

# AIR & SPACE POWER

JOURNAL  
EM PORTUGUÊS

3º/4º TRIMESTRES 2011



## General Norton A. Schwartz

Chefe do Estado-Maior da Força Aérea/EUA

## General Edward A. Rice Jr.

Comandante do Comando de Ensino  
e Treinamento da Força Aérea/EUA

## Tenente General David S. Fadok

Comandante da Universidade da Força Aérea/EUA

## General John A. Shaud, USAF, Reformado

Diretor do Instituto de Pesquisas da Força Aérea

## Divisão de Periódicos Profissionais

Tenente-Coronel Michael S. Tate  
*Chefe dos Periódicos Profissionais*

## Edição em Português

Iris Moebius, *Editora*  
Silvia Conrad, *Assistente Editorial*

## Produção

L. Susan Fair, *Ilustração*  
Vivian O'Neal, *Diagramação*

Publicado trimestralmente em inglês, português, espanhol, árabe, francês e chinês, o *Air and Space Power Journal* é o periódico profissional da Força Aérea dos EUA. Destina-se a servir de foro livre para a apresentação e o estímulo de ideias inovadoras sobre doutrina, estratégia, tática, estrutura de forças, prontidão e outros assuntos pertinentes à defesa nacional. As opiniões expressas ou insinuadas nesta revista pertencem aos respectivos autores e não representam, necessariamente, as do Departamento de Defesa, da Força Aérea, da Universidade da Força Aérea/EUA ou de quaisquer outros órgãos ou departamentos do governo norte-americano.

Os artigos que constam desta edição podem ser reproduzidos em todo ou em parte, desde que seja o *Air and Space Power Journal* citado como fonte.

Os artigos para publicação devem ser enviados em *CD-ROM (Microsoft Word)* ou via correio eletrônico ao Editor, *Air and Space Power Journal* em Português, 155 N. Twining Street, Maxwell AFB, Alabama 36112-6026.



<http://www.af.mil>



<http://www.aetc.randolph.af.mil>



<http://www.au.af.mil>

Editor  
*Air and Space Power Journal*  
em Português  
155 N. Twining Street  
Maxwell AFB, AL 36112-6026  
USA

Tel. (334) 953-5294/4625  
Fax (334) 953-1626  
correio eletrônico  
[cadreaspj@aol.com](mailto:cadreaspj@aol.com)  
Internet  
<http://www.airpower.au.af.mil>

ISSN 1555-3825

# AIR & SPACE POWER

JOURNAL  
EM PORTUGUÊS

3º/4º TRIMESTRES 2011

Volume XXIII, Nºs 3/4

## O Brasil e os Estados Unidos | 3

A Necessidade de Engajamento Estratégico

Luigi R. Einaudi

## 51ª CONJEFAMER NO BRASIL | 19

Reação a desastres naturais foi tema de debates entre Chefes de Forças Aéreas das Américas

2º Ten Juliana Mota de Carvalho

## A Junta Interamericana de Defesa e as Exigências Contemporâneas | 21

General-de-Brigada Racine Bezerra Lima Filho

CMG (FN) Romilton Mello

Cel MB Luis Duizit Brito

Cel Av Gilson de Barros Caputo Junior

## A Importância da Educação Técnica Dedicada à Defesa | 27

Maj Gen Walter D. Givhan, *USAF*

Maj Eric D. Trias, *PhD, USAF*

Maj William H. Allen, *USAF*

## Energia | 34

Como Colocar em Prática o Conceito da Força Aérea

TenCel Frederick G. Harmon, *USAF*

TenCel Richard D. Branam, *USAF*

TenCel Doral E. Sandlin, *USAF*

## Navegação, Cronometria e Posicionamento Precisos Sem o Sistema de Posicionamento Global | 42

Maj Kenneth A. Fisher, *PhD, USAF*

John F. Raquet, *PhD*

## As Possíveis Desvantagens de Biocombustíveis | 52

TenCel Mark N. Goltz, *PhD, USAF, Reformado*

Charles A. Bleckmann, *PhD*

Douglas M. Mackay, *PhD*

Maj Khai Vuong, *USAF*

Cap Jerrod P. McComb, *USAF*

## Combustível Jet Propellant 8 ou Combustíveis Alternativos | 58

A Perspectiva do Ciclo-de-vida

TenCel Peter P. Feng, *PE, PhD, USAF*

Maj Wayne C. Kinsel, *USAF*

Alfred E. Thal, *PhD*

Charles A. Bleckmann, *PhD*

## Veículo Espacial Programável: A Incorporação de Voos Orbitais e Suborbitais Reduz o Custo | 68

Cap Thomas C. Co, *USAF*

Dr. Jonathan T. Black

## O Preparo da Próxima Geração de Guerreiros Cibernéticos Profissionais | 75

Ten Cel Timothy Franz, *USAF*

## A Capacidade Aérea e a Contrainsurgência | 88

A Base Adequada

Paul Smyth



*SICOFAA* [Sistema de Cooperação Entre as Forças Aéreas Americanas] é uma organização internacional voluntária, apolítica, composta pelas forças aéreas das Américas. Anualmente, os Delegados e Comandantes de seus diferentes comitês [operações aéreas, recursos humanos, educação e treinamento, busca e resgate, assistência a desastres, telecomunicações, medicina aeroespacial, previsão de tempo e de acidentes aéreos, e pesquisa científica] reúnem-se para apresentar as disposições e diferentes propostas dos comitês ao plenário. Este ano a 51ª *CONJEFAMER* [Conferência dos Chefes das Forças Aéreas Americanas] foi realizada no SERHS Grand Hotel, na cidade de Natal, Brasil, de 12 a 17 de junho com a participação de, aproximadamente, 150 pessoas.

O então Ministro de Defesa, Nelson Azevedo Jobim, abriu a Conferência, presidida pelo Tenente Brigadeiro-do-Ar Juniti Saito. A maioria dos países latinos marcou presença, juntamente com os Estados Unidos e Canadá. Belize, Costa Rica, Haiti, Jamaica e Nicarágua não compareceram.

Descobrimos, por acaso, que o delegado do Peru, durante a *CONJEFAMER* de 1947, sugeriu que a *ASPJ* em inglês fosse traduzida ao Português e Espanhol, o que teve início em 1949! Naquela época era, como sugerido, mera tradução. Através dos anos fomos adaptando a revista às demandas dos leitores, acabando por conseguir completa autonomia. Assim, foi um prazer agradecer ao *General del Aire* Carlos E. Samamé Quiñones do Peru e ao Ten Brig-do-Ar Juniti Saito pela nossa existência.

O Coronel Kristian D. Skinner, Secretário Geral da *SICOFAA*, descreve a Conferência e suas resoluções mais a fundo em artigo da *ASPJ*-Espanhol do Terceiro Trimestre deste ano [págs 5 a 11].

A Segundo Tenente, Juliana Mota de Carvalho, [Relações Públicas – CECOMSAER] faz o mesmo, em breves palavras, começando na página 10 deste número.

A Junta Interamericana de Defesa é um comitê internacional de autoridades em defesa nomeados pelos diferentes países das Américas do Sul, Central e Norte. Apresentam assessoria técnica à Organização dos Estados Americanos (OEA). Foi estabelecida pelos ministros de 21 nações em 1942. Atualmente é a mais antiga organização de defesa do globo. Confirmam o artigo do General de Brigada Racine Bezerra Lima Filho *et al* referente à organização e sua participação no *SICOFAA*.

Logo após o término da Conferência em Natal, a *ASPJ*-Português seguiu em direção ao Rio de Janeiro, onde sua pequena equipe foi muito bem recebida no Campo dos Afonsos pelo Major Brigadeiro Stefan Egon Gracza, Ten Cel Fernando Angotto Oliveira e o Ten Cel Cristiano Miranda da Silva.

Referente às relações Brasil-Estados Unidos, Luigi Einaudi, ex-Embaixador da OEA redigiu excelente artigo, cujo original em inglês “Brazil and the United States: The Need for Strategic Engagement” foi publicado pelo *Institute for National Strategic Studies da National Defense University*.

O Prof Fernando G Sampaio de Porto Alegre solicita outros artigos referentes ao espaço. *Veículo Espacial Programável* é o primeiro de uma série a ser publicada em futuros números.

*A Navegação, Cronometria e Posicionamento Precisos Sem o Sistema de Posicionamento Global*, de Fisher e Raquet é um tema que ocupa a mente de muitos. Para aqueles, que como eu, se interessam pelo assunto, vale a pena também investigar a tese de Doutorado em Engenharia [Engenharia Naval] de Paulo Henrique Buscariollo, *Sistema de Posicionamento Dinâmico Baseado em Visão Computacional e Laser* apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo [2008].

Apresentamos uma série de artigos de Catedráticos e Alunos do Instituto de Tecnologia da Força Aérea [*Air Force Institute of Technology – AFIT*]: *A Importância da Educação Técnica Dedicada à Defesa* do Maj Gen Walter D. Givhan *et al*; *Como Alcançar A Visão de Energia da Força Aérea*, Lt Cel Frederick G. Harmon *et al*; *As Possíveis Desvantagens de Biocombustíveis*, TenCel Mark N. Goltz, *PhD*, *USAF* Reformado.

A natureza de conflitos internacionais evolui, ou melhor, transforma-se, como tudo a nossa volta. Em certos casos regride. As potências, ou aprendem a ser flexíveis, ou sofrem as consequências. Aviões supersônicos pouco podem em guerras irregulares, contra-insurgências e agressões cibernéticas. O TenCel Timothy Franz *USAF* e Paul Smyth *RAF* trazem suas análises à mesa.

Este ano o Instituto de Pesquisa da Força Aérea [*Air Force Research Institute – AFRI*] do qual fazemos parte, recebeu a Estrela de “*Outstanding*” do Inspetor Geral da *USAF* o que, para nós, equivale à medalha olímpica, de ouro. Algo praticamente inatingível. Além disso, Daniel Armstrong, nosso Ilustrador, recebeu o *World Guru Award* durante a *2011 Photoshop World Conference* em Las Vegas, página 41. O reconhecimento internacional de artista nosso é grande honra.

*Iris Moebius*  
Editora

# O Brasil e os Estados Unidos: A Necessidade de Engajamento Estratégico

LUIGI R. EINAUDI



## O Poder da Singularidade

Ao identificar o Brasil como América Latina e Terceiro Mundo, Washington dificulta reconhecer seu poder e importância para os Estados Unidos. É verdade que, geograficamente falando, o Brasil faz parte da América Latina e que, como fundador do Grupo dos

77, juntamente com a Índia, foi um dos líderes originais do “Terceiro Mundo”. Mas Brasil é Brasil, vasto e singular como os Estados Unidos e a China.

Durante muitos anos foi sede do Império Português e é o maior país lusófono do mundo. Nunca foi obrigado a acomodar as grandes populações estabelecidas de Ameríndios, como a subclasse reprimida dos países andinos e centroamericanos. Atualmente, a população brasileira é tão diversificada quanto à dos primos norte-americanos, mas em fase mais rápida de crescimento. É o quinto país do mundo em extensão territorial. Como ocorreu com os Estados Unidos, a possibilidade de expansão à vastas regiões, relativamente despovoadas, propicia um senso de novas fronteiras e otimismo.

Ambos os países possuem prevalente senso pragmático e uma filosofia voltada à resolução de problemas e a “fazer com que as coisas funcionem”. Ambos possuem governos com capacidade de alcance além das fronteiras, mas profundamente preocupados com assuntos internos e psicologicamente cientes de sua natureza excepcional (talvez seja arrogância, devido a excesso de amor próprio). Mas, se tais características fazem com que tenha maior afinidade com os Estados Unidos do que com os vizinhos hispanoamericanos, sua cultura, história e percepção mundial singulares também aumentam a distância entre os dois países. A “aliança automática” do passado já não mais existe. Ambos devem fortalecer as relações pessoais, profissionais e institucionais que demarcarão o entendimento mútuo para promover os interesses distintos e às vezes divergentes, à medida que o Brasil se desenvolve e determina o próprio nicho no planeta.



**Áreas Continentais do Brasil, China e Estados Unidos**

## Geografia

A percepção norteamericana do Brasil é o Rio de Janeiro com suas lindas praias, ou o Amazonas, uma selva interminável, atravessada pelo maior sistema fluvial existente. Durante a era da Aliança para o Progresso, também foram bombardeados pela mídia com reportagens acerca do isolamento e da pobreza sem fim do Nordeste. Vários outros estados não receberam tanta atenção. Por exemplo, Minas Gerais, com vastos depósitos de matéria-prima, indústria de mineração e armamentos, bem como os grandes estados tecnologicamente avançados de São Paulo e do sudoeste do país que possuem indústria de ponta e agricultura mecanizada.

A infraestrutura interna é deficiente em relação às grandes distâncias e às exigências para aproveitar ao máximo o comércio inter-

nacional. A nação conta com milhares de aeroportos – mais do que qualquer outro país fora dos Estados Unidos. Contudo, os sistemas rodoviários, ferroviários e portuários deixam muito a desejar. Um estudo observa que as despesas de transporte interno e as taxas portuárias para soja, o produto principal de exportação, custam o dobro das de seus competidores.

A população, densamente concentrada ao longo da costa atlântica, é predominantemente urbana e não rural. O Rio de Janeiro possui 12 milhões de habitantes e São Paulo 20 milhões, o que faz com que o Brasil seja o único país, além dos Estados Unidos e da China a abrigar duas das maiores cidades do mundo.

O Presidente Juscelino Kubitschek (1956-1961) estabeleceu a nova capital, Brasília, no centro do país em 1960, em terras que ele

mesmo descrevia como “vazias, exceto pelo rugido da onça”. A expansão de Brasília foi rápida e simboliza a determinação do país em não só melhor distribuir a população, mas também melhorar a conexão com os vizinhos ao longo da costa do Pacífico e com o resto do mundo.

## Demografia

Os 201 milhões de brasileiros possuem extraordinária diversidade cultural e étnica. A grande maioria, cerca de 92%, está mais ou menos bem dividida entre brancos e mulatos, descendentes de escravos africanos e de imigrantes portugueses, espanhóis, italianos, alemães e poloneses, com contribuições importantes de países do Oriente Médio.<sup>2</sup> A população negra é de 13 milhões de pessoas. Destacam-se, entre outras minorias, 700 mil ameríndios e cerca de 1,5 milhão de descendentes de japoneses, o maior número de pessoas daquela nacionalidade fora do Japão.

A má distribuição de renda e a injustiça social são óbvias e amplamente reconhecidas. Durante as décadas de 50 e 60, a disparidade que assolava a vida rural tradicional foi agravada pela explosão populacional, que acabou exercendo forte pressão sobre as obras e serviços públicos. Desde então, o crescimento da população vem diminuindo com consistência. Atualmente, a taxa anual é de pouco mais de 1%, em relação ao pico de 3%.

A taxa de alfabetização subiu a 88%, mas o ensino básico é ainda bastante precário.<sup>3</sup> Um sistema de educação pública de segundo grau, extremamente limitado, continua sendo um obstáculo à aquisição de capacitação atualizada e à mobilidade social.<sup>4</sup>

O alto nível de criminalidade e o aumento em consumo de drogas em áreas urbanas são outros fatores importantes que retardam um crescimento mais rápido.

Menos reconhecidos, fora do Brasil, são os programas desenvolvidos durante a última geração para preencher tais lacunas. A administração de Luiz Inácio *Lula* da Silva (2003-2010) expandiu o programa Bolsa Escola, que teve início na gestão do presidente Fernando Henrique Cardoso (1995-2002) e desenvol-

veu o Bolsa Família, programa de subsídio à família que se tornou o maior programa de transferência condicional de renda do mundo. As famílias pobres recebem subsídios para educação, nutrição e até mesmo gasolina se conseguem comprovar a frequência escolar dos filhos. O Bolsa Família atende a mais de 50 milhões de pessoas e, com o aumento de 65% do salário mínimo nos oito anos do governo *Lula*, calcula-se que o programa conseguiu reduzir a pobreza pela metade.<sup>5</sup> Embora um quarto da população ainda seja pobre, essas e outras medidas permitiram que milhões de pessoas melhorassem de vida.

Os exames de admissão universitária favorecem, na prática, os formandos mais bem preparados, geralmente provenientes de escolas secundárias particulares, excluindo, desse modo, a muitos. A qualidade do ensino universitário não é uniforme, mas é, quase sempre, excelente. Anualmente, o Brasil conta com 510 mil formandos em Ciências. Desses, 10 mil detêm doutorado, um número dez vezes maior do que há duas décadas. As dependências, bem como a área de pesquisa da Universidade de São Paulo, atraem estudantes de todo o mundo.

## Economia

Desde os anos 90, o Brasil controla a inflação, pela qual já era famoso. Ao contrário dos países vizinhos, cujas economias dependem, relativamente, de poucas exportações, a brasileira que, em breve, deverá ser a sétima maior do mundo é altamente diversificada e impulsionada pelos mercados interno e externo em rápido desenvolvimento.<sup>6</sup>

A agricultura, particularmente no estado de São Paulo, mas incluindo também o Centro-Oeste, como as potências produtivas de Mato Grosso do Sul e Goiás, bem como os estados sulistas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, abandonou, radicalmente, as práticas tradicionais, tornando-se altamente mecanizada. O Brasil é o maior exportador de café, tabaco, suco de laranja, açúcar e carne.

A JBS-Friboi comprou a *Swift* e a *Pilgrim's Pride* e ultrapassou a *Tyson Foods*, tornando-se a maior empresa de carne do mundo.

A pesquisa em agricultura tropical da Embrapa poderá, em breve, levar o Brasil do segundo ao primeiro lugar também em produção de soja, apesar das desvantagens de custo impostas pela infraestrutura deficiente.<sup>7</sup>

Como o maior exportador mundial de proteína animal, ocupa posição estratégica em qualquer painel referente à segurança alimentar global. De fato, seu potencial em produção de alimentos é limitado, em grande parte, pelo protecionismo americano e europeu.

A antiga empresa estatal de mineração Vale do Rio Doce (privatizada em 1997 sob o nome simplificado de “Vale”), transformou-se em empresa multinacional diversificada, operando em seis continentes e 16 estados brasileiros. A Vale é a maior produtora de minério de ferro e pelotas, a segunda em níquel, desempenhando papel importante em logística e geração de energia hidrelétrica.

A falta de instalações portuárias modernas há muito impede o crescimento mais rápido. Entretanto, o governo e os empresários aproveitaram a demanda chinesa em matéria-prima para aprimorar a logística com a construção de um dos maiores portos do mundo, a ser inaugurado em 2012.

O setor industrial atingiu avanços semelhantes. As exportações brasileiras incluem equipamento elétrico, automóveis, etanol, têxteis, calçados e aço. A Embraer é hoje o terceiro maior produtor de aviões comerciais e militares, perdendo somente para a *Boeing* e a *Airbus*. É a líder mundial em jatinhos regionais.

O país ingressou à Organização Mundial do Comércio em 1995. Seus principais parceiros comerciais em 2009 eram a China, os Estados Unidos, a União Europeia e a Argentina. Os Estados Unidos contribuem à maioria das importações (16%) e a China às exportações (12%).

Os analistas acreditam que a rápida e contínua expansão do Brasil, apesar da recente crise econômica mundial, foi impulsionada, especialmente, pelo aumento em demanda interna de uma classe média em ascensão que busca adquirir conforto material antes fora de alcance.

Com a inflação sob controle, o crédito, inclusive as hipotecas destinadas à aquisição de

moradia pela classe média é responsável por grande parte do crescimento. Esse aumento em demanda interna é importante fator em expectativas de que a economia continuará a prosperar.

Durante muito tempo considerava-se o país deficiente em energia, porque não contava com recursos petrolíferos próprios. O aumento em custo de petróleo pela Organização dos Países Exportadores de Petróleo durante a década de 70 destacou, claramente, tal vulnerabilidade. A reação do país preparou o terreno para o que é hoje seu ponto forte.

Primeiro, impulsionou o desenvolvimento dos enormes recursos hídricos. A energia hidrelétrica satisfazia 34% das necessidades totais de energia do país em 2008. Até a China completar a construção da Barragem das Três Gargantas, a Hidrelétrica de Itaipu, na fronteira do Brasil com o Paraguai possui a maior capacidade de geração de força elétrica no mundo. [Itaipu continuará detendo seu lugar em volume].

Segundo, a busca de energia para satisfazer o crescimento da economia brasileira levou ao desenvolvimento do etanol que, com o auxílio do governo, veio a ser uma indústria de qualidade mundial.

Terceiro, o Brasil conta com reservas de urânio suficientes para alimentar, não só os dois reatores nucleares existentes, mas também um terceiro programado para 2015 e outros em discussão.

Finalmente, grandes descobertas recentes de petróleo no Atlântico Sul oferecem ao Brasil a possibilidade de vir a ser também importante produtor neste setor.<sup>8</sup> A empresa de petróleo nacional, a Petrobrás, opera em 27 países, é líder em tecnologia de perfuração em águas profundas e a maior empresa sediada no hemisfério Sul.

