Journal**, USA, p. 25, 3. trim. 2001.

FLANAGAN, Stephen J.; FROST, Ellen L.; KUGLER, Richard L. **Challenges of the global century: report of the project on globalization and national security**. Washington, DC: Institute for National Strategic Studies, 2001.

KUGLER, Richard L.; BINNENDIJK, Hans. Choosing strategy. In: **TRANSFORMING America's Military**. Washington, DC: National Defense University, 2003. p. 57.

METS, David R. Em busca da liderança aeronáutica para o século XXI. **Aerospace Power Journal**, USA, p. 60, 1. trim. 2002.

MOTTA, João Eduardo Magalhães. **A FAB no terceiro milênio**. Rio de Janeiro: Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, 1996.

<sup>6</sup> Hoje, somente os alunos aprovados academicamente e aptos em exame de saúde (para a pilotagem militar) são diretamente matriculados na AFA, a qual realiza novo concurso para preencher as vagas para oficial intendente e infante. Essas vagas poderiam ser direcionadas para aqueles não aptos em exame de saúde para pilotagem que tivessem interesse em exercer cargos fora da pilotagem militar.





## ANEXO A - MUDANÇA COM DESVIO POSITIVO

### MUDANÇA COM ABORDAGEM TRADICIONAL

#### Liderança abre caminhos

Responsabilidade e impulso básicos para a mudança vem de cima.

#### De fora para dentro

Especialistas identificam e disseminam melhores práticas.

#### Baseada no déficit

Líderes desconstroem problemas comuns e sugerem soluções de melhores práticas. A implicação é: "Por que vocês não são bons como os outros?"

#### Movida pela lógica

Participantes raciocinam até chegar a uma nova maneira de agir.

#### Vulnerável à rejeição do transplante

Surge resistência a idéias importadas ou impostas por gente de fora.

#### Vai da solução do problema a identificação da solução

Melhores práticas são aplicadas a problemas definidos no contexto de parâmetros preexistentes.

#### Foco nos protagonistas

Envolve partes interessadas que

### MUDANÇA COM DESVIO POSITIVO

#### Liderança faz pesquisa

Líder facilita a pesquisa; comunidade se responsabiliza pela busca da mudança.

#### De dentro para fora

Comunidade identifica soluções preexistentes e as amplifica.

#### Baseada em ativos

Comunidade aproveita soluções anteriores usadas por gente que triunfou apesar das dificuldades.

#### Movida pelo aprendizado

Participantes agem até chegar a uma nova maneira de racionar

#### Aberta à auto-reprodução

Sabedoria latente é aproveitada dentro da comunidade, para evitar a reação negativa do sistema social.

#### Vai da identificação da solução a solução do problema

Espaço para soluções é ampliado por meio da descoberta de novos parâmetros.

#### Foco na ampliação da rede

Identifica outras partes interessadas além

### SENSO INCOMUM?

Iniciativas tradicionais de mudança costumam vir de cima para baixo, de fora para dentro e ser baseados no déficit. Seu foco é consertar o que está mal ou não funciona. Assumem um grau razoável de previsibilidade e controle durante a iniciativa de mudança. Raramente se antevêm conseqüências imprevistas. Uma vez eleita uma solução, o programa de mudança é comunicado e implantado organização afora. Já a abordagem do desvio positivo vai de baixo para cima, de dentro para fora e é fundada em pontos fortes. Alimenta de dentro a mudança, identificando e alavancando inovadores. Tal método diminui a distância social que costuma impedir a aceitação.

Fonte: PASCALE; STERNIN, 2005, p. 42.



## NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA DA UNIFA

### INFORMAÇÕES GERAIS

A Revista da Universidade da Força Aérea Brasileira tem o objetivo de divulgar as pesquisas científicas, prioritariamente ligadas à arma aérea, à doutrina, à estratégia, à política aeroespacial, à administração, aos recursos humanos de forma geral (ensino, capacitação, saúde, outros), bem como a sua interação com o ambiente aeroespacial, com a finalidade de amalgamar as idéias, estimular o debate, disseminar o pensamento inovador e a busca permanente do conhecimento.

Os artigos aceitos pela Revista da UNIFA poderão também ser publicados na versão eletrônica da revista (Intraer e internet), assim como em outros meios eletrônicos (CD-ROM) ou outros que surjam no futuro, sendo que ao enviarem o artigo para a publicação, os autores, automaticamente, já aceitam estas condições.

Os autores que desejarem colaborar com a Revista podem enviar a sua contribuição, em arquivo eletrônico, para a redação da revista. Fica entendido que o envio não implica na aceitação e publicação do artigo. Quando o artigo for aceito, será notificado ao autor.

O Conselho Editorial se reserva o direito de sugerir trocas ou o retorno do artigo, de acordo com as circunstâncias, realizar correções e/ou modificações nos textos recebidos; neste último caso, não se alterará o conteúdo científico, limitando-se unicamente ao estilo literário.

### REGRAS DE APRESENTAÇÃO

#### • TIPOS DE ARTIGOS

Os artigos deverão se encaixar em um dos seguintes modelos: originais, revisão, atualização ou divulgação, relato/estudo de caso, comunicação breve e opinião.