A economia mundial resulta difícil e até mesmo perigosa. O crescimento do Brasil incrementou os investimentos estrangeiros. O investimento estrangeiro direto aumentou de 52 bilhões de dólares em 2000 a 158 bilhões de dólares em 2009.<sup>9</sup> Grande parte desse investimento concentra-se na América Latina, Moçambique, Angola e países desenvolvidos. Em comparação, o investimento estrangeiro

direto da China no exterior em 2009 chegou a 230 bilhões de dólares. Ambos os países investem ativamente em empresas baseadas em matéria-prima. Entretanto, o Brasil possui grandes investimentos em centros financeiros fora do país e quantias mínimas em manufatura. A China, por outro lado, investe vigorosamente em manufatura e informática.<sup>10</sup> O Brasil não é imune às dificuldades ocasionadas pela flutuação do câmbio internacional e desequilíbrios de comércio, bem como problemas de sua própria criação, tais como gasto governamental excessivo.<sup>11</sup> Mas a reviravolta que conseguiu dar dentro de uma só geração, de inflação desenfreada a crescimento sustentável, transformou-o de nação com débito líquido em nação com crédito líquido. [O Brasil é o quarto Credor dos EUA].

As diretrizes econômicas foram eficazes e previsíveis. Os gerentes governamentais e particulares possuem ampla e sólida capacidade técnica. A administração do Presidente *Lula* baseou-se nas instituições estabelecidas pelo Presidente Cardoso. As nomeações iniciais da Presidente Dilma Rousseff prometem a continuidade que levaria à maior consolidação administrativa e a tão necessária simplificação jurídica e burocrática.<sup>12</sup>

## Política

O Brasil nunca foi obrigado a lutar pela independência. As Guerras Napoleônicas na Europa levaram a família real portuguesa a refugiar-se no Brasil, estabelecendo, assim, a sede do império português no Rio de Janeiro em 1808. Após o regresso do rei Dom João VI a Portugal em 1822, seu filho, que permaneceria no Brasil como Regente, declarou a independência do país, tomando o nome de Dom Pedro I, Imperador do Brasil.<sup>13</sup> A relativa ausência de violência durante esse evento, bem como durante a abolição da escravatura e o estabelecimento da república em 1899 caracterizaram a história e a sociedade brasileiras.

Nos últimos 25 anos, o Brasil vem sendo um paradigma de política estável e democracia eleitoral. O presidente *Lula* sucedeu o presidente Cardoso pacificamente. O mesmo sucedeu com Dilma Rousseff que, a 1º de ja-

neiro de 2011, veio a ser a Primeira Presidente do Brasil. O processo foi “ruidoso, caótico e imperfeito”, mas claramente democrático.<sup>14</sup> Mesmo assim, as diferenças regionais do país, o caciquismo e as profundas disparidades sociais contribuem para que continuem a surgir questões importantes sobre a qualidade da democracia.<sup>15</sup>

O avanço tecnológico do país refletiu-se no processo político com o uso generalizado do voto eletrônico. Os computadores portáteis levaram o poder de cidadania a eleitores nas áreas mais remotas. O método brasileiro de votação computadorizada, comprovado seguro contra problemas técnicos ou de manipulação, está entre os mais avançados do mundo. Os especialistas da Organização dos Estados Americanos (OEA) nesse campo facilitaram seu uso bem-sucedido em vários países da América Latina e Caribe.

A potência do Brasil reflete-se na quantidade de prósperas instituições de primeira que proporcionam liderança e estabilidade ao país. Além das grandes empresas, como a Vale, Embraer e Petrobrás, as instituições como a Fundação Getúlio Vargas, a Universidade de São Paulo, o sistema federal universitário em geral, institutos especializados, como a Embrapa e a indústria incipiente de defesa são também importantes centros de pesquisa regional e internacional.

O Ministério das Relações Exteriores, conhecido como Itamaraty, o nome do palácio no Rio de Janeiro que serviu de sua primeira sede, é elitista, mas sua reputação é de um dos mais eficazes corpos diplomáticos existentes.

A Escola Superior de Guerra é, há muito, o centro de desenvolvimento de doutrina militar e educação profissional.

## As Forças Armadas

As diretrizes de segurança provenientes dos governos civis recentes foram marcadas pela reorientação doutrinária e modernização gradativa das forças. Durante a maior parte da segunda metade do século XX, as forças armadas concentraram-se mais em segurança interna e em um anticomunismo mal definido do que em defesa militar. Como em

grande parte da América Latina durante o mesmo período, os militares, às vezes, tomaram as rédeas do governo. De fato, líderes militares ocuparam a presidência de 1964 a 1985. A repressão oficial nunca alcançou os níveis dos regimes militares da Argentina e Chile, mas os governos militares brasileiros, de forma eficaz, suprimiram a oposição radical e as poucas tentativas de resistência armada. A resultante “associação entre segurança e repressão – uma das consequências do período militar – tornou impossível o calmo raciocínio acerca de diretrizes de defesa”.<sup>16</sup> Esse comentário, fora do normal, não foi feito por radical oposto ao sistema, mas por Nelson Jobim, ex-Ministro da Justiça durante o mandato do Presidente Cardoso e mais tarde Presidente do Supremo Tribunal Federal do Brasil, servindo de Ministro da Defesa durante as administrações do Presidente *Lula* e início da administração da Presidente Rouseff. Entretanto, a nomeação de Jobim deve-se, não tanto ao receio da população de intervenção militar em política, mas ao fato de que era necessário que os militares viessem a ser um patrimônio nacional para que o Brasil pudesse operar eficazmente em um mundo perigoso.

Assim como o Secretário de Defesa Robert Gates dos Estados Unidos, Jobim foi confirmado ao cargo pela Presidente Dilma Rouseff, assegurando competência e continuidade essenciais de uma a outra administração.

Os pontos em destaque da evolução militar brasileira incluíram a criação de um Ministério de Defesa em 1999 e, o essencial que foi o desenvolvimento de Estratégia Nacional de Defesa. Essa nova estratégia é um desvio da Doutrina de Segurança Nacional, cujo enfoque interno expressava o ponto de vista dos líderes militares que governaram o Brasil de 1964 a 1985. Uma característica fundamental é a ênfase em desenvolvimento tecnológico nacional para aumentar a capacidade de dissuasão militar.

A mudança em estratégia não quer dizer que os militares brasileiros não mais se responsabilizarão pela segurança interna.<sup>17</sup> As Forças Armadas, especialmente a Marinha, patrulham o interior, uma longa tradição. A

nova estratégia solidificará tal programa, destacando as tropas da costa leste ao interior, à regiões onde os militares agora possuem voz de prisão.

Em 2010, os militares colaboraram com destacamentos do departamento da polícia em tentativas para por um fim às quadrilhas de narcotraficantes nas favelas do Rio.<sup>18</sup> Isso não significa que o Brasil não possui experiência militar prévia no exterior. Uma força expedicionária brasileira lutou com muita eficácia lado a lado com as tropas americanas na Itália em 1944-1945. Um general brasileiro comandou a missão de observação militar Equador-Peru (MOMEPE) em 1995-1998, que continha forças dos Estados Unidos, Argentina e Chile, além de soldados brasileiros. Quando os Estados Unidos eliminaram os helicópteros *Blackhawks* do MOMEPE, o exército brasileiro comprou seus primeiros *Blackhawks* para substituir os americanos.<sup>19</sup> Os soldados brasileiros destacaram-se em operações de manutenção de paz da Organização das Nações Unidas (ONU) em Angola, Moçambique e Timor Leste, antigos remanescentes do império português, bem como no Congo e em outras regiões. O Brasil também assumiu o comando da Missão de Estabilização das Nações Unidas no Haiti (MINUSTAH) em 2004. Essa decisão, a primeira vez em que o Brasil apoiou o uso de força, de acordo com a Carta das Nações Unidas, Capítulo Sete, indicou que estava pronto a assumir a responsabilidade de liderança em questões difíceis perante o Conselho de Segurança da ONU, de maneira até então não vista.

Os líderes militares brasileiros há muito consideram o desenvolvimento do Brasil essencial à segurança nacional. As Forças Armadas mantêm a importante presença governamental na Amazônia, de transporte aéreo ao desenvolvimento e segurança (Projeto Calha Norte) e vigilância (Sistema de Vigilância da Amazônia). A necessidade de proteger e apoiar indústrias estratégicas também é de interesse aos militares. A decisão inicial de subsidiar o desenvolvimento da indústria de etanol, por exemplo, foi tomada pelos regimes militares durante a década de 70. A nova Estratégia Nacional de Defesa reuniu explicitamente to-

das essas ramificações em um só plano para aumentar, modernizar e reposicionar as forças militares e restaurar a indústria de defesa.

O Presidente *Lula*, pessoalmente, esclareceu a estratégia em Brasília em 2008, declarando que o Brasil necessitava de maior número de defesas sólidas como parte das novas responsabilidades em um mundo em fase de mudança.

A modernização militar estava vinculada, diretamente, à transferência de tecnologia e ao desenvolvimento industrial. “Nós não estamos mais interessados em comprar armas das prateleiras”, declarou Roberto Mangabeira Unger, Catedrático da Harvard que se tornou Ministro Extraordinário da Secretaria de Assuntos Estratégicos.<sup>20</sup>

De modo ainda mais específico, o Brasil quer evitar as limitações impostas pelos Regulamentos dos Estados Unidos sobre o Tráfico Internacional de Armas, vistos como obstáculos à consecução de uma indústria de defesa brasileira independente.

As tentativas em importação de tecnologia para aumentar a capacidade industrial fizeram parte das negociações com a China, referentes ao espaço, e com o Reino Unido referentes a navios de guerra. Certamente desempenharam função essencial durante os acordos de assistência negociados com a França para construir a usina nuclear Angra 3, bem como durante os projetos de satélites [*ISR*] a serem utilizados na Amazônia e a cooperação técnica em construção de projeto de submarino de propulsão nuclear, cuja função, dentre outras, será dissuadir possíveis ameaças às operações de perfuração de petróleo em águas profundas.<sup>21</sup>

## Diretrizes Externas

Apenas a China e a Rússia possuem fronteiras terrestres mais extensas do que as do Brasil, que se limita com dez dos 12 países da América do Sul. O Barão do Rio Branco, o Ministro das Relações Exteriores de 1902 a 1912, conquistou a reputação de ser o pai da diplomacia brasileira, devido ao êxito durante a negociação de tratados com os vizinhos do Brasil para formalizar suas fronteiras. O uso pragmático do *uti possidetis*<sup>22</sup> por Rio Branco

diferenciou o Brasil dos países da América espanhola, cujas relações entre si eram mais litigiosas e repletas de demandas referentes às fronteiras coloniais, bem como abusos.

Com as fronteiras demarcadas, o Brasil se dava por satisfeito em manter os vizinhos à distância.<sup>23</sup> A principal exceção foi a Argentina, a rival do Brasil na América do Sul. Ambos os países “tinham muito a ganhar com uma agenda positiva, mas insistiram, durante décadas, em relação ridícula, absurda e improdutiva”.<sup>24</sup>

Entretanto, durante as décadas de 1970 e 1980, longas negociações entre os dois governos levaram a acordos nucleares e a “descartar a hipótese de conflito bilateral” entre os dois países. Em 1985, a aproximação entre a Argentina e o Brasil serviu de pano de fundo para o MERCOSUL, que pretendia ser um bloco mercantil que incluiria o Paraguai e o Uruguai.

O Brasil liderou a criação da União de Nações Sul-Americanas (UNASUL) em 2008, formalizando o ideal, reconhecido pela Constituição Brasileira de uma América do Sul integrada. Ao surgir em um momento em que as condições políticas na Venezuela e Bolívia estavam complicadas e a tensão entre a Colômbia e o Equador e entre a Colômbia e a Venezuela eram intensas, a UNASUL visava também amenizar a tensão entre os vizinhos do Brasil. O objetivo não era algo novo em suas diretrizes. O Ministro das Relações Exteriores, Oswaldo Aranha, desempenhou função fundamental na negociação do Protocolo do Rio de 1942, o tratado que pôs fim à Guerra Equador-Peru.

O Brasil permaneceu neutro na guerra das Malvinas entre a Argentina e a Grã-Bretanha em 1982, mas emprestou à Argentina aeronaves de observação de longo alcance, fabricadas no Brasil, para prevenir qualquer ataque ao Continente. Com a assistência dos Estados Unidos, Argentina e Chile, o Brasil conseguiu liderar o acordo de paz de 1998 entre o Equador e o Peru, após o conflito haver reiniciado em 1994-1995. Entretanto, um acordo bilateral de direitos de uso de bases entre os Estados Unidos e Colômbia em 2009, levou o

Brasil a utilizar a UNASUL de foro para afirmar sua independência dos Estados Unidos.

Ainda mais do que a renúncia formal do México em 2001 das obrigações do Tratado do Rio, a UNASUL e seu Conselho de Defesa demarcaram o final da Doutrina de Monroe. Referindo-se explicitamente aos Estados Unidos, o então Ministro Jobim declarou que “a defesa da América do Sul só quem faz é a América do Sul”.<sup>25</sup>

Sempre atentos aos eventos além do hemisfério, os diplomatas brasileiros há muito acreditam que seu país merece um lugar de liderança no sistema global. O Brasil foi membro fundador da Liga das Nações, mas retirou-se em 1926, quando ficou claro que a Alemanha seria admitida como membro permanente do Conselho e o Brasil seria excluído.

O Brasil foi também membro fundador das Nações Unidas, mas em 1964 facilitou a fundação do Grupo dos 77 com o objetivo de aumentar a capacidade conjunta dos países em desenvolvimento em negociar questões econômicas internacionais.

Desde os anos 60, alguns líderes brasileiros preocupam-se com o fato de que os Estados Unidos poderiam usar as Nações Unidas e o sistema internacional para “congelar” as relações de poder, beneficiando-se e aos outros países detentores de poder. Embora o termo BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China) tenha sido cunhado por consultor financeiro americano, pensando em termos econômicos, o Brasil procurou utilizá-lo de forma diplomática. O Brasil visualizou o BRIC como oportunidade, como escreveu um diplomata brasileiro, “porque as estruturas de poder preexistentes não abrangiam os países membros de modo satisfatório e porque a geometria da vida internacional exigia uma revisão da composição dos órgãos diretores que expressam o poder mundial”.<sup>26</sup> De fato, os membros do BRIC possuem pouco em comum. Como a Rússia e a China já são membros permanentes do Conselho de Segurança, não está claro se teriam muito a ganhar ao agitar as coisas em benefício do Brasil. A insistência do Brasil no BRIC pode acabar sendo missão, em parte irreal, para negar relevância aos Estados Unidos.

Isso posto, a expansão da relação do Brasil com a Europa, vínculos comerciais cada vez mais extensos com a China, posicionamento de mercado emergente promissor e conexões históricas com a África certamente conferem a ele maior escopo geopolítico. *The Economist* escreveu em 2009, que: “de certa forma o Brasil suplanta os outros [componentes do] BRIC. Ao contrário da China, é uma democracia. Ao contrário da Índia, não possui insurgentes, conflitos étnicos, religiosos ou vizinhos hostis. Ao contrário da Rússia, exporta mais do que somente petróleo e armamentos e trata os investidores externos com respeito. (...) Na verdade, quando se trata de diretrizes sociais inteligentes e incentivo ao consumo interno, o mundo em desenvolvimento tem muito mais a aprender com o Brasil do que com a China.”<sup>27</sup>

Muitos países hoje veem o Brasil como protagonista global com o qual partilham interesses, mesmo que seja só para alavancar o engajamento com terceiros. Cento e oitenta e cinco países contavam com missões em Brasília em 2010, suplantando as cento e sessenta e cinco de Beijing e quase igualando as cento e noventa de Washington.

A evolução da coordenação financeira mundial de G8 a G20 reflete o alcance global cada vez maior do Brasil. Transforma-se em nação doadora. Seus fundos de fortuna soberana passaram, agora, à coluna de credor líquido no Fundo Monetário Internacional (FMI).

A Cúpula do G20 de 2009 em Pittsburgh, que substituiu o G8, prometia em sua Declaração de Líderes “análise cândida, equitativa e equilibrada” – provavelmente uma bofetada gratuita às análises anteriores do G8. As reformas de redistribuição de quotas do FMI de 2010 outorgaram aos Estados Unidos, Japão, BRIC e aos quatro maiores países europeus (França, Alemanha, Itália e Reino Unido) o maior número de quotas. Inicia o descongelamento das relações mundiais de poder. Após contribuir à nova fluência, a questão agora é que objetivos busca o Brasil.

## De Aliança a Ceticismo

Da Segunda Guerra Mundial à Guerra Fria, o Brasil via os Estados Unidos como aliados

fundamentais. Durante o mandato do Presidente Getúlio Vargas (1930–1946, 1951–1954), o Brasil tomou parte no empreendimento aliado durante a Segunda Guerra Mundial. Uma Divisão Brasileira com seu próprio apoio aéreo uniu-se ao Exército dos EUA na luta bem sucedida na Itália. As relações militares entre os EUA e o Brasil permaneceram excepcionalmente íntimas durante a geração que seguiu a guerra. Os brasileiros mesmo declararam certas vezes que suas diretrizes estrangeiras pareciam estar baseadas em “aliança automática” com os Estados Unidos. O Brasil foi o anfitrião durante as negociações do Tratado do Rio de 1947, cujo Artigo 5 – que pedia a ação coletiva em agressões externas contra qualquer um dos membros – abriu o precedente para a Organização do Tratado do Atlântico Norte – OTAN. As tropas brasileiras participaram da ocupação da República Dominicana em 1965, legitimando o que havia iniciado como intervenção unilateral dos Estados Unidos. Durante os anos 1960 e 1970, porém, a aliança sofreu erosão gradativa.

O golpe militar de 1964, as questões de direitos humanos, o comércio e as inquietudes referentes à questão nuclear tornaram-se fontes de tensão com sucessivos governos americanos. O autor, membro da Equipe de Planejamento de Diretrizes do Secretário de Estado Henry Kissinger em 1975 reuniu-se, a sós, com o Ministro das Relações Exteriores do Brasil, Azeredo da Silveira, para sondar se o Brasil estaria preparado, com sua diplomacia altamente profissional, a assumir maiores responsabilidades, adequadas à potência regional. A resposta de Silveira foi que uma política externa ativista inevitavelmente encontraria “acidentes de percurso”. Disse ele que os Estados Unidos contavam com a riqueza e o poder para absorver tais acidentes. O Brasil, não.<sup>28</sup> Com o passar do tempo e o próprio crescimento do Brasil, bem como com as mudanças em condições internacionais, o pragmatismo cauteloso de Silveira deu lugar ao que se pode chamar de diretriz de “independência crítica”. A eleição de Jimmy Carter deu origem a embates imediatos com o Brasil acerca de direitos humanos e diretrizes nucleares.

No início de 1977, o Vice-Presidente Walter Mondale visitou o Brasil para opor o possível desenvolvimento da capacitação para fabricar armas nucleares. Os líderes militares brasileiros ficaram profundamente ofendidos com a ideia de que os Estados Unidos e outras potências importantes pudessem manter arsenais nucleares, mas não o seu país. Os diplomatas brasileiros desempenharam papel importante em apoio à desnuclearização regional da América do Sul mediante o Tratado de Tlatelolco de 1967. Mais tarde, o Brasil ratificaria o Tratado de Não Proliferação Nuclear, mas as relações com os Estados Unidos nunca mais seriam as mesmas.

A oposição a que o Brasil desenvolvesse capacidade para fabricar armas nucleares confirmou os receios anteriores de que os Estados Unidos procuravam “congelar” as relações globais de poder em seu benefício, relegando o Brasil à posição de estado subalterno.<sup>29</sup> Fustigados por longa lista de irritantes bilaterais e sentindo que as diretrizes externas norte-americanas atolavam-se na guerra contra o terrorismo, os brasileiros tornaram-se cada vez mais críticos daquele país.

Segundo Raul Jungmann, “com o fim da Guerra Fria, a América do Sul perdeu qualquer importância residual para os líderes americanos e desapareceu em um vácuo de irrelevância estratégica”.<sup>30</sup>

A nova geração de líderes brasileiros tende a ver a influência política e econômica dos Estados Unidos e do Ocidente em geral, como obstáculo genérico à ascensão do Brasil, portanto, como algo que deve ser impedido sempre que possível.<sup>31</sup> Tal sentimento alimenta a UNASUL e os “mecanismos interregionais” do Diálogo Sul-Sul, Índia-Brasil-África do Sul e o BRIC. Incontestáveis e positivas em si, essas iniciativas muitas vezes vêm acompanhadas de certa aura de antiamericanismo. A tentativa do Presidente *Lula* em romper o impasse acerca do programa nuclear do Irã, em parte, teve origem em antigas tensões com os Estados Unidos referentes ao próprio programa nuclear brasileiro.<sup>32</sup>

Mas derivou-se também da convicção de que os Estados Unidos fazem, muitas vezes, parte do problema e que o Brasil pode ajudar

a encontrar soluções que outros, inclusive os Estados Unidos, deixaram escapar. A reação negativa dos Estados Unidos e de outras grandes potências às iniciativas tomadas pelo Brasil e pela Turquia a favor do Irã demonstra que o envolvimento global não é isento de custo. A diretiz brasileira foi criticada interna e externamente por ultrapassar os limites, por presunção e preparo inadequado.

A maneira como os Estados Unidos veem o Brasil: um parceiro não confiável, relutante em tomar as decisões difíceis necessárias à manutenção da ordem mundial, subitamente reflete a maneira como o Brasil vê os Estados Unidos, dedicado à ações militares aventureiras ao bandir o Conselho de Segurança da ONU contra o Iraque.

Uma questão permanece em aberto: será que as futuras diretrizes do Brasil refletirão, como as dos Estados Unidos, maior cautela e sensibilidade aos interesses de terceiros? Entretanto, não há dúvida de que o ativismo global brasileiro chegou para ficar. “Deixamos para trás o período de tempo em que um acúmulo de vulnerabilidades limitava o escopo de ação internacional”, disse Antonio de Aguiar Patriota em seu primeiro discurso como Ministro das Relações Exteriores do governo da Presidente Rousseff em 2 de janeiro de 2011.<sup>33</sup> “Os brasileiros não podem subestimar o que resta a fazer internamente”, alegou, mas agora esperam nosso engajamento “em todos os grandes debates na agenda internacional”. Os Estados Unidos e o Brasil, conclui um observador americano, parecem destinados a topar um com o outro pelo mundo afora.<sup>34</sup>

O principal requisito para ambos é, portanto, o de dar forma estratégica e racionalidade a essas interações, de outra forma, desordenadas.

## Prospectos e Recomendações de Diretrizes

Os Estados Unidos possuem interesse básico de segurança nacional na continuidade do êxito democrático brasileiro e orientado ao Mercado, que melhora sua determinação e

capacidade em facilitar a solução de problemas mundiais prementes.

Passamos por período de relações internacionais em rápida mudança, no qual uma diplomacia hábil e eficaz é extremamente valiosa, a fim de proporcionar certa medida de gerenciamento à situações que poderiam sair fora de controle.

As armas nucleares continuam a aterrorizar. O Brasil desempenha função importante nesse sentido. É de interesse para os Estados Unidos encontrar todos os meios possíveis para, não só cooperar com o Brasil, mas também aproximar-se a Brasília como parceiro regional e global em manutenção de paz e prosperidade.

Um requisito preliminar para melhor engajamento mútuo seria a mudança de perspectiva de ambos. Um engajamento mutuamente benéfico requer que os Estados Unidos aceitem a ascensão do Brasil como potência global. O Brasil é mais do que uma China tropical.<sup>35</sup> Cultural e politicamente encontra-se mais próximo aos Estados Unidos e à Europa.

O Brasil, por sua vez, deve dar-se conta de que os Estados Unidos aceitam sua ascensão. Também deve reconhecer que os Estados Unidos ainda possuem grande importância à Brasília e que pode fazer muito mais relacionando-se bem com Washington.

Os Estados Unidos e o Brasil possuem vastos interesses que se interconectam. Contudo, uma parceria estratégica formal provavelmente está fora de cogitação para ambos. Nos Estados Unidos, o Brasil deve competir, em questão de atenção política, com a China, Índia, Rússia, Japão, México e com os vários países europeus.

O Brasil não representa ameaça à segurança norte-americana. Além disso, apesar de sua importância em organizações multilaterais, particularmente na ONU, na melhor das hipóteses, seria de limitada assistência prática aos Estados Unidos nas duas guerras em curso.

Por sua vez, pode-se dizer, com justiça, que os interesses brasileiros incluem a necessidade de ser distinto dos Estados Unidos. Diplomáticamente, isso quer dizer que nem um nem outro pode esperar aquele acordo mútuo automático. Os interesses diferem e pode

ser que seja politicamente necessário realçar as diferenças, mesmo quando os interesses forem similares. Entretanto, ambos devem fazer todo o possível para desenvolver o hábito de “consulta permanente”, a fim de coordenar diretrizes, cooperar de forma pragmática, quando de comum interesse, moderando surpresas, mesmo ao reconhecer que interesses e diretrizes específicas podem muitas vezes divergir.

Portanto, um dos primeiros passos administrativos é agendar consultas regulares no que diz respeito às diretrizes, aumentando o intercâmbio de dados e estabelecendo coordenação cuidadosa em questões multilaterais. Falar é fácil, agir é que é o difícil.

A lista de questões globais em que o Brasil transforma-se em protagonista importante inclui resolução de conflitos, todos os aspectos vinculados à energia, inclusive as questões nucleares, todos os tipos de comércio, ambiente, espaço e o estabelecimento de leis internacionais, entre elas o Direito Marítimo Internacional e a não proliferação.

O intercâmbio de dados, assegurando assessoria eficaz sobre tantos temas práticos exige identificar meios de suavizar o estilo administrativo rígido que desencoraja linhas laterais de responsabilidade e impede a comunicação entre grupos individuais no governo, tão comum à burocracia. Por exemplo, a organização do Departamento de Estado dos Estados Unidos que tipicamente divide-se em gabinetes geográficos responsáveis pelas relações exteriores em determinadas regiões, deixando as questões práticas para as repartições localizadas ao redor do globo. Tal abordagem dificulta o intercâmbio de dados e a consulta com países como o Brasil, cujo alcance e diretrizes ultrapassam sua região geográfica. O resultado é que o problema de questões multilaterais é frequentemente considerado pelo governo americano de forma isolada, quase como um *post-scriptum*.

Será que existem ações que os Estados Unidos e o Brasil poderiam tomar, seja de forma bilateral ou através da Organização Mundial do Comércio, que contrabalançariam certos efeitos negativos do comércio chinês na indústria manufatureira de ambos os países?<sup>36</sup> Só o

fato da existência de tal pergunta revela a complexidade da tarefa. As tentativas dos Estados Unidos em consultar o Brasil em questões mundiais seriam mais eficazes se acompanhadas de maior aceite das alternativas multilaterais à ação unilateral norteamericana.

A campanha brasileira para conseguir um assento permanente no Conselho de Segurança da ONU está fundamentada em sua tradição de busca de soluções negociadas. A Argentina e o México também aspiram a esse assento, mas a solicitação do Brasil não é apenas expressão de seu alcance global cada vez maior, mas também de seu histórico diplomático.

A ratificação de tratados internacionais importantes ante o Senado Norteamericano colocariam os Estados Unidos em melhor posição, reduzindo as suspeitas acerca de seus propósitos.

O autor acredita que os Estados Unidos deveriam apoiar a candidatura do Brasil.<sup>37</sup>

A falha em ratificar a Convenção do Direito Marítimo Internacional, por exemplo, deu certa aura de credibilidade à interesses pouco realistas mas politicamente populares articulados pelo Ministro da Defesa Jobim em novembro de 2010 sobre possível “ameaça da NATO”, [operando fora de sua esfera], aos direitos do Brasil ao petróleo no Atlântico Sul.

Do mesmo modo, quando os Estados Unidos deixaram de ratificar a Convenção Interamericana contra a Fabricação e o Tráfico Ilícito de Armas de Fogo [*American Convention Against Illicit Manufacturing of and Trafficking in Firearms*], embora sem muita consequência prática imediata, supriram munição aqueles que alegam que não estão interessados em combater a violência, quadrilhas e narcotráfico.

Um outro passo necessário e paralelo, seria o estabelecimento de grupo de profissionais americanos e brasileiros que trabalhem bem em grupo. Os laços pessoais, profissionais e institucionais devem ser a alta prioridade para ambos os países, sem que estejam condicionados à diretrizes pre-estabelecidas ou a resultados imediatos.

Ambos os governos deveriam investir em programas de intercâmbio executivo, particu-

larmente em Agricultura, Comércio, Defesa, Justiça e Estado. O Congresso, universidades e a imprensa deveriam ser incentivados a buscar oportunidades em empreendimentos conjuntos. As relações bilaterais recentes entre os Estados Unidos e o Brasil estão emaranhadas em acordos de parceria, cartas de intenção, grupos de trabalho e planos de ação conjunta.

A visita do presidente George W. Bush ao Brasil em novembro de 2005 levou a uma série de empreendimentos de engajamento em uma variedade de temas. Em março de 2010, a Secretária de Estado, Hillary Clinton, lançou iniciativa que prevê um encontro anual entre o Secretário e o Ministro das Relações Exteriores. Essas tentativas podem dar fruto.

Um foro em que os executivos principais das grandes empresas brasileiras e americanas reúnem-se regularmente para facilitar a realização de negócios certamente alcançou certo êxito.<sup>38</sup> Em geral, contudo, leva-se a impressão de que são duas sociedades vibrantes que compartilham muito mais do que percebem. Entretanto, não possuem idioma comum e número suficiente de intérpretes qualificados.

Quantas pessoas compreendem as diferenças e semelhanças culturais entre o Brasil e os Estados Unidos? A quem pode um formulador de diretrizes se voltar para saber se o fato das colheitas nos hemisférios Norte e Sul ocorrerem em momentos opostos durante o calendário anual pode ser empregado para desenvolver diretrizes agrícolas complementares e não meramente em competição?

A democratização das diretrizes externas complica tais dificuldades. Ela já é em geral confusa nos Estados Unidos por mais de uma geração. Além das funções atribuídas ao Congresso norteamericano pela Constituição (que excedem, em muito, a prática normal na maioria dos países), a participação de grupos que exercem influência, organizações não-governamentais (ONGs), grupos de interesse, membros do Congresso e a imprensa, tudo isso, em geral, desnorteia os observadores externos.

O Brasil era antes mais bem ordenado, porque suas diretrizes externas eram um consenso nacional monopolizado pelos globalis-

tas do Itamaraty. Isso tudo está agora em fase de mudança.

A expansão do alcance do país (maior número de embaixadas no Caribe do que os Estados Unidos e maior número de embaixadas na África do que o Reino Unido) colocou maior pressão, tanto em diretrizes, quanto em diplomatas.<sup>39</sup>

Com o apoio de sólida imprensa livre, as ONGs brasileiras (Terceiro Setor), os homens de negócios e outros grupos de interesse agora participam abertamente no mercado de ideias relacionado à diretrizes externas. Seus pontos de vista não convergem necessariamente com os daqueles em poder em Brasília ou Washington.<sup>40</sup>

Além disso, não está claro se existem muitas questões políticas em que ambos os países veem da mesma forma. As autoridades brasileiras encarregadas de diretrizes externas estão cientes das deficiências e vulnerabilidades das diretrizes americanas.

Muitos admiram a sociedade, a tecnologia e a cultura americanas, mas a guerra contra o terrorismo e as guerras do Iraque e Afeganistão despertam pouca atenção e ainda menos simpatia.

O Brasil recebeu bastante crédito em Washington por liderar o MINUSTAH, mas não está claro se os dois governos estão seriamente engajados na direção a tomar no futuro. Ambos os países devem avaliar um ao outro, uma vez mais, reconhecer interesses mútuos em relações mais íntimas e fazer de sua adoção a prioridade.

As instituições que procuram promover o diálogo EUA-Brasil merecem apoio muito maior. O *Brazil Institute* do *Woodrow Wilson International Center for Scholars* é uma dessas instituições, assim como o *Council for the Americas*.

O fortalecimento dos laços entre a *National Defense University* e a Escola Superior de Guerra está sob debate, assim como o aumento de intercâmbio acadêmico seguindo o acordo bilateral de Cooperação em Defesa [*Defense Cooperation Agreement*] e o Acordo de Segurança da Informação Militar [*Security of Military Information Agreement*], assinado em 2010 pelos Estados Unidos e Brasil.

Alguns podem contestar essas atividades porque exigem recursos e deveriam ser consideradas assistência externa. De fato, no mundo financeiramente multipolar em que agora vivemos, um dos problemas estratégicos mais críticos que os Estados Unidos enfrentam é fazer com que as potências emergentes, como o Brasil, arquem com parcela maior das despesas de cooperação. A partilha desse ônus é importante – assim como aprender a cooperar. O objetivo final deveria fazer com que os Estados Unidos e o Brasil direcionassem as tentativas bilaterais, a fim de aproveitar ao máximo a cooperação regional e global, destacando, em especial, a resolução de conflito, energia e comércio.

Ao assumir o posto, o novo Ministro das Relações Exteriores da Presidente Rousseff disse que o Brasil *continuará a privilegiar o diálogo e a diplomacia como método de solução de tensões e controvérsias; a defender o respeito ao direito internacional, à não intervenção e ao multilateralismo; a militar por um mundo livre de armas nucleares; a combater o preconceito, a discriminação e a arbitrariedade; e a rejeitar o recurso à coerção sem base nos compromissos que nos irmanam como comunidade internacional*.<sup>41</sup>

Não devemos ver essas palavras como simples retórica baseada em sindicalismo dos países fracos do Terceiro Mundo. O Brasil já não é fraco.

É o único BRIC sem bomba nuclear – não porque não pudesse, mas porque optou não fazê-lo. Suas doutrinas de segurança concentram-se em proteger as fronteiras e em dissuasão, não em projetar poder global. O exibicionismo do presidente *Lula* com a Turquia no Irã causou dano à credibilidade do país. Contudo, à medida que o alcance global do Brasil aumenta, suas habilidades multilaterais e histórico de autonomia seriam trunfos importantes em empreendimentos contra os riscos de terrorismo e proliferação nucleares.

Como o Canadá e um punhado de outros países, o Brasil possui a reputação de boa cidadania junto à ONU. Atualmente, tal característica em país amigo é algo importante para os Estados Unidos.

Sérgio Vieira de Mello perdeu a vida no Iraque em 2003. O autor cre que não foi por acaso que esse admirado pacifista da ONU era brasileiro. A história do Brasil, geralmente desprovida de violência, a ausência de conflitos com países vizinhos e seu compromisso duradouro com os princípios e a pacificação da ONU sem recorrer à imposição de força são fontes importantes para a resolução de conflitos.<sup>42</sup>

Os Estados Unidos e o Brasil enfrentam problemas semelhantes em sua imediata vizinhança, destacando-se o tráfico de armas e narcóticos, que contribui à insegurança do cidadão, migração e raro distúrbio ao longo de partes das fronteiras. Todas essas questões deveriam ser incluídas em processo de consulta permanente. Contudo, a abordagem brasileira da “América do Sul para os sul-americanos” não incentiva a cooperação eficaz com os Estados Unidos nem mesmo nessas questões vitais. A afirmação do poder regional do Brasil com exclusão dos Estados Unidos é semelhante às “medidas ativas para promover as organizações asiáticas que excluem os Estados Unidos” da China.<sup>43</sup> As iniciativas como a UNASUL, que excluem os Estados Unidos mas incluem governos ativamente antiamericanos, convidam à incerteza.

A resposta para o Brasil não é abandonar a UNASUL, muito menos a integração sul-americana, mas tanto para os Estados Unidos como para o Brasil é assegurar que cada um desenvolva e mantenha vínculos bilaterais com países individuais de acordo com os interesses e necessidades daqueles países.

Alguém pode negar que em certas áreas o México é mais importante para os Estados Unidos do que o Brasil? Tanto os Estados Unidos quanto o Brasil deveriam ativamente apoiar as instituições interamericanas, como a OEA, que reúne esses dois países com os outros do hemisfério. A maioria dos países latino-americanos e caribenhos deseja manter boas relações, com os Estados Unidos e com o Brasil. As atividades multilaterais são fundamentais para o estabelecimento de regras e sua observação por todos. Os formatos multilaterais são também úteis para compensar as assimetrias de poder que há muito servem de

empecilho aos Estados Unidos quando tenta lidar com os vizinhos. Agora, [esse mesmo tipo de problema] começa a atormentar um Brasil que cresce mais rapidamente do que a maioria daqueles ao seu redor.

Por mais que exista a necessidade de maior cooperação entre os dois países, isso exigirá mudanças para as quais podem ainda não estar preparados.<sup>44</sup>

Dependendo, em parte, da determinação política, muitos brasileiros hesitarão em cooperar com os Estados Unidos: se continuarem a subsidiar em massa os produtos agrícolas; manter o embargo de Cuba; se importantes grupos políticos perceberem que os Estados Unidos possuem desígnios na Amazônia; ou tropas na América do Sul; ou se não endossarem as tentativas brasileiras referentes ao assento no Conselho de Segurança da ONU.

Do mesmo modo, certas pessoas nos Estados Unidos questionarão a aproximação ao Brasil, visto como país que: desfruta do luxo dos irresponsáveis; deve aceitar maior responsabilidade em não proliferação nuclear (inclusive maior monitoria das instalações pela ONU); deve distanciar-se do Irã; acusar presença em questões de democracia e direitos humanos (no Oriente Médio, Cuba, Irã, Venezuela); ser mais ativo nas questões ante a ONU e a OEA; e, em geral, oferecer aos Estados Unidos um tratamento diplomático melhor daquele dado ultimamente.

Por fim, no futuro, é provável que as diretrizes externas norteamericanas e brasileiras sejam cada vez mais limitadas por fatores internos.

Nos Estados Unidos, a preocupação com a dívida e o enfraquecimento da competitividade interna aumentam.<sup>45</sup>

No Brasil, o país contou com dois Presidentes sucessivos cujo carisma ajudou-o a mascarar vulnerabilidades internas. Com isso, passaram à Presidente Rousseff o enorme problema de institucionalizar seu êxito.

Mesmo assim, o mundo não vai desaparecer. Nem os Estados Unidos, nem o Brasil são poderosos o suficiente para solucionar sozinho muitos dos problemas que afetam diretamente sua segurança nacional. Washington e Brasília devem aprender a utilizar os trun-

fos. Se não cooperarem perderão oportunidades e causarão dano aos interesses nacionais de ambos.

*O autor deseja agradecer inúmeros colegas, especialmente a Eva S. Baker, Luis Bitencourt, John A. Cope, Thomaz Guedes da Costa, Eric Farnsworth, Albert Fishlow, Patrice Franko, Bruce Friedman, Peter Hakim, Margaret Daly Hayes, Alexandra Kerr, Bill McIlhenny, Frank Mora, Nicholas Rostow, Phillip C. Saunders e Paulo Sotero pelo apoio e crítica. Sem embargo, os pontos de vista aqui contidos são unicamente seus. □*

#### Notas

1. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais 2000, disponível em <[www.v-brazil.com/business/transportation.html](http://www.v-brazil.com/business/transportation.html)>.

2. Os avós de minha esposa vieram ao Novo Mundo em 1906, para escapar a repressão política na Polônia. Seu avô estabeleceu-se em Lynn, Massachusetts. Trabalhou na fábrica original da General Electric. A irmã de sua avó estabeleceu-se em Curitiba, Paraná, Brasil. Somente Chicago possui maior número de pessoas de descendência polonesa. Curitiba é hoje o exemplo mundial em transporte coletivo “verde”.

3. *The Economist* em relatório referente à “Education in Brazil” de 9 de dezembro de 2010, relatou que “o progresso recente simplesmente eleva as escolas brasileiras de desastrosas a bem ruins”.

4. Um relatório datado de 2009 referente à competitividade coloca o Brasil após a Índia, China e Rússia, sugerindo que deficiências em educação ajudam a explicar as dificuldades em satisfazer a demanda cada vez maior de trabalhadores habilitados. Ver Paulo Sotero, “Brazil’s Rising Ambition in a Shifting Global Balance of Power,” *Politics: 2010*, vol. 30 (Supplement 1), 77.

5. Banco Mundial, “Lifting Families Out of Poverty in Brazil—Programa Bolsa Família” 2010, disponível em <<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/LACEXT/BRAZILEXTN/0,,contentMDK:20754490~pagePK:141137~piPK:141127~theSitePK:322341,00.html>>.

6. A estabilização financeira ajudou a diferenciar o Brasil dos países vizinhos. Claudio Frischtak calcula que o produto interno bruto (PIB) foi de 34 por cento do da América do Sul em 1990 e de 56 por cento em 2008. Se correto, essas quantias extraordinárias em si relatam a história do crescimento explosivo do Brasil.

7. *Embrapa* é a sigla de *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*. As inovações feitas e seus extraordinários resultados foram detalhados em “Brazilian Agriculture:

The Miracle of the Cerrado,” *The Economist*, August 26, 2010.

8. Albert Fishlow nota que “compreende-se a preferência em contar o ganho em lugar de reconhecer o custo derivado dos depósitos de petróleo em água bem abaixo do leito do oceano [*subsalt*] a tal profundidade que ainda não se conhecem as dificuldades de extração. Ver “Brazil: What’s Next?” *Americas Quarterly*, Winter 2011.

9. Conferência das Nações Unidas re a Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD), *World Investment Report, 2010*, anexonex II.

10. Além dos relatórios da UNCTAD referentes a investimento mundial, ver Peter Gammeltoft, “Emerging Multinationals: Outward FDI from the BRICS countries,” documento apresentado durante a GLOBELICS 6<sup>th</sup> International Conference, September 22–24, 2008, Cidade do México, México.

11. Más apostas em moeda com o emprego de derivativos custou vários bilhões de dólares a três empresas transnacionais brasileiras em 2008. Ver UNCTAD, *World Investment Report, 2009*, 66.

12. Contudo, Fishlow esclarece que não se deve casualmente supor um futuro cor-de-rosa. Destaca transações desconhecidas com o Congresso, financiamento público, diretrizes estrangeiras e os preparativos para a Copa Mundial de 2014 e as Olimpíadas em 2016.