#### 1. Artigos originais

São trabalhos resultantes de pesquisa científica, apresentando dados originais de descobertas com relação a aspectos experimentais ou observacionais.

#### 2. Revisão

São trabalhos que tem por objeto resumir, analisar, avaliar ou sintetizar trabalhos já publicados em revistas científicas, livros, manuais, documentos ou artigos publicados em periódicos do meio acadêmico e/ou científico.

#### 3. Atualização ou divulgação

São trabalhos que relatam informações geralmente atuais sobre temas de interesse do Poder Aeroespacial (novas técnicas, doutrinas, equipamentos, legislações, manuais, outros) e que têm características distintas de um artigo de revisão.

#### 4. Relato ou Estudo de caso

São artigos de dados descritivos ou observacionais de um ou mais casos, explorando um método ou problema por meio de um exemplo investigado.

#### 5. Comunicação breve

São artigos curtos (máximo de três páginas) que permitem que os autores apresentem observações, resultados iniciais de estudos em andamento (máximo de quatro tabelas e/ou ilustrações) e, inclusive, realizar comentários, complementação

e/ou análise de artigos já publicados na Revista da UNIFA, com condições de argumentação mais extensa do que na seção de cartas do leitor.

### 6. Opinião

São artigos nos quais o autor, normalmente, grande conhecedor de algum assunto, faz uma análise de algum fato ou problema baseado nos seus conhecimentos e, preferencialmente, também apoiado em teoria pertinente.

**Obs. Apesar de este tipo de artigo não ser científico na sua essência, o grande número de militares, principalmente da reserva, possuidores de um grande conhecimento prático, vivido pela própria experiência, faz necessário manter um espaço de expressão aberto a esse seletor público, como incentivo à manifestação de atitudes críticas, que venham a contribuir para o aprofundamento de um assunto e para a compreensão da realidade atual.**

#### • NORMAS GERAIS

o Os artigos devem ser redigidos em arquivos do *Word* (**nunca em PDF**), em páginas formato A4, com a configuração das margens superior, inferior, direita e esquerda a 3,cm, 2cm, 3,cm, 2cm, respectivamente; em fonte *Arial*, tamanho 12, com espaçamento entre linhas 1,5, com todas as formatações de texto, tais como negrito, itálico, sobrescritos, outros e com o máximo de 20 páginas (incluindo o resumo, as referências, tabelas e ilustrações), numeradas consecutivamente, a partir da segunda página, no canto superior direito, em fonte 10;

o As citações diretas com mais de três linhas, notas de rodapé, paginação e legendas das tabelas e das ilustrações que devem ser digitadas em fonte *Arial*, tamanho 10;

o As tabelas (no máximo seis, em formato *Word* ou *Excel*) e as ilustrações (no máximo oito) deverão numeradas em arábico, com numerações independentes, todas com legendas acompanhando cada uma delas;

**Obs. 1) Considera-se como ilustrações as figuras, quadros, desenhos, fotos, gráficos e outros do mesmo gênero;**

**2) Entende-se como legendas o título e subtítulo (se houver), fonte e nota (se houver).**

o Nas tabelas o título vem localizado acima das mesmas e alinhado à esquerda. A fonte e a nota (se houver) vêm localizados abaixo da tabela e também alinhado à esquerda. Nas ilustrações toda a legenda fica abaixo e à esquerda;

o As imagens devem ser em tons de cinza ou coloridas, e com qualidade ótima (300 dpi). Fotos e desenhos devem estar digitalizados e nos formatos .tif ou .jpg ou que possam ser editados em *Power-Point* ou *Excel*;

o Todos os modelos de artigos deverão possuir um máximo de 40 referências bibliográficas, a exceção do modelo "Comunicação Breve" que deverá possuir um máximo de 12;

o É aconselhável a utilização de um mínimo de referências bibliográficas, conforme o modelo de artigo apresentado: Artigos de Revisão, vinte (20); Artigos Originais, dez (10); Artigos de Atualização ou Divulgação, Relato ou Estudo de Caso e Comunicação Breve, seis (06) e de Opinião, três (03);



o A primeira página do artigo (folha de abertura) deverá conter (1) o título em português e em inglês (com não mais de quarenta toques), (2) o(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es), com a instituição a que pertencem e a qualificação curricular e títulos acadêmicos, (3) resumo, (4) *abstract* e (5) endereço para a correspondência;

o O resumo não deve conter mais de 250 palavras, em um único parágrafo, iniciando com uma breve introdução, especificando o objetivo do estudo, uma breve descrição da metodologia utilizada, os principais resultados ou descobertas e as conclusões (destacando os aspectos mais relevantes ou de maior novidade). Em seguida o(s) autor(es) deverá(ão), obrigatoriamente, indicar quatro palavras-chave que permitam a indexação do artigo, separadas entre si por ponto e finalizadas também por ponto (no caso de expressões, apenas a primeira letra da primeira palavra ficará em maiúsculo);

o A organização (estrutura) do texto dependerá basicamente do tipo do estudo. De maneira geral o artigo poderá ser dividido em: Resumo, *Abstract*, Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusão e Referências (bibliografia) ou Resumo, *Abstract*, Introdução, Desenvolvimento, Conclusão e Referências (bibliografia). Não é obrigatório que o artigo contenha todos os itens sugeridos, da mesma forma como podem ser utilizados itens com nomenclaturas diferentes das propostas, de acordo com a necessidade e o tipo de estudo;

o O Resumo, a Introdução, a Conclusão e as Referências são de caráter obrigatório no texto do artigo e não são numerados. Os respectivos títulos designativos deverão ser alinhados à esquerda, a exceção de “Referências” que deverá ser centralizada.