13. Para o balanço de 77 anos durante os quais o Brasil foi governado por imperadores sob regime constitucional, ver C.H. Haring, *Empire in Brazil* (Cambridge: Harvard University Press, 1958).

14. Ver Larry Rohter, *Brazil on the Rise* (Basingstoke, UK: Palgrave Macmillan, 2010), 276.

15. A corrupção na política brasileira é, às vezes, tão descarada a ponto de ser desmoralizante. A *Transparency International* posiciona o Brasil em posição bem inferior no índice de corrupção da *Organization for Economic Cooperation and Development*.

16. Nelson A. Jobim, *Segurança Internacional: Perspectivas Brasileiras* (Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010), 15.

17. A Constituição Brasileira, Artigo 142 ainda outorga às Forças Armadas a obrigação de manter a ordem constitucional, de acordo com solicitação.

18. Ricardo Vélez Rodríguez, “Lessons from the Carrioca War,” *O Estado de São Paulo*, 1 Dezembro, 2010.

19. Luigi R. Einaudi, “The Ecuador-Peru Peace Process,” em *Herding Cats*, ed. Chester A. Crocker, Fen O. Hampson e Pamela Aall (Washington, DC: United States Institute of Peace Press, 1999), capítulo 16, 405–429.

20. Alexei Barrionuevo, “President of Brazil Unveils Plan to Upgrade Military,” *The New York Times*, December 19, 2008.

21. A elite brasileira com frequência identifica-se com a cultura e independência francesas, mas o motivo principal para o interesse brasileiro em relação “estratégica” com Paris é a disposição dos franceses em transferir

direitos à tecnologia de defesa. Contudo, nem isso foi até agora suficiente para convencer o Brasil a selecionar o caça francês em lugar dos competidores norte-americanos e suecos.

22. O princípio contido no Direito Internacional é que o território permanece em posse daquele que esteja de posse do mesmo, a menos que exista tratado ao contrário. Naquele caso, Rio Branco, com sucesso, outorgou a força da lei à expansão territorial brasileira, que havia feito uma farsa da divisão de terras entre a Espanha e Portugal contida no Tratado de Tordesilhas de 1494.

23. Cynthia Arnson e Paulo Sotero, eds., *Brazil as a Regional Power: Views from the Hemisphere* (Washington, DC: Woodrow Wilson International Center for Scholars, 2010).

24. Luis Bitencourt, comunicação privada com o autor em 4 January, 2011.

25. Agência Estado, São Paulo, 3 Novembro 3, 2010.

26. Marcos Azambuja, “The BRIC Club, Where Good Things Do Come in Large Packages,” in *Brazilian Foreign Policy* (Washington,

DC: Ed. Fundação Liberdade e Cidadania, 2010), 33.

27. “Brazil Takes Off,” *The Economist*, 12 Novembro, 2009.

28. Matias Spektor, *Kissinger e o Brasil* (Rio de Janeiro: Zahar, 2009).

29. A frase original “freezing of power” [congelamento de poder] é do ex-Ministro de Relações Exteriores e Embaixador dos Estados Unidos nas Nações Unidas, João Augusto de Araujo Castro. Ver “The United Nations and the Freezing of the International Power Structure,” *International Organization* 26, no. 1 (Winter 1972).

30. Ver Raul Jungmann, “Estratégia Nacional de Defesa (END),” in Jobim, 477.

31. Excelente análise de experiência formativa e cálculos estratégicos de Thomaz Guedes da Costa, “Grand Strategy for Assertiveness: International Security and U.S.-Brazil Relations,” *Challenges to Security in the Hemisphere Task Force*, October–December 2009, disponível em <[https://www6.miami.edu/hemispheric-policy/Task\\_Force\\_Papers/Costa-Grand\\_Strategy\\_for\\_Assertiveness.pdf](https://www6.miami.edu/hemispheric-policy/Task_Force_Papers/Costa-Grand_Strategy_for_Assertiveness.pdf)>.

32. Julia E. Sweig realça as justificativas brasileiras em “A New Global Player: Brazil’s Far-Flung Agenda,” *Foreign Affairs*, November–December 2010, 176–178.

33. Disponível em <[www.itamaraty.gov.br](http://www.itamaraty.gov.br)>.

34. Peter Hakim, “U.S.-Brazil Relations: Expect More Conflict,” *Infolatam*, October 25, 2010.

35. A imagem de uma China tropical é do grande sociólogo brasileiro Gilberto Freyre, *New World in the Tropics: The Culture of Modern Brazil* (New York: Knopf, 1959), 257 ff.

36. Sotero nota o impacto incerto do comércio Brasil-China, 78–79.

37. Os Estados Unidos publicamente apoiam o ingresso da Índia ao Conselho de Segurança das Nações

Unidas (UN) S, enquanto continuam a manter o silêncio acerca das aspirações do Brasil. A Índia, como o Brasil, é uma democracia em funcionamento. Entretanto, ao contrário do Brasil, a Índia é uma potência nuclear que faz parte do Tratado de Não-Proliferação Nuclear e não possui os compromissos do Brasil com o Direito Internacional. Ver Barbara Crosette, “The Elephant in the Room,” *Foreign Policy*, January–February 2010, 29–30, que caracteriza a Índia como o vilão que vai da proliferação nuclear a comércio multilateral e à mudança de clima.

38. An Economic Partnership Dialogue, lançado em 2007, ainda se reúne regularmente e cobre assuntos, tais como investimento, cooperação em desenvolvimento, participação social, infraestrutura, aviação civil, segurança em produtos importados e telecomunicações. Outros empreendimentos bilaterais incluem o combate à discriminação racial, Ciência e Tecnologia, diretrizes econômicas, cooperação em desenvolvimento na África e Haiti, conferindo poder econômico e social às mulheres, segurança alimentícia, reforma do Conselho de Segurança da ONU, não-proliferação, desarmamento e a defesa de instituições democráticas na Venezuela, Cuba, Nicarágua e Honduras. Um acordo referente a biocombustíveis dedicado a aumentar a cooperação em etanol acabou com maior enfoque em desenvolvimento de capacidade de biocombustíveis na América Central, Caribe e África.

39. Rubens Ricupero, “The Main Lineaments of Brazil’s Current Foreign Policy,” *Brazilian Foreign Policy* (Washington, DC: Ed. Fundação Liberdade e Cidadania, 2010), 7–17.

40. Interações ainda mais complexas ocorrem às vezes. Certas corporações norte-americanas no Brasil possuem vínculos com organizações de sociedade privada

que se dirigem à mudança socio-ambiental, através de programas de responsabilidade social para empresas. A ênfase em direitos humanos pelos Estados Unidos realçados durante o mandato de Jimmy Carter que irritou a muitos brasileiros foi descrita como fonte de “energia” para os ativistas de direitos humanos nacionais e para a Associação Brasileira de Advogados.

41. Antonio de Aguiar Patriota, palestra de 2 de janeiro de 2011. Comparem com as palavras do Presidente Barack Obama em abril de 2009 em Praga, re ao objetivo dos EUA de “buscar a paz e a segurança de um mundo sem armas nucleares”.

42. A renúncia a armas de destruição em massa pelo Brasil, Argentina e Chile demonstra que a América Latina pode servir de exemplo.

43. Phillip C. Saunders, *China’s Global Activism: Strategy, Drivers, and Tools*, Institute for National Strategic Studies Documento 4 (Washington, DC: NDU Press, October 2006), 1. Ver também “U.S. Influence at Risk in Asia without More Active Role in Regional Organizations,” Council on Foreign Relations Report, November 4, 2009.

44. O autor deseja agradecer ao Peter Hakim por essa cautela e exemplos que seguem.

45. Richard N. Haass et al., “Reviving U.S. Power Abroad from Within,” Council on Foreign Relations, December 30, 2010, disponível em <[www.cfr.org/publication/23701/reviving\\_us\\_power\\_abroad\\_from\\_within.html](http://www.cfr.org/publication/23701/reviving_us_power_abroad_from_within.html)>.

O Centro de Pesquisa Estratégica no *Institute for National Strategic Studies* oferece assessoria ao Secretário de Defesa, Chefe do Estado-Maior Conjunto e combatentes.

**Luigi Einaudi** O Embaixador Luigi R. Einaudi é Distinto Bolsista Visitante no Centro de Pesquisa Estratégica [*Center for Strategic Research*] do *Institute for National Strategic Studies*, na Universidade Nacional de Defesa. Também é Membro do Conselho Assessor [*Advisory Council*] do Instituto Brasileiro [*Brazil Institute*] no *Woodrow Wilson International Center for Scholars*.

# 51ª CONJEFAMER NO BRASIL

## Reação a desastres naturais foi tema de debates entre Chefes de Forças Aéreas das Américas

2º TEN JULIANA MOTA DE CARVALHO



**A**GILIDADE e prontidão frente à situações de desastres naturais foram temas de debates durante a 51ª Conferência dos Chefes das Forças Aéreas Americanas (CONJEFAMER) do Sistema de Cooperação entre as Forças Aéreas Americanas (SICOFAA). Este encontro acontece anualmente em países diferentes e, pela quarta vez, o Brasil foi sede da Conferência que ocorreu entre os dias 12 e 17 de junho em Natal (RN).

O objetivo do evento foi o de estreitar laços com as Forças Aéreas do Continente Americano, bem como fortalecer a cooperação militar entre os países participantes, buscar o desenvolvimento das Américas e promover a troca de experiências, principalmente para o planejamento de ações de ajuda humanitária a serem tomadas em situações reais de desastre natural.

Na 46ª CONJEFAMER, também realizada no Brasil, os Comandantes das Forças Aéreas decidiram promover um exercício com planejamento a longo prazo denominado Exercício *Cooperación I*. “Quando em 2006, presidi a quadragésima sexta versão desta Conferência, pude constatar a magnitude da obra da qual somos os responsáveis pelo alicerce. O Exercí-

cio *Cooperación I*, concluído em outubro de 2010, comprovou mais uma vez que estamos no rumo certo”, afirmou o Comandante da Aeronáutica Brasileira, Tenente-Brigadeiro-do-Ar Juniti Saito, Presidente da Conferência.

Os conferencistas trataram da programação do Exercício Operacional “*Cooperación II* (virtual) e *III* (real), além da aprovação do uso do Manual de Operações Aéreas Combinadas, o ingresso da Guiana como país membro do SICOFAA e a ratificação do Canadá como país a sediar a próxima edição da CONJEFAMER em 2012.

O Ministro da Defesa do Brasil, Nelson Jobim, durante a cerimônia de abertura, falou da característica do Brasil como um país pacífico e da cooperação existente com os países vizinhos. “Esta Conferência é a demonstração do compromisso e determinação dos Chefes das Forças Aéreas Americanas de manter viva esta chama de cooperação, entendimento e amizade”, disse. O Comandante da Aeronáutica ressaltou a importância do evento e da nova fase vivenciada pelo Sistema, considerada decisiva para o SICOFAA: “devemos promover e fortalecer a cooperação militar por meio do intercâmbio de experiências, o treinamento de pessoal e a discussão de questões de interesses mútuos”.

Durante a Conferência, o “Manual de Operações Aéreas Combinadas”, em desenvolvimento desde o ano de 2005, foi submetido à análise dos Chefes das Forças Aéreas dos países participantes do SICOFAA. O objetivo é padronizar as ações a serem tomadas pelos países que integram o Sistema ante situações de desastres naturais, de modo que o apoio humanitário aconteça de forma eficaz quando um determinado país se vê afetado.

O Manual tem grande importância para garantir a qualidade da ação conjunta das Forças e para estabelecer as diretrizes gerais a

serem tomadas em um caso real. Por isso, são feitas operações de simulação, como o Exercício “*Cooperación I*” ocorrido em outubro de 2010 no Chile, para análise dos procedimentos a serem postos em prática. Como resultado da Conferência, foi determinado que haverá um sistema de atualização do manual com base nos próximos exercícios operacionais virtuais e reais. O *Cooperación II* está previsto para acontecer em abril de 2013 na Argentina e a terceira edição do exercício em abril de 2014 no Peru.

Outro meio de aperfeiçoamento das ações são os exercícios virtuais feitos por meio da utilização de *software* para comando e controle de aeronaves, que foram objeto de estudo a partir desta Conferência. Segundo o Coronel Kristian Skinner, Secretário Geral da Secretaria Permanente do *SICOFAA*, os principais desafios em relação ao desenvolvimento dos *software* são a compatibilidade, os custos, a portabilidade e a manutenção. “No Exercício *Cooperación I* tivemos dificuldades com a distribuição de cargas e de passageiros. Buscamos solucionar estas situações com um novo *software*. Os comandantes aprovaram um estudo para determinar opções de programas de *software*. O estudo vai recomendar uma alternativa para a 52ª *CONJEFAMER*. Esperamos ter um novo *software* em 2013 para o Exercício *Cooperación II*”, afirmou.

Também como resultado desta edição da *CONJEFAMER* está a entrada da Guiana como país membro do *SICOFAA*. Agora o Sistema conta com mais um braço efetivo de trabalho em prol de ações de ajuda humanitária juntamente com a Argentina, Bolívia, Brasil, Canadá, Chile, Colômbia, Equador, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Uruguai e Venezuela, totalizando 19 países.

## Cooperación I

O Exercício *Cooperación I* foi o primeiro exercício de integração entre as Forças Aéreas Americanas cujo objetivo, como o próprio nome diz, foi o de estabelecer a cooperação entre os países membros do (*SICOFAA*). Realizado em Puerto Montt – Chile, o exercício terminou com mais de 750 horas voadas, cinco mil passageiros transportados e 60 toneladas de cargas distribuídas. A Força Aérea Brasileira deslocou o maior contingente de estrangeiros para o Chile, 63 militares, e operou com 96% de disponibilidade das suas três aeronaves envolvidas, um avião *C-105 Amazonas* e dois helicópteros *Black Hawk*. Os equipamentos pararam apenas para inspeções de rotina. □



A Segundo Tenente **Juliana Mota de Carvalho** é Relações Públicas do Quadro Complementar de Oficiais da Aeronáutica (QCOA) da Força Aérea Brasileira (FAB). Formada em Comunicação Social, com habilitação em Relações Públicas pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), foi Assessora de Comunicação do Centro Estadual de Unidades de Conservação (CEUC), vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas (SDS). Atualmente trabalha na Subdivisão de Relações Públicas do Centro de Comunicação Social da Aeronáutica (CECOMSAER).

# A Junta Interamericana de Defesa e as Exigências Contemporâneas

GENERAL-DE-BRIGADA RACINE BEZERRA LIMA FILHO  
CMG (FN) ROMILTON MELLO  
CEL MB LUIS DUIZIT BRITO  
CEL AV GILSON DE BARROS CAPUTO JUNIOR



O SISTEMA Interamericano é composto de diversos organismos, com propósitos múltiplos, que, às vezes se superpõem e raramente se complementam.

Nesse Sistema vamos encontrar a Organização dos Estados Americanos (OEA) e, como parte desta, a Junta Interamericana de Defesa (JID). A JID foi criada em 1942, quando a ameaça de guerra mundial exigia a instituição de um sistema de defesa americano. Atravessou o período da Guerra Fria, com as ameaças do mundo bipolar, chegando aos dias atuais fortalecida pelo passado histórico, mas às voltas com a necessidade de adaptar-se à complexidade das ameaças contemporâneas, no contexto das novas atribuições estabelecidas no Estatuto atualizado pela OEA em 2006. Dentre essas atribuições, destaca-se a de ofe-

recer àquela organização assessoria técnica e consultiva em assuntos militares e de defesa.

Atualmente, a JID é composta de uma Secretaria, que aporta: assessoria técnica e administrativa; Conselho de Delegados, que controla o destino desse organismo; e o Colégio Interamericano de Defesa (CID). Todos sediados em Washington, D.C., nos Estados Unidos da América (EUA). Uma das atribuições do Conselho de Delegados, esperamos, é a de ser o elo entre a JID, os Ministérios de Defesa e as representações diplomáticas na OEA.

Ao contemplarmos a posição da JID, percebemos que, em meio à ampla série de tendências atuais, destacam-se os efeitos de desastres naturais. Somente em 2010, ocorreram mais de uma dezena, com proporções catastróficas, em todo o mundo. No continente americano, os terremotos no Haiti e Chile trouxeram morte e destruição.

A OEA aborda tal tema em diversas resoluções. Os países membros ratificam vários compromissos, seja em grupos hemisféricos, regionais ou individuais. Verifica-se, porém, que esses acordos, às vezes, não são colocados em prática, sendo implementados apenas parcialmente, por razões diversas.

É de se ressaltar que em todas as nações existem organizações com tarefas específicas nessa área. Entretanto, merecem destaque as características das Instituições Militares, tais como:

- capacidade de planejamento e mobilização;
- flexibilidade organizacional;
- auto-sustentabilidade;
- adaptabilidade de meios;

- sistemas integrados de logística e comunicações;
- existência de destacamentos de apoio médico e engenharia;
- disponibilidade de busca e resgate;
- possibilidade de rápido deslocamento, em virtude do estado de prontidão de efetivos e meios; e
- disponibilidade de meios de transporte próprios.

Essas características possibilitam às Forças Armadas estabelecerem empreendimentos de mitigação a desastres naturais em curto prazo. Assim, demonstram sua importância em pronta ação, logo após a ocorrência dos mesmos permitindo seu emprego em países amigos, após receber solicitação formal, ou até mesmo por força de acordos bi/multilaterais.

Por outro lado, as ameaças contemporâneas, dentre as quais os desastres, ramificam-se a vários setores, incluindo as áreas de Defesa e Segurança.

Na maioria dos países, as Forças Armadas destinam-se primordialmente à defesa da pátria, dos interesses nacionais e à manutenção de soberania. Não obstante, os recursos de Defesa também podem ser utilizados em Assistência Humanitária, seja internamente, ou em auxílio à nações amigas. A ameaça, nesses casos, estaria consubstanciada em perdas humanas e material decorrentes de catástrofe. Na área de influência da OEA, surge, então, a pergunta: qual seria o organismo capacitado para assessorar o Secretário-Geral em emprego de recursos de Defesa para assistir os países afetados?

Visualiza-se que a JID, como integrante da OEA, poderia atuar como órgão central de assessoria militar e de defesa àquela organização continental, conforme previsto, em parte, pelo Estatuto, fazendo uso: da codificação da experiência adquirida em eventos similares; da capacidade técnica dos profissionais que a integram, em matéria de defesa; e do canal de ligação do Conselho de Delegados junto aos Ministérios de Defesa e de Relações Exteriores (Representações Diplomáticas na OEA) dos respectivos países.

A assessoria a ser oferecida traduziria-se em dados atualizados sobre a situação – recomendações à OEA, referentes ao recursos dos países membros e a melhor adequabilidade da utilização dos mesmos – ou em coordenação de empreendimentos, evitando perda de tempo e réplica de iniciativas.

A Delegação do Brasil, baseada no Estatuto da JID e na Resolução da Assembléia Geral da OEA - AG/RES 2573 (XL-O/10) – “Apoio às Atividades da JID”, 08 Jun 10<sup>1</sup>, apresentou uma moção durante a Reunião 1313 do Conselho de Delegados, de 19 out 10, propondo a realização de exercício de reação a Desastres Naturais e Assistência Humanitária, identificando como a JID poderia melhor assessorar a OEA, nesse assunto, em conformidade com o item número dezessete (17) daquela mesma Resolução.

A seguir, estabeleceu-se a Comissão do Conselho de Delegados para planejar e colocar em execução o citado exercício. De início, as seguintes Delegações apresentaram-se, voluntariamente, para fazer parte da Comissão: Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colômbia, República Dominicana, Guatemala, Nicarágua, Panamá, Peru, EUA, Uruguai e Venezuela. Mais adiante, ainda durante a fase de planejamento, as Delegações do Equador e da Espanha (país observador na JID) também ingressaram à mesma.

A tarefa principal da JID, em consequência da moção aprovada, definiu-se em: identificar os instrumentos a desenvolver para fazer frente aos possíveis desastres naturais, ou seja, como cumpriria seu mandato no que tange às assessorias técnica e consultiva, utilizando o potencial dos componentes: o Conselho de Delegados, a Secretaria e o CID. As entidades responsáveis pela execução do plano seriam o Conselho de Delegados, a Secretaria e Organizações convidadas.

Posteriormente, em função de sugestões apresentadas por membros do Conselho de Delegados, acrescentaram-se mais duas tarefas: identificar ações (de forma acadêmica) que contribuiriam à manutenção de estado de prontidão pelos países membros para prevenir e reduzir os efeitos de desastre; e compilar a experiência adquirida.

A Presidência da Delegação do Brasil realizou vinte e três reuniões, culminando com a execução de exercício entre os dias 21 e 25 mar 11. Para tal, concebeu-se a situação hipotética de um “tsunami” ocorrido em um país insular denominado “Ilha Esperanza”, devido a maremoto. Com o intuito de projetar o quadro geral do exercício, estabeleceram-se, como premissas iniciais, as seguintes hipóteses imediatas ao desastre hipotético:

- a JID estabeleceria o Grupo Assessor do Conselho de Delegados (GACD), para acompanhar a situação corrente e auxiliar em assessoria à OEA, sobre os assuntos de apoio ao País afetado pelo desastre em pauta – Grupo a ser criado pelo Conselho de Delegados da JID para funcionar sem interrupção (24/7), pelo menos durante as primeiras noventa e seis (96) horas iniciais, com representantes voluntários das Delegações dos países da Junta. Seria, assim, um grupo convocado de maneira similar à situação real, de acordo com a disponibilidade e as limitações de cada país; e

- a JID ativaria a Sala de Mitigação e Assistência a Desastres Naturais (SMA-DN) que funcionaria no quarto andar do prédio da JID (Casa do Soldado)<sup>2</sup>.

Ao final da fase de planejamento, os seguintes documentos estavam prontos:

- Diretriz, a fim de comunicar a todos os participantes as atividades rotineiras, medidas administrativas para o exercício e a mecânica de trabalho. Tal documento continha ainda a descrição da Situação Hipotética a ser utilizada; e

- Plano de Controle do exercício, descrevendo todas as situações particulares aprovadas pela Comissão a serem apresentadas paulatinamente aos encarregados de sua execução. Durante a fase de planejamento unicamente os membros da Comissão tomaram conhecimento do mesmo. No decorrer da fase de execução foi divulgado à Secretaria da JID e ao Grupo Assessor do Conselho de Delegados.

Todas as situações projetadas basearam-se em eventos prováveis, simulando a necessidade de assessoria pela JID à OEA em esferas Militar e de Defesa no que concerne aos as-

pectos relacionados às atividades previstas pelo Estatuto.

Para simular os diversos protagonistas, formularam-se *células representativas* dos principais elementos envolvidos em situação real, objetivando visualizar o trâmite de conhecimento e execução, totalizando seis. A saber:

- Célula de Animação do Exercício;
- Célula da Sala de Mitigação e Assistência a Desastres Naturais (SMA-DN);
- Célula do Grupo Assessor do Conselho de Delegados da JID (GACD);
- Célula dos Países/Ministérios de Defesa;
- Célula dos Embaixadores dos Países na OEA; e
- Célula OEA.

Durante a semana anterior ao evento, houve uma apresentação ao Presidente da Comissão de Segurança Hemisférica (CSH) da OEA, Embaixador Jorge Skinner-Klee, Representante Permanente da Guatemala.

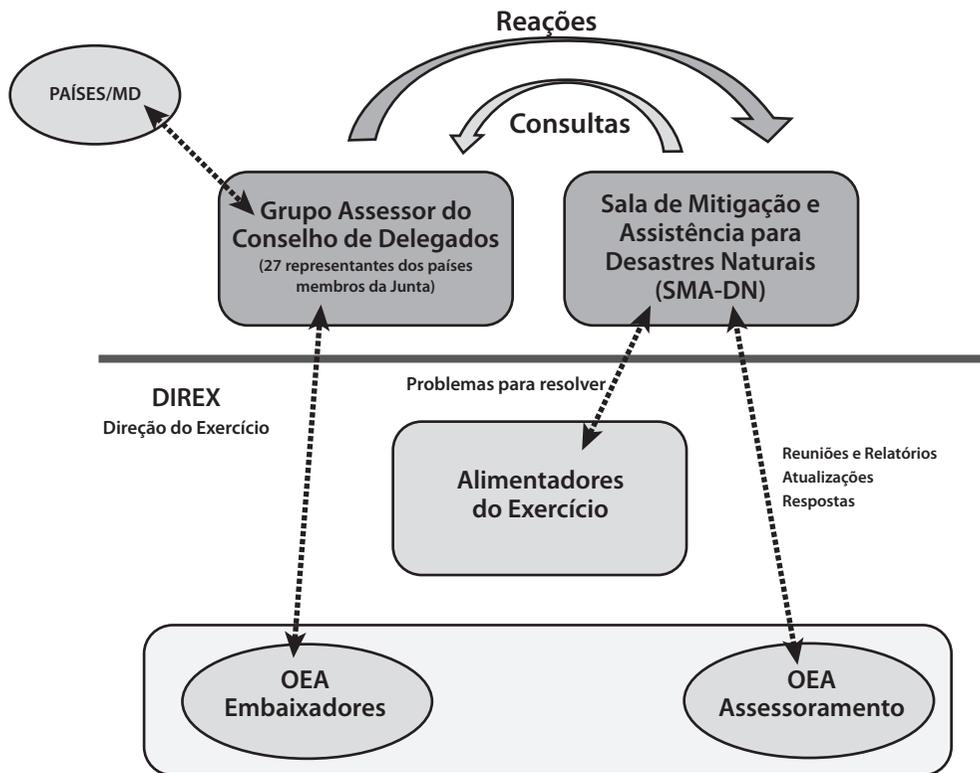
Ao longo do exercício, à medida que eram apresentadas as “Situações Particulares”, as reações do GACD e da SMA-DN permitiam identificar soluções, cuja adoção por parte da JID tornariam seus aportes de assessoria à OEA mais eficazes e direcionados ao previsto pelo Estatuto da Organização.

As autoridades diplomáticas, políticas e militares, tais como o Chefe do Estado-Maior da Armada do México, oito Embaixadores de países na OEA, Adidos Militares e representantes de organizações diversas foram recebidas no dia 23 mar 11.

A destacar, o multilateralismo evidenciado pela participação espontânea de todos os integrantes da comissão, em ambiente conjunto, internacional e inter-agências, fator que contribui para elevar o nível de confiança mútua entre todos os países representados.

Ao final, verificamos certas ações que contribuiriam ao aperfeiçoamento de mecanismos de interação entre a JID e a OEA, a fim de oferecer pronta assistência a países do Continente que sofram as consequências de desastres naturais, conferindo também, a essa última, o protagonismo que lhe é reservado no Continente.

Tais ações foram divididas em quatro grupos: ações que a JID já executa com êxito;



ações que a JID já realiza, mas que requerem certo aperfeiçoamento; ações que a JID ainda não executa, mas que poderia incorporar em sua agenda; e iniciativas para seguir em busca de maior eficácia da JID no sistema Interamericano.

Assim, identificamos as ações que a JID já executa com êxito:

a) Apoio em Inteligência durante desastres – reunião e processamento de dados procedentes de diversas fontes (Delegados; Representantes Diplomáticos dos Estados Membros; Forças Armadas dos Países Membros, Adidos Militares e outros). Ação similar ocorreu por ocasião do terremoto no Haiti, em 2010. Esses informes, além de notícias oriundas de organizações civis e fontes abertas, permitem montar um quadro atualizado do cenário existente. Para tanto, ativa-se uma sala de funcionamento contínuo - “Sala de Situação”, contando com representação gráfica, do tipo carta ou matriz, refletindo a situação geral da

zona em pauta e as ações em andamento por atores diversos, para atualizar a OEA, seus organismos e Comitês (como o Comitê Interamericano de Redução de Desastres Naturais - CIRDN)<sup>3</sup>.

b) Participação no CIRDN – o Presidente do Conselho de Delegados dele faz parte.

c) Participação em conferências especializadas e seminários – A JID envia representação à diversas conferências e seminários pertinentes (assessores da Secretaria e até mesmo o Presidente do Conselho de Delegados) muitas vezes dentro do âmbito militar interamericano (Conferências de Forças ou de Ministérios de Defesa) resultando em intercâmbio de dados entre especialistas, estabelecimento de relações com outros atores e melhor conhecimento de suas atividades.

d) Atividades do CID – por intermédio do CID, a JID empreenderia atividades acadêmicas pertinentes, seja em atividades curricula-

res como: ensino; simpósios; ou por meio de trabalhos acadêmicos.

Entre as ações que a JID já executa, mas que requerem dado aperfeiçoamento, encontram-se:

- identificar pontos de contato nas relações entre os Delegados e os Ministérios de Defesa, que possam ser acionados de imediato em situações que demandem consulta acerca de possibilidades de apoio com recursos de Defesa, o que permitiria uma assessoria mais eficiente e rápida;

- instituir e fazer uso do canal de comunicação entre a JID e o CIRDN para divulgar a capacidade das Forças Armadas em apoio às ações de assistência humanitária durante desastres naturais, bem como o potencial da JID em coordenação de esforço, estabelecimento de conexões estratégicas e assessoria de Inteligência;

- realizar atividades conjuntas que permitam aumentar a interação entre a Secretaria e o Conselho de Delegados, possibilitando ampliar a utilização do potencial da JID;

- antes de direcionar solicitações aos países, realizar análise preliminar, utilizando a experiência e a experiência adquirida, de modo a apresentar as exigências de maneira mais específica, permitindo ganhar tempo, fator essencial em tais situações;

- incluir, em assessorias militares na área de Inteligência, análises e sugestões, além da compilação de notícias existentes, consolidando e transformando todo o conhecimento obtido em recomendação (produto) a ser apresentado à OEA;

- considerar a participação dos países observadores em atenção às solicitações feitas em caso de desastre natural. O exercício demonstrou que a presença dos Delegados observadores desses países amplia a possibilidade. Por exemplo, os Delegados da Espanha e China tomaram parte no exercício);

- conceber uma ferramenta que acompanhe o emprego de recursos oferecidos pelos países, em função da assessoria brindada pela JID à OEA, em busca de melhoria contínua;

- registrar e manter arquivos acessíveis à pronta consulta, contendo as conclusões e experiência adquirida, apresentadas em tra-

balhos escolares, simpósios e outros eventos desenvolvidos pela JID. As páginas “web” da JID, CID e das Delegações seriam utilizadas de forma regular e padronizada.

Quanto às ações que a JID não executa, mas aptas à incorporação ao rol de tarefas, destacamos as seguintes:

- anualmente, levar a efeito exercícios de ativação da Sala de Mitigação de Desastres Naturais para colocar à prova e aprimorar a capacidade, onde haja simulações de eventos, identificando novas ameaças e oportunidades ao trabalho desenvolvido pela Subsecretaria de Assessoria da JID;

- manter arquivos atualizados de assuntos que fariam parte da assessoria específica, utilizando, como primeira sugestão, os dados constantes dos relatórios de medidas de fomento de confiança mútua, enviados anualmente pelos países. A experiência acumulada adquirida seria utilizada, bem como a possibilidade de apoio militar existente nos países, decorrente de consultas em publicações técnicas como “*Jane’s Defense Weekly*”, *Military Review* e outras. Nesse caso, antecipamos o seguinte assessoramento específico: normas e acordos de sobrevoo em países do hemisfério; capacidade de apoio dos países que, de maneira voluntária, apresentem seus meios pre-estabelecidos em apoio logístico (por exemplo: dados sobre apoio em esferas de saúde e engenharia militar); e históricos de utilização de recursos de Defesa em ações humanitárias no Continente;

- assessorar os Pequenos Estados no que se refere às ações que contribuem a estado de prontidão no tema Desastres Naturais, o que satisfaria o previsto no Estatuto da JID e na Resolução 2573 da Assembléia-Geral da OEA;

- fortalecer as relações da JID com o Sistema de Cooperação das Forças Aéreas Americanas (*SICOFAA*), convidando-o a tomar parte ativa em futuros exercícios de assistência humanitária, o que possibilitaria simular o rol de tarefas que este Sistema executaria em caso de desastre natural em um país do Continente, com o auxílio da JID que coordenaria o apoio.

Identificadas certas iniciativas que, adotadas pela JID, OEA e outros atores do sistema

Interamericano, individual ou, melhor, conjuntamente, levariam à plena utilização do potencial existente, como:

- realizar um exercício de Planejamento para assistência humanitária em caso de desastre no hemisfério, com recursos de Defesa, ampliando a participação, o que traria maior realismo e permitiria aumentar o nível de conhecimento entre agências e protagonistas de setores afins;

- desenvolver Estudos de Caso sobre o tema, a incluir nos programas de estudos do CID, conforme os objetivos estabelecidos pelo Conselho de Delegados, utilizando o potencial daquele colégio e direcionando-o aos objetivos demarcados pelo mesmo;

- estabelecer contatos com agências da ONU e OEA encarregadas, identificando as lacunas a preencher com os recursos da JID, de forma complementar, evitando a concorrência ou a réplica de tentativas, tornando-a mais conhecida junto a essas agências;

- projetar modelos de cooperação em preparo de reações às emergências, de tal forma que as assistências nacionais e internacionais, com recursos de Defesa, sejam oferecidas com celeridade e eficácia, aperfeiçoando os processos de reação e essa classe de evento no Continente;

- ser o elo estratégico entre as Conferências Militares (Conferência dos Ministros de Defesa das Américas - CDMA, Conferência Naval Interamericana - CNI, Conferência dos Exércitos Americanos - CEA e *SICOFAA*) e a OEA, o que traria sinergia ao emprego de recursos militares e de Defesa em caso de desastre, facilitando o estabelecimento de protocolos;

- aperfeiçoar o relacionamento com as Secretarias das Conferências Militares do Hemisfério (CDMA, CNI, CEA e *SICOFAA*), trazendo sinergia à utilização de recursos militares e de Defesa em caso de desastre;

- relacionar e manter atualizadas as legislações existentes nos países americanos para o emprego de recursos militares em caso de desastre natural, sejam estas normas internas

ou decorrentes de Atos Internacionais, o que facilitaria a consulta imediata; e

- identificar lacunas entre os protocolos existentes, apresentando sugestões à OEA para seu preenchimento, ou tomando iniciativas quando possível, o que permitiria agilizar conduta e procedimentos em situações de assistência humanitária em caso de desastres naturais.

Por fim, foram registradas algumas oportunidades de melhoria na área administrativa, já relatadas aos interessados, a ser avaliadas internamente pela Secretaria da JID, visando o aperfeiçoamento de ações, após análise de custo-benefício.

Em conclusão, pode-se dizer que esse evento foi oportuno, beneficiando a OEA e a JID. O caminho é longo. Mas, sem dificuldades não podemos esperar milagres.

O primeiro passo foi dado. Abre-se, agora, o caminho para a realização de eventos mais completos, com a participação de agências da OEA, entidades e organismos especializados, além de outros, como organizações oficiais e não-governamentais, as Conferências de Forças e os Ministros de Defesa das Américas. □

#### Notas

1. Nessa resolução, texto em: <http://www.state.gov/p/wha/rls/160854.htm>, a OEA concita a JID a oferecer assessoria técnica, em situações de desastres naturais, cabendo destacar que, conforme o Estatuto, essa deve acontecer nas esferas militar e de defesa.

2. Edifício situado na "16<sup>th</sup> Avenue", no centro de Washington, DC, sede da JID, que abriga a Secretaria e a Sala de Reuniões do Conselho de Delegados.

3. O Estatuto do CIRDN disponível no sítio da OEA, Internet, em <<http://www.oas.org/dsd/Nat-Dis-Proj/Documents/AGRes2182-CIRDNesp.pdf>>



# A Importância da Educação Técnica Dedicada à Defesa

MAJ GEN WALTER D. GIVHAN, USAF

MAJ ERIC D. TRIAS, PHD, USAF

MAJ WILLIAM H. ALLEN, USAF

**A** FORÇA AÉREA dos Estados Unidos nasceu da tecnologia. No decorrer da história, continua sendo a área central à sua identidade e potência. Desde o início, líderes de visão estavam cientes da importância do enfoque educacional em tecnologia, para o progresso da superioridade aérea. Em consequência, através dos anos, as instituições de ensino superior, tais como o Instituto de Tecnologia da Força Aérea [*Institute of Technology – AFIT*], bem como o programa civil que administra, levaram avante a tarefa relevante para desenvolver a tecnologia e os recursos humanos para apoiar a vantagem em força de combate. Os avanços tecnológicos levaram a Força Aérea a novos domínios e obstáculos espaciais e ciberespaciais. A função da educação técnica voltada à defesa veio a ser ainda mais importante. Neste processo, como aproveitar a rede de parceiros em ciências e tecnologia, a fim de produzir Militares tecnicamente educados, dedicados à operações, veio a ser tão importante como os avanços tecnológicos em si. Devido a contínua demanda para tais formandos, devemos também aumentar o investimento deliberado para o ensino de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática [*Science, Technology, Engineering, and Mathematics – STEM*]. Hoje, como antes, líderes experientes munidos de educação técnica, dedicados à defesa, são essenciais para manter a supremacia militar. Por conseguinte, o *AFIT* continua a fazer face à demanda desde seu início em 1919.

## No Princípio

Desde os primórdios da aviação, na era dos irmãos Wright, em Dayton, época marcada por tecnologia embriônica e primitiva (madeira, arame e tecido), o milagre de voo via propulsão inspirou os líderes a pensar em empregos militares e em grandes efeitos transformativos. Desde então até o presente, a educação e pesquisa levadas a efeito na Base Aérea Wright-Patterson, Ohio, foram essenciais para demarcar o curso do desenvolvimento do poder ciberaeroespacial. Um dos líderes visionários originais, o Cel Thurman H. Bane, demarcou o caminho para estabelecer a *Air School of Application*, o antecessor do *AFIT*. Bane estava ciente de que a tecnologia jazia no âmago da identidade e capacidade da nova Força Aérea. Assim, a educação com enfoque tecnológico para os Militares da Força foi essencial à sua eficácia. Bane, naquela época, enviou *missiva* ao diretor da aeronáutica militar em Washington, DC, destacando a importância da educação em apoio ao domínio do poder aéreo emergente, observando que “homem algum consegue administrar sua função de modo eficiente, se nada sabe a respeito. A primeira classe da escola, presidida pelo Ten Edwin Aldrin (pai do astronauta Edwin “Buzz” Aldrin Jr.), formou-se em 1920. Desde então, o *AFIT* vem produzindo uma cadeia de líderes superiores, cuja educação e base técnica esculpíram a Força Aérea e seu progresso.

Dois outros gigantes da Força frequentaram o *AFIT* antes de se tornarem lendas. Os

futuros generais George Kenney e Jimmy Doolittle são formandos das classes de 1921 e 1923, respectivamente. Ambos inovadores técnicos, bem como famosos líderes de visão. Vamos considerar o investimento, relativamente pequeno, feito na educação do General Kenney entre 1920 e 1921. A base técnica que obteve na escola fez com que desafiasse os limites da época, bem como testasse tais conceitos como montar armas nas asas de aeronaves e aprimorasse a tática de bombardeio de ricochete [seguia a teoria de lançar pedras para ver quantas vezes conseguia quicar na superfície da água. As bombas eram lançadas de avião, a voo baixo. A bomba quicava na superfície do mar e quando explodia, atingia o navio abaixo e acima da superfície das ondas]. Essa inovação importante contribuiu à total destruição dos navios de abastecimento japoneses durante a Batalha do Mar de Bismarck.<sup>2</sup>

A história de Doolittle também oferece uma ilustração clássica de inovação, respaldada por ótima educação técnica. Um pioneiro de voo por instrumento e portador de inúmeros recordes de velocidade aérea, sempre tomou riscos calculados para avançar os limites de voo. Doolittle formou-se do *AFIT* com diploma em Engenharia Aeronáutica em 1923 e do Instituto de Tecnologia de Massachusetts [*Massachusetts Institute of Technology*], recebendo seu *PhD* em 1925. Seu famoso ataque aéreo em Tóquio em 1942 demonstrou tanto sua liderança quanto seu entendimento técnico dos requisitos para fazer o impossível: lançar *B-25s* do convés de porta-aviões para o ataque aéreo do Japão e logo após aterrissar na China para aguardar o resgate.

Outro caso em pauta é o do O Gen Bernard A. Schriever, o “Pai do Programa Espacial e de Mísseis da Força Aérea”. Neil Sheehan relata sua história no livro *A Fiery Peace in a Cold War*. Utilizou a educação técnica do *AFIT* em Engenharia para liderar a Força Aérea no domínio espacial.<sup>3</sup> Um líder esperto e experiente que sabia como navegar os corredores de Washington e que conhecia muito bem as ciências e a engenharia necessárias para engajar cientistas, engenheiros, empreiteiros e autoridades competentes civis, a fim de levar o programa de mísseis balísticos in-

tercontinentais dos Estados Unidos [*Intercontinental Ballistic Missile - ICBM*] de simples teoria à realidade operacional dentro de poucos anos. Schriever personificava o líder erudito que se baseia em experiência e educação para liderar em ambiente dinâmico, desafiando os limites da possibilidade.

Esses indivíduos são alguns exemplos dos líderes mais famosos que empregaram a educação técnica avançada para alcançar sucesso. Entretanto, milhares de graduados menos conhecidos fizeram contribuições importantes ao desenvolvimento da tecnologia e ciências que respaldam nossa habilidade em dominar novas áreas da missão.

## Novos Domínios, Novos Obstáculos

À medida que a missão da Força Aérea aumenta, a ampla gama dos requisitos de educação técnica para os líderes também continua a expandir. Assim como Schriever levou a Força ao espaço, assim também a nova geração de líderes indica o caminho ao ciberespaço. Esta nova arena de combate necessita de enorme quantidade de investimentos *STEM* em todos os diferentes níveis de escalões e habilidades. Ao contrário da arena aeroespacial, o custo de entrada para explorar o ciberespaço é baixo. Ainda assim, o possível dano à segurança nacional e à economia é enorme. O domínio ciberespacial complexo evolui a passos gigantesco.<sup>4</sup> O treinamento é essencial, embora não seja suficiente para assegurar êxito. Assim, devemos também treinar a força para antecipar, avaliar e desenvolver soluções para problemas imprevistos, a fim de garantir a supremacia. Em reação às demandas do Comando Espacial da Força Aérea [*Air Force Space Command*] o *AFIT* expandiu sua função de liderança, treinando esses peritos técnicos, agregando cibereducação profissional contínua a graduados, bem como educação básica no campo. Esse aprendizado selecionado e variado, transmite projetos de pesquisa com ciberênfoque e, de muito maior importância, produz formandos diplomados ou de posse

de certificação, tecnicamente preparados para levar a Força Aérea ao ciberdomínio.