o A numeração progressiva inicia-se no Desenvolvimento (também obrigatório), com algarismos arábicos. Só será permitida a subdivisão até a seção terciária e os destaques para a numeração progressiva das seções deverão obedecer a ICA 5-1 (CENDOC), **1 SEÇÃO PRIMÁRIA, 1.1 SEÇÃO SECUNDÁRIA, 1.1.1 SEÇÃO TERCIÁRIA**;

o Todos os títulos de seção ficarão alinhados à esquerda na margem superior; o espaçamento entre o título e o texto deverá ser de dois espaços de 1,5;

o As citações diretas ou indiretas serão apresentadas em conformidade com a norma da ABNT NBR 10520:2002 no sistema de chamada autor-data (a indicação é feita pelo sobrenome do autor ou pela instituição responsável ou ainda, pelo título seguido da data de publicação do documento). Todas as demais situações também obedecem à NBR 10520:2002;

Ex. 1) Segundo Pollock (1993), os músculos...

2) ...evitar as ações de recuperação do adversário (DOUHET, 1988).

3) ...verdadeiros líderes de uma moderna força aeroespacial (ACADEMIA DA FORÇA AÉREA, 2005).

4) ...dentro das regras de vôo visual e de vôo por instrumentos (ICA 37-113, 2002, p.11).

o As citações diretas até três linhas devem ser redigidas entre aspas duplas e aquelas com mais de três linhas com recuo de 4 cm alinhado à direita, em fonte Arial tamanho 10;

o Os elementos essenciais das referências são: autor(es), título da parte, artigo ou matéria, título da publicação, local de publicação, numeração correspondente ao volume e/ou ano, fascículo ou número, paginação inicial e final, quando se tratar de artigo ou matéria, data ou intervalo de publicação e particularidades que identificam a parte (se houver);

**Obs. Para os elementos de destaque das referências (título da obra ou do periódico) deverá ser adotado o negrito.**

Ex. GURGEL, C. Reforma do Estado e segurança pública. **Política e Administração**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 15-21, set. 1997.

o As referências devem ser reunidas no final do artigo, em uma única ordem alfabética e alinhadas somente à margem esquerda do texto e de forma a se identificar individualmente cada documento, em espaço simples e separadas entre si por espaço duplo, de acordo com a ABNT NBR 6023:2002;

o Utilizar **aspas duplas** só para citações diretas; **aspas simples** para citação dentro de citação; **negrito** para realçar palavra ou texto (também pode ser utilizado **sublinhado**); **italico** para palavras estrangeiras e **notas de rodapé** para esclarecimentos adicionais do texto (quando realmente for necessária);

o Deverão ser destacadas em **negrito**: título, subtítulo (se houver), as seções primárias, os elementos de destaque das referências e as palavras designativas (resumo, *abstract*, palavras-chave, *key-words*, referências, agradecimentos – se houver, autor e contatos – no rodapé da página de abertura, tabelas, figuras, gráficos, quadros e demais ilustrações)

o Os artigos devem ser entregues em mídia eletrônica (disquete, CD-ROM, e-mail, outros) em dois arquivos: um com o texto já montado, inclusive com as tabelas e ilustrações (figuras, quadros, gráficos, fotos, desenhos, outros) e um outro só com as tabelas e ilustrações;

o Um terceiro arquivo contendo o *Curriculum Vitae* do autor com foto, também deve ser enviado. Esses dados serão publicados na Seção “Colaboradores”, caso o artigo seja aceito;

o As instruções complementares poderão ser baixadas da página da UNIFA na intraer ([www.unifa.intraer](http://www.unifa.intraer)) ou na internet ([www.unifa.aer.mil.br](http://www.unifa.aer.mil.br)).

## OS ARTIGOS, CARTAS E RESUMOS DEVEM SER ENVIADOS PARA:

### UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA – REVISTA DA UNIFA

Av. Marechal Fontenelle, 1200 – Campo dos Afonsos

Rio de Janeiro – RJ

CEP 21740-000

Tel: (21) 2157-2780, 2157-2288 ou 2157-2774

Ou para os seguintes endereços eletrônicos:

**Intraer:** [revistadaunifa@unifa.intraer](mailto:revistadaunifa@unifa.intraer)

**Internet:** [revistadaunifa@aer.mil.br](mailto:revistadaunifa@aer.mil.br)

ou [pesquisaunifa@yahoo.com.br](mailto:pesquisaunifa@yahoo.com.br)