A Força Aérea continua a encarar problemas difíceis, bem como pressão, cada vez maior, para tornar-se mais eficiente. Uma área de renovado enfoque é a prioridade em fortificação do empreendimento nuclear. O *Air Force Global Strike Command* é o líder, mas recebe o apoio de grande número de entidades interessadas. A Força-Tarefa do Secretário de Defesa Encarregada do Gerenciamento de Armas Nucleares [*The Secretary of Defense Task Force on Nuclear Weapons Management*] estabeleceu a relevância da educação e treinamento como dispositivos importantíssimos para alcançarmos a excelência nuclear.<sup>5</sup> O *AFIT* reagiu, revitalizando os programas dedicados à engenharia nuclear, oferecendo programas com certificação, além de outros que outorgam os diplomas tradicionais, com currículo revitalizado. Continua sendo a única fonte de ensino de engenharia nuclear dedicada à defesa com diplomas para formandos da Força Aérea e Exército. Ao contrário de programas de engenharia nuclear civil que destacam a geração de força ou o emprego médico, aqueles oferecidos pelo *AFIT* dirigem-se à tarefa vital de solucionar problemas únicos à defesa. Além de segurança e proteção de materiais nucleares, o *DoD* possui requisitos especiais para estudar os efeitos e o emprego de armas nucleares. Essas exigências impulsionam a necessidade da educação e pesquisa correspondentes dedicadas à defesa, prontamente disponíveis no *AFIT*.

A globalização, acompanhada da dependência em recursos, soluções e capital humano fora de nossas fronteiras, cada vez mais colocam em questão a resolução de manter o domínio técnico. A inovação técnica encontra-se em perigo, a menos que continuemos a desenvolver um grupo doméstico de cientistas e engenheiros o qual o *DoD* e a Força Aérea possam acessar para satisfazer as necessidades.<sup>6</sup> Juntamente com o Laboratório de Pesquisa da Força Aérea [*Air Force Research Laboratory*], o *AFIT* serve de fonte para os recursos humanos *STEM*, onde a conexão entre a pesquisa aplicada, a educação e a missão é óbvia. Além das contribuições do corpo dis-

cente, logo após a formatura, os ex-alunos encontram a oportunidade de fazer uso da educação acadêmica, colocando-a a serviço das prioridades da Força Aérea e do *DoD*. O investimento feito em sua educação possui efeitos imediatos e a longo prazo, durante e após a carreira.

## Leva uma Rede

Manter o passo com a tecnologia requer uma rede de educadores, pesquisadores e organizações operacionais que se baseiam em tecnologia para o desempenho das missões. As interações ativas entre as organizações que produzem e necessitam de liderança técnica fornecem o líder correto no momento preciso e no local certo. Saber como alavancar as parcerias e colaborações é essencial, a fim de realçar a experiência educacional e expandir as oportunidades de pesquisa. O *AFIT* encontra-se em posição invejável na Base Aérea Wright-Patterson para beneficiar-se da proximidade dos vizinhos, todos eles enfocados em ciências e tecnologia: O Laboratório de Pesquisa da Força Aérea [*Air Force Research Laboratory*]; o Comando de Equipamento Militar da Força Aérea [*Air Force Materiel Command*]; e o Centro de Inteligência Aeroespacial Nacional [*National Air and Space Intelligence Center*]. Além do mais, o *AFIT* entra em parcerias com diversas instituições em todo o país, tais como a Agência de Segurança Nacional [*National Security Agency*], o Departamento de Segurança do Território Nacional [*Department of Homeland Security*] e o Gabinete de Reconhecimento Nacional [*National Reconnaissance Office*], a fim de compartilhar perícia, laboratórios e recursos para objetivo em comum, *i.e.*, a promoção da potência ciberaeroespacial para a Força Aérea e para os Estados Unidos. As parcerias de longa duração entre grande número de pessoas interessadas em defesa, acadêmicos e membros do governo formam a estrutura essencial para oferecer a capacidade necessária durante épocas de guerra, mudanças de missão e incerteza fiscal. O objetivo último é satisfazer as necessidades dos combatentes, assegurando que nossos formandos manterão a

conexão e estarão em sintonia com as operações atuais ao redor do globo.

A progressão natural da carreira e a rede profissional inerente à Força Aérea continuam a criar oportunidades para futuras parcerias. Essas são supercríticas e valiosas quando reagem à imediata necessidade de dada missão. Através da conexão com a obtenção e perda de comando pelos alunos, bem como ex-alunos, parceiros de missão e destacamento de membros do corpo docente e estado-maior, o *AFIT* frequentemente fica ciente de requisitos urgentes em curso. Nesse caso, as organizações militares podem reagir com rapidez e flexibilidade inigualáveis, sem a necessidade de acordos via contratos complexos entre os setores governamentais e civis. Quando receberam a tarefa de monitorar a progressão da Força Aérea Afegã pelo Comando Central dos Estados Unidos [*US Central Command*] em 2009, a Missão de treinamento da OTAN para o Afeganistão [*NATO Training Mission–Afghanistan*] voltou-se ao *AFIT* para desenvolver um *estojo de ferramentas* automatizado que, pela primeira vez tornou possível o uso de rotinas de compilação e análise de regressão, a fim de rastrear os indicadores principais. Dentro de três meses, o *AFIT* disponibilizou o primeiro protótipo. Também sob requisito do Comando Central, o *AFIT* projeta 22 cursos de logística e aquisição para as forças militares do Iraque, com data de entrega para este ano. Dentro da organização, o *AFIT* possui a capacidade valiosíssima de rapidamente gerar não somente líderes técnicos, mas também produzir inovações tecnológicas de modo sistemático.

Esses exemplos demonstram o valor da capacidade de extensa educação tecnológica e de formandos altamente informados, assegurando que a Força Aérea moderna estará em posição vantajosa no que tange a inovação. Sua pesquisa e projetos de classe nutrem as operações de guerra e programas de pesquisa em todo o país. Ao mesmo tempo, a pesquisa de ponta informa e revitaliza a sala de aula. Essa relação simbiótica circular entre a pesquisa e o currículo requer uma *massa crítica* de alunos, corpo docente e fundos para fomentar e gerar os resultados desejados. Um programa

técnico salutar produzirá líderes técnicos capazes, desbravando o caminho para o tipo de tecnologia que poderia mudar o jogo. Sem o fluxo contínuo de indivíduos tecnicamente educados, dedicados à defesa, todos os aspectos da missão da Força Aérea que exigem tecnologia sofrerão desvantagem. Com os formandos em tão grande demanda, o *AFIT* transformou os métodos didáticos, utilizando a *Internet* e a tecnologia de satélites para ir até o Militar, além de trazer o Militar até o *AFIT*. Só o ano passado, esses empreendimentos produziram 28.000 formandos em educação profissional contínua, além de 320 que obtiveram o Mestrado em Ciências, 31 *PhDs* e 2.600 alunos provenientes de instituições civis.

## ○ Futuro

Recente relatório do Conselho Nacional de Pesquisa das Academias Nacionais [*National Research Council of the National Academies*] identificou a perda de competência técnica na Força Aérea como problema que aflige várias áreas de Ciências, Engenharia e Aquisições.<sup>7</sup> Ao mesmo tempo, o *Report on Technology Horizons*, apresentado ao Quartel-General da Força Aérea dos Estados Unidos para Ciências e Tecnologia, reconhece que a capacidade necessária também está ao alcance de possíveis adversários, devido a seu acesso aos mesmos tipos de Ciência e Tecnologia.<sup>8</sup> Em meio às restrições orçamentárias, os avanços são vitais para aumentar a eficácia dos recursos humanos, bem como aperfeiçoar a capacidade da Força Aérea. Várias áreas apoiadas diretamente pela pesquisa e educação do *AFIT* respaldam, diretamente, o conceito do *Report on Technology Horizons* como a resiliência cibernética, sistemas autônomos adaptáveis, as operações em ambientes sem o benefício do Sistema de Posicionamento Global [*Global Positioning System – GPS*], sistemas de satélite de rápida montagem e aperfeiçoamento em tomada de consciência da situação espacial. Seguindo o espírito do *Report on Technology Horizons*, esta edição do *Air and Space Power Journal* contém pequena amostra de artigos que cobrem áreas críticas de pesquisa ciberespacial, energia e combustíveis, alternativas ao *GPS* e tecnologia

que podem melhorar a eficácia e a eficiência operacional em época de guerra.

Como no caso do General Schriever e o desenvolvimento da força *ICBM*, esses avanços ocorrerão eficaz e eficientemente somente sob a liderança e visão dos líderes que possuem sólida base em ciências e tecnologia, que inclui a educação com enfoque tecnológico. Desde o início, o Gen Henry “Hap” Arnold notou que os cientistas e engenheiros eram as pessoas que portariam as ideias de que necessitava.<sup>9</sup> De acordo com a *Air Force Science and Technology Strategy*, que serve de pedra angular a todas as atividades em ciências e tecnologia da Força, a manutenção de nossa supremacia tecnológica encara o problema da globalização e de outras nações que possuem pronto acesso à tecnologia e aos recursos humanos que possibilitam o desenvolvimento de capacidade avançada. Além disso, a inovação está em risco, a menos que os Estados Unidos possam formar cientistas e engenheiros com sólida base em *STEM*, atraindo-os à carreiras na Força Aérea.<sup>10</sup> O *AFIT* serve de recurso principal ao satisfazer as necessidades de profissionais *STEM* altamente qualificados.

A maior contribuição da educação dedicada à defesa é o grupo de formandos. Esses líderes hábeis e com conhecimento tecnológico estão prontos para encarar problemas difíceis. A influência desses líderes faz-se sentir até mesmo durante o período de estudos, quando se leva a cabo pesquisa relevante aos problemas atuais e futuros. Essa influência continuará a aumentar, quer seja nas forças armadas ou na indústria. Por exemplo, um dos mais distintos ex-alunos do *AFIT*, o Dr. Ray O. Johnson é, atualmente, o vice-presidente líder e o chefe do departamento tecnológico para a Empresa *Lockheed Martin*. Seu Mestrado em Ciências e o *PhD* em Engenharia Elétrica do *AFIT* providenciaram a sólida base técnica que necessitava para alcançar sucesso na Força Aérea e, logo após, na indústria de defesa. Não é o único. Contudo, devemos produzir um maior número de George Kenneys, Jimmy Doolittles, Bennie Schrieviers, Lew Allens e Ray Johnsons se desejarmos manter e sustentar a vantagem tecnológica da Força Aérea e do País.

Para isso, as instituições devem ampliar seu alcance, aumentando a diversidade de fontes para os alunos *STEM*. Embora a população estudantil principal do *AFIT* consista de oficiais da Força Aérea, oficiais militares de todas as outras forças, bem como de diversas nações parceiras também tomam parte. Além disso, desde 2004, 75 membros alistados receberam diploma ou certificação do *AFIT* com Mestrado em Ciências. Esses guerreiros eruditos distinguiram-se em seus estudos e demonstraram, uma vez mais, o quanto dependemos em corpo de oficiais graduados altamente educados e tecnicamente capacitados para alcançar sucesso. Os civis que trabalham para o governo na Base Aérea Wright-Patterson também frequentam o *AFIT*. Nos últimos anos, a população de estudantes civis vem aumentando, através de programas sob patrocínio, tais como os da Fundação Nacional de Ciências [*National Science Foundation*] e os da bolsa de estudos do *DoD* em Ciências, Matemática e Pesquisa para a Transformação [*Science, Mathematics, and Research for Transformation – SMART*]. O *Dayton Area Graduate Studies Institute – DAGSI*, outra avenida para os alunos civis, surgiu de consórcio entre as escolas de engenharia da região para alavancar os recursos e oferecer matrícula aos alunos de toda a cidade. Desde a inauguração do *DAGSI* o *AFIT* já formou 119 alunos *STEM* de mais de 700 recipientes de bolsas de estudo *DAGSI*; a maioria desses estudantes eventualmente obteve emprego federal na Wright-Patterson.

Pode-se alegar, de maneira convincente, que apesar desses muitos empreendimentos, simplesmente não estamos produzindo quantidade suficiente de líderes capacitados com diplomas avançados em *STEM*. Parte, devido ao fato de que o modelo de pessoal atual não reflete e gerencia a demanda de forma precisa. Uma proposta para atenuar o problema, utilizando um sistema de gestão de inventário, similar ao usado para a força está em processo de estudo. Tal sistema captaria a verdadeira demanda e garantiria uma fonte suficiente de líderes militares educados em tecnologia dedicada à defesa.<sup>11</sup> Também permitiria que o número limitado de oficiais técnicos com *PhD* expandisse os horizontes,

exercendo maior impacto em operações e carreiras, parando de correr de um lado para o outro, a fim de desempenhar as tarefas de catedrático da Academia da Força Aérea e do AFIT, devido a falta de oficiais qualificados para preencher tais posições.

## De Volta a 1919 ... e Além!

A tecnologia faz parte da ADN do Militar da Força Aérea. Nossos primeiros líderes notaram o fato ainda mesmo quando a tecnologia de voo estava em sua infância. Também compreenderam a importância da educação técnica dedicada à defesa para levar avante a missão e sustentar a Força Aérea que a nação necessita, a fim de obter as metas estratégicas. Os avanços em ciências e tecnologia que nos levaram a novos domínios confirmam a sabedoria daquela visão e da necessidade em continuarmos a levar avante tal empreendimento, a fim de preservar a vantagem competitiva.

Quando uma empresa necessita de novo oficial executivo, pode ser que promova alguém que já faça parte da mesma ou pode ser que contrate alguém com a experiência desejada de outra organização. Contudo, cada instituição militar deve cultivar seu próprio grupo de pessoal qualificado. Esta pirâmide progressiva acentua a necessidade de investir em nossos Militares para assegurar que os futuros líderes possuem a educação e a fundação técnica para desenvolver a capacidade exigida pela Força Aérea e pelo País. No AFIT preparamos esses líderes, à medida que aperfeiçoamos o poder ciberaerospacial para a nação, nossos parceiros e nossas forças armadas. Fazemos isso ao oferecer diplomas, educação contínua, pesquisa e assessoria técnica relevante dedicada à defesa. Como o Gen Charles A. Gabriel, ex-Chefe do Estado Maior da Força Aérea disse certa vez: “O AFIT de Hoje é a Força Aérea de Amanhã”.<sup>12</sup> Uma declaração correta tanto em 1919 como em 2011. □

### Notas

1. Col Thurman H. Bane ao Diretor da Aeronáutica Militar, Washington, DC, carta, 30 de novembro de 1918, em History, Air Force Institute of Technology: First Sixty Years, 1919–1979, 1–2.
2. Sam McGowan, “General George C. Kenney: Pioneer of Aerial Warfare Strategy and Tactics in World War II’s Pacific Theater,” *World War II* 11, no. 2 (July 1996): 10.
3. Neil Sheehan, *A Fiery Peace in a Cold War: Bernard Schriever and the Ultimate Weapon* (New York: Random House, 2009).
4. Office of the Chairman of the Joint Chiefs of Staff, *The National Military Strategy for Cyberspace Operations* (Washington, DC: Department of Defense, 11 December 2006), v, <http://www.dod.gov/pubs/foi/ojcs/07-F-2105doc1.pdf>.
5. Secretary of Defense Task Force on DOD Nuclear Weapons Management, *Report of the Secretary of Defense Task Force on DoD Nuclear Weapons Management: Phase I: The Air Force’s Nuclear Mission* (Washington, DC: Department of Defense, September 2008), 4–5, [http://www.defense.gov/pubs/phase\\_i\\_report\\_sept\\_10.pdf](http://www.defense.gov/pubs/phase_i_report_sept_10.pdf).
6. Office of the Chief of Staff of the Air Force, *Air Force Science and Technology Strategy, 2010* (Washington, DC: Office of the Chief of Staff of the Air Force, 2010).
7. National Research Council of the National Academies, *Examination of the U.S. Air Force’s Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Workforce Needs in the Future and Its Strategy to Meet Those Needs* (Washington, DC: National Academies Press, 2010), [http://download.nap.edu/cart/deliver.cgi?&record\\_id=12718](http://download.nap.edu/cart/deliver.cgi?&record_id=12718).
8. United States Air Force Chief Scientist (AF/ST), *Report on Technology Horizons: A Vision for Air Force Science and Technology during 2010–2030*, vol. 1, AF/ST-TR-10-01-PR (Washington, DC: Headquarters US Air Force, Office of the USAF Chief Scientist, 15 May 2010), [http://www.aviationweek.com/media/pdf/Check6/USAF\\_Technology\\_Horizons\\_report.pdf](http://www.aviationweek.com/media/pdf/Check6/USAF_Technology_Horizons_report.pdf).
9. Maj Dik A. Daso, *Architects of American Air Supremacy: Gen Hap Arnold e o Dr. Theodore von Kármán* (Maxwell AFB, AL: Air University Press, September 1997), 119, <https://research.maxwell.af.mil/papers/ay1997/books/Daso.pdf>.
10. Office of the Chief of Staff of the Air Force, *Science and Technology Strategy*.
11. Lt Col Raymond W. Staats, Lt Col Marty Reynolds e o Maj Aaron D. Troxell, “Inventory Management of Officers with Advanced Academic Degrees: The Case for a New Approach,” *Air and Space Power Journal* 21, no. 2 (Summer 2007): 42–52, <http://www.airpower.au.af.mil/airchronicles/apj/apj07/sum07/sum07.pdf>.
12. Gen Charles A. Gabriel (palestra, AFIT Association of Graduates Banquet, Wright-Patterson AFB, OH, 15 December 1983), in History, Air Force Institute of Technology: First Sixty Years, 1919–1979, 7-2.



**MajGen Walter D. Givhan, USAF** recebeu o Bacharelado (BA) na *University of the South* e o Mestrado em Ciências (MS) da *Troy State University*. Também possui um MAAS da *School of Advanced Air and Space Studies* e outro MS do [*Industrial College of the Armed Forces*]. É Comandante do *Air Force Institute of Technology – AFIT* na Base Aérea Wright-Patterson em Ohio. A missão do *AFIT* é promover o poder ciberaeroespacial da nação, seus parceiros e o das Forças Armadas do país, oferecendo educação técnica contínua e pós-graduação com enfoque em Defesa, bem como pesquisa e assessoria. Nascido em Safford, Alabama, o General Givhan recebeu a comissão através da *Officer Training School*. Serviu de oficial de ligação aérea dos Estados Unidos ao General Comandante das Forças Terrestres Francesas, durante as operações *Desert Shield* e *Desert Storm*. Comandou esquadrão de treinamento de combate, grupo de operações e de ala aérea, bem como ala expedicionária aérea. Antes da designação ao posto no *AFIT*, foi General Comandante da Força de Transição do Poder Aéreo Combinado, no Comando de Transição de Segurança Combinada – Afeganistão, em Cabul. Piloto Comandante com mais de 2.500 horas de voo no *T-37*, *T-38*, *T-1*, *AT-38*, *F-15* e *A-10*, foi bolsista de Segurança Nacional no Instituto Tecnológico de Massachusetts. As medalhas militares e condecorações incluem a *Legion of Merit with Two Oak Leaf Clusters* e a *Bronze Star*.



**Maj Eric D. Trias, USAF** recebeu o Bacharelado em Ciências (BS) da *University of California – Davis* e o Mestrado em Ciências (MS) do *Air Force Institute of Technology – AFIT*. Recebeu o Doutorado da *University of New México*. É o Diretor do Grupo de Ação do Comandante [*Commandant's Action Group*] e Catedrático Assistente de Ciências (Informática) no *AFIT*, Base Aérea Wright-Patterson, Ohio. Alistou-se em 1988 e foi um dos finalistas para receber o Prêmio *Twelve Outstanding Airmen of the Year* da Força Aérea em 1994. Recebeu a comissão em 1998 através do *Airman's Education and Commissioning Program* e da *Officer Training School*. Serviu em operações na Base Aérea de Osan e na Instalação do Exército *Camp Humphreys* como oficial de operações cibernéticas, República da Coreia e no *Distributed Mission Operations Center*, Base Aérea Kirkland, Novo México. As áreas de enfoque em pesquisa incluem descoberta de conhecimento e mineração de dados, segurança de sistemas de informática, ciência forense digital e vários tópicos relacionados ao ciberespaço. Formado pelo *Squadron Officer School* e Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica.



**Maj William H. Allen, USAF** recebeu o Bacharelado em Ciências (BS) da *Christian Brothers University* e o Mestrado em Ciências (MS) do *Air Force Institute of Technology – AFIT*. É o oficial executivo do *AFIT*, Base Aérea Wright-Patterson, Ohio. Recebeu a comissão em 2000 através do programa do CPOR da *University of Memphis*. Serviu de engenheiro em diversos temas, inclusive teste de munição, projeto de propulsão de foguete e engenheiro de avaliação e sistemas. Formado pelo Curso Básico Aeroespacial, *Squadron Officer School* e Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica.



# Energia

## Como Colocar em Prática o Conceito da Força Aérea

TENCEL FREDERICK G. HARMON, USAF  
 TENCEL RICHARD D. BRANAM, USAF  
 TENCEL DORAL E. SANDLIN, USAF\*

A FORÇA AÉREA dos Estados Unidos é a maior consumidora de energia no governo federal. Gastou um total de 9 bilhões de dólares em 2008 para suprir aeronaves e veículos motorizados terrestres, bem como fornecer energia às dependências.<sup>1</sup> Naquele mesmo ano, o total de 7 bilhões resultava em mais da metade do custo total de gastos em combustível para todo o governo.<sup>2</sup> Devido ao papel central importantíssimo que a energia desempenha no cumprimento da missão, o Secretário da Força Aérea formulou um plano baseado em três “pilares” principais: “Redução em Demanda”; “Aumento de Oferta”; e “Mudança de Estilo de Vida”, direcionado pelo conceito “Faturar a Energia em Tudo” (fig. 1). Em reação a esse programa e conceito, os pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Força Aérea [Air Force Institute of Technology – AFIT] empenham-se em levar a cabo os dois primeiros pilares, com o desenvolvimento de nova área de especialização acadêmica em energia alternativa, projetando aeronaves híbrid-elétricas, remotamente pilotadas [*remotely piloted aircraft – RPA*], colocando em prova os produtos sintéticos, elaborando novo curso de estudos com enfoque em administração da distribuição de combustíveis e, levando a cabo



**Figura 1. Três pilares principais para o plano energético.** (Reimpresso da *Air Force Energy Plan 2010* [Washington, DC: Secretário da Força Aérea para Dependências, Ambiente e Logística, 2010], 7, <http://www.safie.hq.af.mil/shared/media/document/AFD-091208-027.pdf>.)

pesquisa em sua armazenagem, gerenciamento e distribuição. O terceiro pilar, “Mudança de Estilo de Vida,” está fora do escopo deste artigo. Dado o sucesso dos programas acadêmicos e resultados promissores de pesquisa, a Força Aérea deve continuar a expan-

\*O Tenente Coronel Harmon é Catedrático Assistente em Engenharia Aeronáutica. O Tenente Coronel Branam é Catedrático Assistente em Engenharia Aeroespacial e o Tenente Coronel Sandlin é Catedrático Assistente em Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimento para o Instituto de Tecnologia da Força Aérea localizado na Base Aérea Wright-Patterson, Ohio.

dir o currículo do *AFIT* relacionado. Um maior apoio permitiria estabelecer um centro de pesquisa com enfoque em energia, o que permitiria à Força Aérea enfrentar os obstáculos relacionados.

## Área de Especialização Acadêmica em Energia Alternativa

Os Analistas norte-americanos investigam a energia alternativa e suas possibilidades (ex.: sistemas híbrido-elétricos, células combustíveis, biocombustíveis e energia solar), a fim de reduzir a dependência em petróleo estrangeiro. A maior parte dessa pesquisa estuda seu transporte e dependências terrestres. Contudo, este artigo cobre o interesse cada vez maior e o impulso do setor militar e industrial à utilização de energia refinada e renovável na arena aeroespacial. O plano estratégico do Instituto Americano da Aeronáutica e Astronáutica [*American Institute of Aeronautics and Astronautics*] para o período 2009–13, que coloca ênfase em energia e aeroespaço destaca como imperativo estratégico “Melhor Eficiência em Energia Aeroespacial e o Avanço de Novas Tecnologias Energéticas”. De acordo com esse imperativo, “a *AIAA* deve providenciar um ambiente colaborativo para intercâmbio de dados, a fim de assegurar que os melhores profissionais técnicos e os inovadores mais criativos concentrem-se em como superar os obstáculos encarados pela indústria aeroespacial em eficiência, bem como em oportunidades emergentes para contribuir à futuras fontes de energia refinada e acessível.”<sup>3</sup> A Força Aérea, os empreiteiros em defesa e a indústria necessitam de pesquisadores e engenheiros com perícia técnica em Engenharia Aeroespacial e Energia Alternativa. Muitas universidades oferecem excelentes programas, mas pouquíssimas realçam de que maneira podemos conseguir a fusão entre as duas. O *AFIT* preenche a lacuna catedrática, não só realçando o currículo com cursos relacionados à energia, contratando membros do corpo docente experientes em ambos os cam-

pos, mas também expandindo as dependências do laboratório.

Em reação à necessidade premente de engenheiros que cursaram matérias relacionadas à Energia Alternativa e Engenharia Espacial, o *AFIT* formulou área de especialização acadêmica em sistemas de energia alternativa que faz parte do Mestrado em Engenharia Aero-náutica e Astronáutica. Essa especialização, uma extensão desses dois programas de Mestrado atuais, requer cursos em energia, máximo aproveitamento e projetos aeroespaciais. Busca fornecer um curso de estudos coerente aos estudantes de Engenharia Aeroespacial, interessados em pesquisar tópicos referentes a sistemas de energia alternativa e propulsão avançada para micro veículos aéreos [*micro air vehicles – MAV*], pequenas *RPAs* e aeronaves de grande altitude e alta duração de voo. Dois alunos completaram a sequência em 2010 e seis mais esperam fazer o mesmo em 2011.

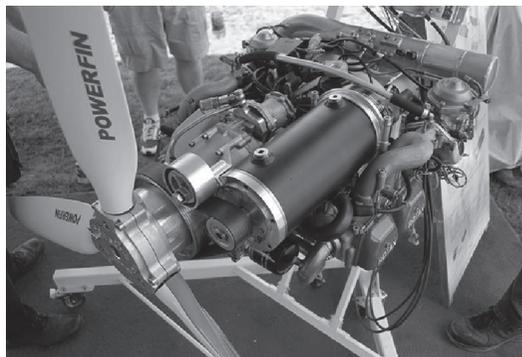
Duas outras universidades, a Universidade *Wright State* e a Universidade de Dayton, através do programa altamente bem sucedido do Instituto *Dayton Area Graduate Studies*, contribuem à especialização em energia alternativa. O Estado de Ohio aprovou as propostas de ambas as universidades, a fim de oferecer mestrados em energia limpa e renovável e ambas estabeleceram cursos, dando acesso aos alunos do *AFIT* para que possam satisfazer os requisitos necessários a essas especialidades. Essa colaboração permite aos alunos frequentar as classes em estabelecimentos de ensino civis na própria região e alavancar a pesquisa já iniciada em outras universidades.

Como parte da especialização, o *AFIT* estabeleceu um curso de estudo independente, a fim de educar os alunos em métodos de análise de desempenho de componentes de sistema de propulsão de pequenas *RPAs*, tais como motores elétricos, baterias de ponta, motores de combustão interna [*internal combustion engines – ICE*] e células combustíveis. À medida que o interesse nessa nova área de especialização acadêmica aumenta, o Instituto planeja desenvolver um curso de laboratório acerca dos fundamentos da tecnologia, motores, baterias de ponta e ultra-capacitores.

O *AFIT* desempenha função essencial para fazer face às demandas da Força Aérea e da indústria para maior número de engenheiros treinados em Energia Alternativa e Engenharia Aeroespacial. Esses novos engenheiros assistirão a Força Aérea a programar o plano de energia que requer a redução em demanda, ao aumentar a eficiência de sistemas de propulsão e da oferta de energia através de combustíveis alternativos. Sua localização estratégica, próxima ao *Air Force Research Laboratory – AFRL* na Base Aérea Wright-Patterson e o grande número de empreiteiros aeroespaciais permitem aos alunos a obtenção de experiência prática, sem a necessidade de transferência a outro local. É programa único porque oferece aos alunos um diploma “híbrido” em temas aeroespaciais e energéticos.

## Aeronaves Híbrido-Elétricas Pilotadas Remotamente

Os membros industriais e os pesquisadores universitários exploram novos meios de propulsão, tais como sistemas híbrido-elétricos para utilização aeroespacial. Certos projetos híbrido-elétricos usam *ICE* e sistema elétrico de propulsão, enquanto outros são baseados em células combustível. Durante a *Experimental Aircraft Association’s AirVenture* de 2009, em *Oshkosh*, Wisconsin, a empresa alemã de projetos e manufatura de aeronaves, *Flight Design*, exibiu um sistema de propulsão híbrido-elétrico paralelo com um *ICE* e motor elétrico (fig. 2) para aeronave de uso geral. Um motor elétrico de 30 *quilowatts (kW)* movido à bateria oferece propulsão a motor *Rotax 914* reduzido, de 86 *kW* para decolagem e ascensão.<sup>4</sup> A configuração híbrida paralela com o auxílio de força permite ao piloto planar por período mais longo, utilizando força elétrica em caso de pane. Para grandes *RPA*s, a *AeroVironment* está adaptando à forma híbrida um motor a pistão que queima hidrogênio com um sistema de propulsão elétrico em sua aeronave *Global Observer*, de grande altitude e alta duração de voo.<sup>5</sup> Anteriormente, três pesquisadores da Universidade da Califórnia-Davis desenvolveram um projeto teórico de pequena



**Figura 2. Sistema de propulsão híbrido-elétrico da Flight Design** (Reimpresso sob permissão de Jason Paur, “Hybrid Power Comes to Aviation,” *Wired.com*, 28 July 2009, <http://www.wired.com/autopia/2009/07/hybrid-aviation/>.)

*RPA* híbrido-elétrica que demarcou a base para protótipo de aeronave atualmente em fase de desenvolvimento no *AFIT*.<sup>6</sup>

O ex-aluno do *AFIT*, Ryan Hiserote, comparou três projetos teóricos híbrido-elétricos paralelos e distintos para pequena *RPA*, cada qual com três perfis de descarga de bateria, para um total de nove configurações.<sup>7</sup> Sua análise determinou que uma configuração que utiliza *ICE*, motor elétrico e embreagem para desengajar o motor durante a operação exclusivamente elétrica, silenciosa, foi a mais apta para a missão [*Intelligence, Surveillance, Reconnaissance – ISR*] típica de cinco horas. O motor é desligado durante a fase da missão de *ISR*, a fim de reduzir a assinatura acústica da aeronave. Os alunos civis e militares do *AFIT* no Departamento de Aeronáutica e Astronáutica, sob a direção do Catedrático Assistente Fred Harmon estão projetando uma *RPA* híbrido-elétrica, baseada no projeto teórico de dois pontos, que inclui um *ICE* dimensionado para velocidade de cruzeiro, bem como um motor elétrico e pacote de bateria dimensionada para velocidade mais baixa (pairar). O projeto paralelo híbrido-elétrico proporciona ao veículo maior tempo na estação e maior alcance do que os veículos propulsionados à eletricidade, juntamente com assinaturas acústicas e térmicas mais baixas do que veículos movidos à gasolina. O projeto resultante

toma a forma de *RPA* de 1,6 quilogramas que utiliza 40 por cento menos combustível do que aeronaves convencionais propulsadas a *ICE*, inclui capacidade amplificada e modo “silencioso” durante operações *ISR*, ao utilizar somente o sistema elétrico. Esses empreendimentos ilustram o interesse, cada vez maior, em tecnologia híbrido-elétrica para sistemas aeroespaciais, bem como os benefícios que oferecem às tropas em combate.

Além de sistemas híbrido-elétricos com motores propulsionados por hidrocarbonetos, grande número de empresas e universidades pesquisam sistemas baseados em células combustível para utilização em aviação. A *Boeing* recentemente colocou em voo uma aeronave pilotada (dois assentos, motor-planador *Dimona* com alcance de asa de 16,3 metros) impulsionada por sistema de propulsão à célula combustível de membrana via conversão de próton/bateria a lítio-íon [*li-ion*].<sup>8</sup> Os pesquisadores da empresa acreditam que esse tipo de tecnologia propulsora pequenos veículos tripulados e remotamente pilotados. Para grandes aeronaves comerciais, os projetistas utilizariam células combustível a óxido sólido em sistemas secundários de geração de força, tais como equipamento de força auxiliar. O *Georgia Institute of Technology* projetou, construiu e colocou em voo uma *RPA* propulsora à célula combustível.<sup>9</sup> Recentemente, a *Marinha* colocou em voo pequena *RPA*, a *Ion Tiger*, propulsora à célula combustível de 500 watts.<sup>10</sup> A *AFRL* colocou em voo um sistema baseado à célula combustível na *RPA Puma*. A *Puma* original, propulsora unicamente à bateria modificada para comportar sistema híbrido à célula combustível, sob contrato de pesquisa em inovação de pequenos negócios com o *AFRL*, expandiu a capacidade, ao triplicar o período de voo de três a nove horas.<sup>11</sup> A aeronave experimental *Antares DLR-H2*, em julho de 2009 foi o primeiro veículo aéreo tripulado a decolar à célula combustível.<sup>12</sup> O *AFIT* há pouco tempo iniciou empreendimentos, a fim de desenvolver uma ferramenta para projeto teórico, dedicado a melhor compreender os prós e contras do uso de células combustível em *MAVs*.<sup>13</sup> A ferramenta integra análise pre-

cisa da aerodinâmica, propulsão, gerenciamento de força e fontes de força, a fim de determinar a capacidade de duração de voo de *MAVs* em dada missão.

Não importa se esses empreendimentos para sistemas híbrido-elétricos sejam baseados em *ICEs* ou células combustível. O fato é que refletem, de modo claro, o interesse em utilização de conceitos que empregam energia alternativa para aeronaves. Os projetos anteriormente mencionados serão úteis, dependendo em requisitos de missão, bem como dimensões e tipo de aeronave. Por exemplo, como descrito anteriormente, os pesquisadores do *AFIT* estão colocando à prova um protótipo de sistema híbrido-elétrico para pequena *RPA*, a fim de demonstrar sua utilidade durante missão *ISR* típica. Além do mais, um trabalho discente atualmente em curso, referente a projeto teórico de sistema híbrido-elétrico para aeronave de treinamento, determinará a quantidade de combustível e energia que economizaria durante missão de treinamento típica. A Força Aérea deve apoiar a expansão da pesquisa acerca de sistemas à células combustível do *AFIT*, a fim de assegurar a melhoria em alcance e duração de voo para pequenas *RPAs* e *MAVs*. Para maiores aeronaves, tais sistemas seriam úteis para equipamentos de força auxiliares. Os sistemas híbrido-elétricos contribuirão para o primeiro pilar do plano energético, reduzindo a demanda em energia.

## Como Colocar à Prova o Combustível Sintético

O *AFIT* contribui ao segundo pilar, aumentando a oferta de energia, ao levar a cabo pesquisa dedicada a combustíveis alternativos. O combustível para jato é grande despesa, tanto para a Força Aérea, quanto para as linhas aéreas comerciais. Pela primeira vez, em 2006, passou a ser o item principal na coluna de despesas de linhas aéreas comerciais norte-americanas.<sup>14</sup> A Força Aérea, o consumidor mais prolífico do governo federal utiliza, aproximadamente, 2,5 bilhões de galões por ano.<sup>15</sup> O emprego de produtos alternativos, e.g. *Fischer-Tropsch* – *FT* reduziria o custo, ao

projetar motores mais eficientes, novos sistemas de propulsão, projetando configurações mais aerodinâmicas e fuselagens mais leves.<sup>16</sup>

A indústria comercial e o governo estabeleceram organizações para pesquisar e certificar o uso de alternativos. Uma coalizão denominada *Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative* tenta aumentar a segurança da energia e a sustentabilidade ambiental para a aviação, ao engajar a indústria emergente de alternativos para jato a utilizá-los em aviação comercial.<sup>17</sup> Bill Harrison, o assessor técnico especializado da Diretoria de Propulsão [*Propulsion Directorate*] no AFRL, também realça a necessidade de incrementar a pesquisa, prova e certificação de novos combustíveis alternativos/domésticos.<sup>18</sup> Os alternativos poderiam substituir muitos dos tradicionais, tais como JP-5, JP-7 e JP-8. Por exemplo, em agosto de 2007, o B-52 recebeu a certificação para utilizar a mescla 50/50 de sintético e JP-8.<sup>19</sup> A Força Aérea também estabeleceu o Gabinete de Certificação de Combustíveis Alternativos [*Alternative Fuels Certification Office*] em 2007 sob Alvará do Secretário da Força Aérea, a fim de gerenciar a certificação para todas as plataformas (mais de 40 tipos), equipamento de apoio e infraestrutura básica com mescla 50/50 de FT e JP-8.<sup>20</sup> Quase toda a frota da Força Aérea recebeu certificação para utilizar mesclas sintéticas.

O AFIT leva a cabo pesquisa ativa para substituir os combustíveis tradicionais para jato com mesclas alternativas. Os de jato fazem parte de ampla classe de hidrocarbonetos, denominados combustíveis a querosene.<sup>21</sup> Comparados aos tradicionais utilizados em jato e derivados de petróleo, como o JP-8, os FT são de derivação sintética de fontes como carvão, gás natural e biomassa, o produto de processo químico catalisado que inicialmente converte combustíveis de alimentação em monóxido de carbono e hidrogênio, combinando, então, esses químicos em moléculas de hidrocarboneto com cadeias mas longas. Teoricamente, o conteúdo de energia dessa classe é suficiente para substituir as tradicionais. Contudo, necessitamos de maiores pesquisas acerca de seu uso em dispositivos originalmente projetados para combustí-

veis tradicionais de jato.<sup>22</sup> O AFIT pesquisa a utilização de FT em combustor ultra-compacto no Laboratório de Maximização de Combustão e Análise a Laser [*Combustion Optimization and Analysis Laser Laboratory*] que possui várias técnicas de diagnóstico disponíveis, *i.e.*, como medir a quantidade de hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio não queimados, a fim de analisar o desempenho. Os resultados iniciais são promissores e demonstram que os FT podem substituir os combustíveis tradicionais para jato.

### **Curso de Estudo Acadêmico em Gerenciamento de Petróleo e Pesquisa Acerca de Distribuição de Combustíveis**

Recentemente o AFIT estabeleceu um grupo especializado em gerenciamento de combustíveis que faz parte do programa de Mestrado em Ciências dedicado ao gerenciamento de logística e cadeia de suprimento. No Outono de 2010, cinco oficiais da Força Aérea com especialização nessa área, iniciaram seu novo curso de estudos, que abrange modelos de inventário, previsão de demanda, resiliência da cadeia de suprimento, combustíveis alternativos, questões ambientais e transporte, bem como distribuição e armazenagem de petróleo. Os Formandos serão contratados pela Agência de Petróleo da Força Aérea, Agência de Logística para a Defesa e outros cargos em gerenciamento de petróleo em estados-maior de comandos principais.

Os alunos, tanto nacionais como internacionais, do Departamento de Ciências Operacionais do AFIT levaram a efeito grande número de estudos minuciosos, de ponta. Por exemplo, o Maj David Mazzara produziu uma análise da relação custo/benefício para sistemas de reabastecimento aéreo de RPAs.<sup>23</sup> O Maj James Nicholson investigou a eficácia de custo para substituir mesclas à base de petróleo, similares a *diesel* com *biodiesel* no Comando de Mobilidade Aérea [*Air Mobility Command*], determinando o preço necessário, a fim de compensar o custo da produção de *biodiesel*, se o preço do tradicional aumen-

tar.<sup>24</sup> O TenCel Juan Salaverry criou um modelo para calcular o preço de combustível de jato na Argentina, seu país natal.<sup>25</sup> O Maj Murat Toydas concebeu dois modelos de aproveitamento não-linear que examinaram o “*quid pro quo*” entre o peso de combustível desde a decolagem inicial e a carga a bordo, para dada origem, destino e local da base do tanque.<sup>26</sup> O Ten Evren Kiyamaz levou a cabo um estudo que media a eficiência de combustível aero-transportado.<sup>27</sup> Todos esses estudos ilustram métodos para reduzir a demanda ou aumentar a oferta.

O Maj Phil Morrison, recém graduado do programa de Estudos Avançados e Mobilidade Aérea do *AFIT*, em uma das análises mais bem sucedidas, concluiu pesquisa em reposicionamento de lastro para o *KC-135*.<sup>28</sup> Concluiu que remover o combustível de lastro do tanque situado na parte dianteira da fuselagem, compensando tal ação com a adição de peso (como blindagem) à outra parte do avião, resultaria em dois grandes benefícios: (1) os aviões tanques conseguiriam transferir maior quantidade de combustível à aeronave recipiente; e (2) a Força Aérea economizaria muito, ao reduzir o custo para a frota de aviões-tanque *KC-135*. A pesquisa do Maj Morrison indicou que, se colocada em execução, sua proposta seria economicamente viável em menos de dois anos, reduzindo outros 14 milhões de dólares anuais. A Força Aérea, recentemente alocou fundos para levar a cabo tal mudança de lastro *JIN* para o *KC-135*.

## Conclusão e Recomendações

A Força Aérea está tentando reduzir a despesa, bem como aumentar a segurança energética, reduzindo a demanda, aumentando a oferta e mudando seu estilo de vida. Os pesquisadores do *AFIT* contribuem para os dois primeiros pilares do plano de energia, ao desenvolver novo currículo cujo enfoque é a energia e combustíveis alternativos, projetando sistemas de propulsão híbrido-elétricos, testando os sintéticos para substituir os tradi-

cionais e avançando a pesquisa no campo de distribuição e gerenciamento dos mesmos. Os formandos civis e militares do *AFIT*, com base em Engenharia Aeroespacial, Energia Alternativa e Gerenciamento de Combustível assumirão posições em liderança técnica e possuirão conhecimento para alavancar tecnologia e ferramentas para uso aeroespacial essencial, a fim de fazer com que a Força Aérea leve avante seu plano energético.

A Força Aérea necessita apoiar completamente o *AFIT* neste sentido. O *AFIT* deve expandir o currículo para incorporar outros cursos relacionados à energia e a combustíveis, bem como construir laboratórios para colocar à prova os sistemas híbrido-elétricos, células combustível e sintéticos. As ferramentas de projetos teóricos devem melhorar, a fim de analisar opções para aeronaves futuras, tais como as de treino, híbrido-elétricas, e *RPA*s. O *AFIT* também deve levar a cabo maiores pesquisas em sistemas baseados em célula combustível, a fim de determinar a melhoria em alcance e duração de voo para pequenas *RPA*s e *MAV*s. O *AFIT* deve levar a cabo outras pesquisas referentes à aeronaves maiores, acerca de como sistemas baseados à célula combustível seriam úteis para equipamento de força auxiliar. Além do mais, se o Instituto receber o apoio apropriado, poderia estabelecer um centro de pesquisa inter-disciplinar com enfoque em energia. É óbvio que o *AFIT* é de vital importância para que a Força Aérea consiga atingir sua meta energética. □

*Base Aérea Wright-Patterson, Ohio*

### Notas

1. Air Force Energy Plan 2010 (Washington, DC: Assistant Secretary of the Air Force for Installations, Environment, and Logistics, 2010), 4, acessado em 14 janeiro, 2011, <http://www.safie.hq.af.mil/shared/media/document/AFD-091208-027.pdf>.

2. Mark J. Lewis, “Military Aviation Goes Green,” *Aerospace America* 47, no. 8 (September 2009): 25, acessado em 14 Janeiro 2011, [http://www.aerospaceamerica.org/Documents/Aerospace%20America%20PDFs%20\(2009\)/Aerospace%20America\\_SEP2009.pdf](http://www.aerospaceamerica.org/Documents/Aerospace%20America%20PDFs%20(2009)/Aerospace%20America_SEP2009.pdf).

3. American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), "2009–2013 Strategic Plan: Sections I and II" (Reston, VA: AIAA, 2009), 1, acessado em 15 novembro 2010, [http://www.aiaa.org/pdf/industry/Strat\\_Plan\\_Short\\_Version\\_March09.pdf](http://www.aiaa.org/pdf/industry/Strat_Plan_Short_Version_March09.pdf).
4. Jason Paur, "Hybrid Power Comes to Aviation," *Wired.com*, 28 July 2009, <http://www.wired.com/autopia/2009/07/hybrid-aviation>.
5. "Stratospheric Persistent UAS: Global Observer," AeroVironment, [http://www.avinc.com/uas/stratospheric/global\\_observer](http://www.avinc.com/uas/stratospheric/global_observer).
6. Frederick G. Harmon, Andrew A. Frank e Jean-Jacques Chattot, "Conceptual Design and Simulation of a Small Hybrid-Electric Unmanned Aerial Vehicle," *Journal of Aircraft* 43, no. 5 (September–October 2006): 1490–98, acessado em 14 Janeiro 2011, [http://www.dodsbir.net/sitis/view\\_pdf.asp?id=REF%203%20AF103\\_209.pdf](http://www.dodsbir.net/sitis/view_pdf.asp?id=REF%203%20AF103_209.pdf); Frederick G. Harmon, Andrew A. Frank e Jean-Jacques Chattot, "Parallel Hybrid-Electric Propulsion System for an Unmanned Aerial Vehicle" (apresentação durante o Simpósio da Association for Unmanned Vehicle Systems International Unmanned Systems North America 2004 em Anaheim, CA, 3–5 agosto, 2004); Frederick G. Harmon, Andrew A. Frank e Sanjay S. Joshi, "Application of a CMAC Neural Network to the Control of a Parallel Hybrid-Electric Propulsion System for a Small Unmanned Aerial Vehicle" (apresentação, Institute of Electrical and Electronics Engineers International Joint Conference on Neural Networks, Montreal, Canada, 31 julho–4 agosto 2005); e Frederick G. Harmon, Andrew A. Frank e Sanjay S. Joshi, "The Control of a Parallel Hybrid-Electric Propulsion System for a Small Unmanned Aerial Vehicle Using a CMAC Neural Network" *Neural Networks* 18 (2005): 772–80.
7. Ryan M. Hiserote e Frederick G. Harmon, "Analysis of Hybrid-Electric Propulsion System Designs for Small Unmanned Aircraft Systems" (apresentação AIAA-2010-6687, 8th Annual International Energy Conversion Engineering Conference, Nashville, TN, 25–28 julho 2010).
8. "Boeing Successfully Flies Fuel Cell-Powered Airplane," Boeing, 3 Abril 2008, [http://www.boeing.com/news/releases/2008/q2/080403a\\_nr.html](http://www.boeing.com/news/releases/2008/q2/080403a_nr.html).
9. Thomas H. Bradley et al., "Flight Test Results for a Fuel Cell Unmanned Aerial Vehicle" (apresentação AIAA-2007-32, 45th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, NV, 8–11 janeiro 2007); e Blake A. Moffitt et al., "Design and Performance Validation of a Fuel Cell Unmanned Aerial Vehicle" (apresentação AIAA-2006-823, 44th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, NV, 9–12 January 2006).
10. "Surveillance Vehicles Take Flight Using Alternative Energy," Public Affairs, Office of Naval Research, 2009, acessado em 14 janeiro, 2011, <http://www.onr.navy.mil/Media-Center/Press-Releases/2009/Surveillance-Vehicles-Alternative-Energy.aspx>.
11. "UAS Advanced Development: Fuel Cell Puma," AeroVironment, [http://www.avinc.com/uas/adc/fuel\\_cell\\_puma](http://www.avinc.com/uas/adc/fuel_cell_puma).
12. Pat Toensmier, "The Cutting Edge: Fuel Cell Powers Manned Flight," *Defense Technology International*, September 2009, 60.
13. Paul M. Hrad e Frederick G. Harmon, "Conceptual Design Tool for Micro Air Vehicles with Hybrid Power Systems" (apresentação durante a Conferência da AIAA-2010-6688, 8th Annual International Energy Conversion Engineering, Nashville, TN, 25–28 July 2010).
14. Frank Sietzen, "Growing Fuels for Greener Skies," *Aerospace America*, September 2009, 32.
15. Air Force Energy Plan 2010, 4.
16. Lewis, "Military Aviation Goes Green," 24.
17. "Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative" (CAAFI brochure), [caafi.org](http://www.caafi.org), 17 August 2010, [http://www.caafi.org/about/pdf/CAAFI\\_brochure\\_August\\_2010.pdf](http://www.caafi.org/about/pdf/CAAFI_brochure_August_2010.pdf).
18. William E. Harrison, "Alternative Energy for Aerospace Applications" (apresentação durante o 4º Simpósio Anual Dayton Engineering Sciences, Dayton, OH, 27 October 2009).
19. Lewis, "Military Aviation Goes Green," 24.
20. Beatriz Rodriguez e Thomas M. Bartsch, "The United States Air Force's Process for Alternative Fuels Certification" (apresentação durante a Conferência da AIAA-2008-6412, 26th AIAA Applied Aerodynamics, Honolulu, HI, 18–21 August 2008).
21. Tim Edwards, "Kerosene Fuels for Aerospace Propulsion-Composition and Properties" (apresentação durante a Conferência e Exposição da AIAA-2002-3874, 38th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion, Indianapolis, IN, 7–10 July 2002).
22. M. A. Mawid, "Development of a Detailed Chemical Kinetic Mechanism for JP-8 and Fisher-Tropsch-Derived Synthetic Jet Fuels" (apresentação durante a Conferência e Exposição da AIAA-2007-5668, 43rd AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion, Sacramento, CA, 8–11 July 2007); e Tim Edwards et al., "Fuel Composition Influence on Deposition in Endothermic Fuels" (apresentação durante a Conferência da AIAA-2006-7973, 14th AIAA/AHI Space Plane and Hypersonic Systems and Technologies, Canberra, Australia, 6–9 November 2006).

23. Maj David J. Mazzara, "Autonomous Air Refueling for Unmanned Aircraft Systems: A Cost/Benefit Analysis," documento pesquisa pós-graduação AFIT/IMO/ENS/ 09-08 (Wright-Patterson AFB, OH: Air Force Institute of Technology, 2009).

24. Maj James B. Nicholson, "Bio-Diesel for Air Mobility Command Assets: The Way Ahead," documento de pesquisa pós-graduação AFIT/IMO/ENS/09-10 (Base Aérea Wright-Patterson, OH: Air Force Institute of Technology, 2009).

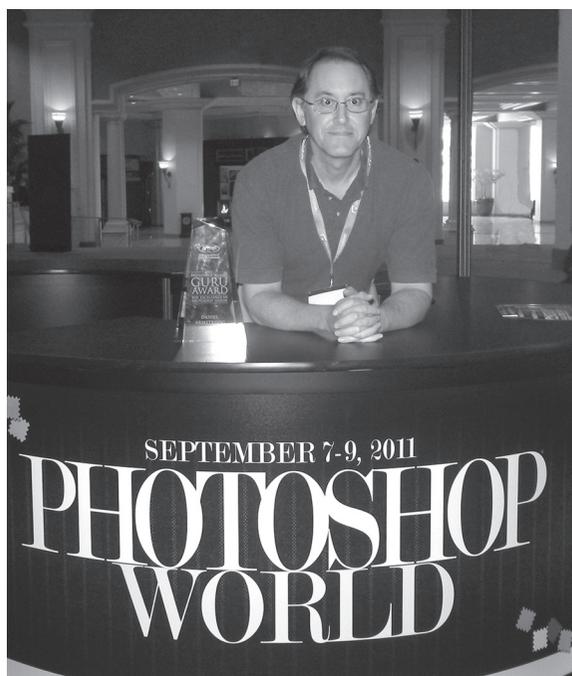
25. Lt Col Juan A. Salaverry, "Predicting Argentine Jet Fuel Prices," AFIT/GLM/ENC/07M-01 (Tese, Air Force

Institute of Technology, Base Aérea Wright-Patterson, OH, 2007).

26. Maj Murat Toydas, "Fuel Savings Opportunities from Air Refueling," AFIT/LSCM/ENS/10-12 (Tese, Air Force Institute of Technology, Base Aérea Wright-Patterson, OH, 2010).

27. Lt Evren Kiyamaz, "Fuel Efficiency Assessment with DEA," AFIT/LSCM/ENS/10-07 (Tese, Air Force Institute of Technology, Base Aérea Wright-Patterson, OH, 2010).

28. Maj Phil G. Morrison, "Reballasting the KC-135 Fleet for Fuel Efficiency," estudo de pesquisa pós-graduação AFIT/IMO/ENS/10-10 (Base Aérea Wright-Patterson, OH: Air Force Institute of Technology, 2010).



*Daniel Armstrong, nosso ilustrador recebeu o prêmio internacional "Guru" 2011.*



# Navegação, Cronometria e Posicionamento Precisos Sem o Sistema de Posicionamento Global

MAJ KENNETH A. FISHER, PhD, USAF  
DR. JOHN F. RAQUET\*

O SISTEMA DE Posicionamento Global [*Global Positioning System – GPS*] NAVSTAR revolucionou a guerra moderna. Desde 2005 quase toda munição de precisão (guiada) norte-americana usa o *GPS* para obter dados de alvos.<sup>1</sup> Com isso, os sistemas de lançamento de armas possuem a capacidade de atingir alvos inimigos com precisão, com pouco ou sem qualquer dano colateral. Além disso, quase todos os recursos militares, incluindo aeronaves, tanques, navios, mísseis, munição para morteiros, caixas de carga e soldados desembarcados contam com a determinação da posição exata que o *GPS* oferece.

Para os usuários militares do sistema, surgem duas limitações principais. A primeira é que o sistema depende de linha de visão, isto é, os satélites devem estar dentro do campo de “visão” da antena do receptor para que possam captar os sinais. Essa restrição é mais acentuada em ambientes fechados (inclusive áreas subterrâneas) e áreas urbanas, tornando difícil a navegação para as forças terrestres, aeronaves pilotadas remotamente e armamento de precisão. Os arranha-céus em cidades bloqueiam a visão dos satélites e criam repercussão de sinais ou aberturas múltiplas, confundindo os receptores de *GPS*. Em ambientes fechados, os sinais de *GPS* podem passar, mas de forma bem atenuada. O resul-

tado é que as forças terrestres que operam sob cobertura encontram dificuldade em obter uma posição de *GPS* válida.

A segunda limitação é que os adversários podem facilmente cancelar os sinais do sistema com simples táticas e equipamento disponível. A interferência [*jamming*] resulta quando o adversário emite sinais que se intrometem na sinalização *GPS* de relativamente baixa potência. Alega-se que a China implantou dispositivos de interferência em uma frota de caminhonetes. Além disso diversas páginas da *internet* até mesmo oferecem pequenos dispositivos a baixo custo que interrompem o rastreamento de veículos via *GPS*.<sup>2</sup>

Finalmente, um cenário mais grave de negação, mas muito menos provável, tem a ver com o uso de tecnologia antissatélite por outras nações com o fim de desativar ou destruir um ou mais satélites do agrupamento *GPS*. Três nações já contam com essa tecnologia: os Estados Unidos, a Rússia e a China. Essa última demonstrou sua capacidade antissatélite com surpreendente ataque a um de seus antigos satélites meteorológicos em 2007.<sup>3</sup>

Por qualquer que seja o motivo, quando os recursos *GPS* ficam degradados ou indisponíveis, as Forças Armadas necessitam de alternativa que ofereça precisão e utilidade comparáveis. Os pesquisadores do Centro Tecnológico de Navegação Avançada [*Advanced Navigation*

\*O Major Fisher é Catedrático Assistente de Engenharia Elétrica no Instituto de Tecnologia da Força Aérea [*Air Force Institute of Technology – AFIT*], e Vice-Diretor do Centro Tecnológico de Navegação Avançada [*Advanced Navigation Technology – ANT*], um centro de excelência do AFIT. O Dr. Raquet é Catedrático Adjunto de Engenharia Elétrica no AFIT e é o Diretor do Centro ANT.

*Technology – ANT*] no Instituto Tecnológico da Força Aérea [*Air Force Institute of Technology – AFIT*] tentam oferecer precisão semelhante à do *GPS*. O Centro *ANT* pesquisa métodos de cálculo de posição com o uso de radiofarol, sinais manufaturados ou oportunos [*signals of opportunity – SoOP*] que ocorrem naturalmente (inclusive campos magnéticos) e aqueles destinados a melhorar a visão. No futuro, uma boa alternativa ao *GPS* provavelmente empregará uma combinação dessas técnicas. A revisão dos conceitos básicos de navegação ajudará a colocar em perspectiva essas abordagens alternativas.

## Navegação: Perspectiva Geral

### *O que é navegação?*

Nos primórdios da história, a humanidade estava, acima de tudo, interessada em navegação localizada. Isso quer dizer, fixar uma posição na vizinhança de áreas habitadas. Esse tipo de navegação, em parte, identifica os marcos históricos e faz uso de locais conhecidos para determinar a posição. Mais tarde, especialmente quando a navegação aumentou a mobilidade, os viajantes necessitaram de métodos para navegação global.<sup>4</sup> Os antigos marinheiros registravam a direção e a distância percorrida em cada etapa da viagem, técnica denominada *navegação estimada* [*dead reckoning*].<sup>5</sup> Ainda com os avanços dramáticos em navegação, muitos métodos modernos, como o de navegação de inércia [*inertial navigation system – INS*], continuam a basear-se em navegação estimada (sob o ponto de vista de que a partida é de dada posição, rastreando as mudanças de posição, velocidade, direção e / ou distância ao longo do caminho).

### *Tendências*

Embora o *INS* atual seja bastante preciso para pequenas distâncias, a navegação e a coordenação exatas em vastas regiões requerem dados de posição extremamente rigorosos, daí então a necessidade do *GPS*. Essa tecnologia veio a ser a pedra angular da presente navegação. Seu aperfeiçoamento ao longo dos últi-

mos 20-30 anos oferece aos usuários a habilidade de alcançar o destino dentro de poucos metros ou até mesmo centímetros de precisão, além de sincronizar os sistemas operacionais e o equipamento com eficiência sem precedentes. Para as Forças Armadas, tal eficiência é uma vantagem operacional, devido a economia de força, massa, sem mencionar o elemento surpresa. O Departamento de Defesa e o comércio utilizam cada vez mais os sistemas em que múltiplos veículos interdependentes operam em conjunto para atingir meta ou missão (quase sempre automaticamente)—objetivo que quase sempre exige navegação confiável. Na verdade, uma série de sistemas requer *GPS* em suas operações (não só navegação), confiando na disponibilidade do sistema. Além disso, o aperfeiçoamento da precisão do *GPS* (tanto em equipamento, quanto em algoritmos empregados, tal como o *GPS* diferencial) remove a maioria dos erros encontrados em seus sinais. Agora é rotina. Os usuários conseguem determinar o posicionamento com a precisão de até centímetros para determinadas aplicações, como pouso de precisão e, em futuro próximo, o reabastecimento automatizado de aeronaves militares em voo. À medida que cresce o número de “clientes” em potencial, o mercado reage, oferecendo baixo custo e dispositivos de tamanho reduzido para satisfazer a demanda. A presença do *GPS* aumentou a tendência dos usuários (especialmente nas Forças Armadas) a rastrear tudo – todos os militares em operações de combate, todo o equipamento do campo de pouso, todos os veículos e, assim por diante. Antigamente era suficiente rastrear os diferentes tipos de equipamento principais, tais como aeronaves, devido ao tamanho e custo dos aparelhos de navegação tradicionais e dos primeiros receptores *GPS*. Agora, literalmente, todo soldado porta um dispositivo *GPS* em sua mochila.

Com o aumento da dependência comercial e militar em *GPS*, também aumenta a vulnerabilidade à interrupção ou nulificação do sistema. Portanto, os usuários necessitam de equipamento sobressalente com capacidade de navegação e sincronização para situações em que o *GPS* não funciona. Recente-

mente, o cientista-chefe da Força Aérea identificou a capacidade de “[*Position, Navigation and Timing – PNT*] posição, navegação e sincronia em ambientes sem acesso a *GPS*” entre as 12 primeiras áreas de pesquisa prioritária.<sup>6</sup> Os pesquisadores do Centro ANT enfocam-se exatamente nesse problema, considerando abordagens de navegação que não dependem em *GPS*. Já que o sistema oferece *PNT* preciso à maioria das situações, a alternativa adequada exigiria a combinação de dois ou mais sensores e o uso de algoritmo de navegação. O restante deste artigo explica os conceitos gerais implícitos aos algoritmos de navegação e à integração de sensores. Em seguida, descreve quatro técnicas distintas de navegação sem *GPS* sob pesquisa no *ANT*.

## Os Algoritmos de Navegação e a Integração de Sensores

Um algoritmo de navegação combina dados convenientemente expressos no ciclo *prever-observar-comparar* (fig.1). A “Situação da Navegação” ao lado inferior da figura, à direita, representa a condição atual de navegação do usuário ou todas as informações sobre a posição do mesmo, como a velocidade, e assim por diante, bem como estimativa da qualidade dos dados. Pode-se imaginar tal condição como a melhor hipótese do sistema refe-

rente à posição do usuário e cálculo de precisão de tal hipótese. Como a caixa “Sensor” indica, o sistema mede ou observa os dados que oferecem certa percepção sobre a situação do usuário. No caso do *GPS*, o sistema observa a distância de dado satélite. O algoritmo também emprega um modelo da realidade, indicado na caixa “Modelo do Mundo Real”. Para o *GPS*, este modelo consistiria dos locais (órbitas) dos satélites *GPS*.

Na fase *prever*, o sistema utiliza o modelo do mundo real e a condição da navegação para prever o que o sistema antecipa; na figura, a caixa “Algoritmo de Predição”, ilustra o processo. Durante a fase *observar*, o sistema recebe, do *mundo real*, a medida corrompida por ruído. Durante a fase *comparar*, o algoritmo compara a medida predita com a real e usa as discrepâncias para aperfeiçoar a navegação e, possivelmente, o modelo do mundo.

Considere o seguinte exemplo de navegação simples: um usuário tenta determinar sua posição em relação a uma parede. Prevê, a olhómetro, que é cerca de 9,100m (nesse momento, a situação de navegação é de 9,100m com elevado grau de incerteza). Em seguida, com aparelho de telemetria a laser, preciso, o usuário mede ou observa que a distância é de 9,50976m. Em seguida, compara a predição com a observação, rapidamente descartando a primeira e confiando na última, pois o usu-

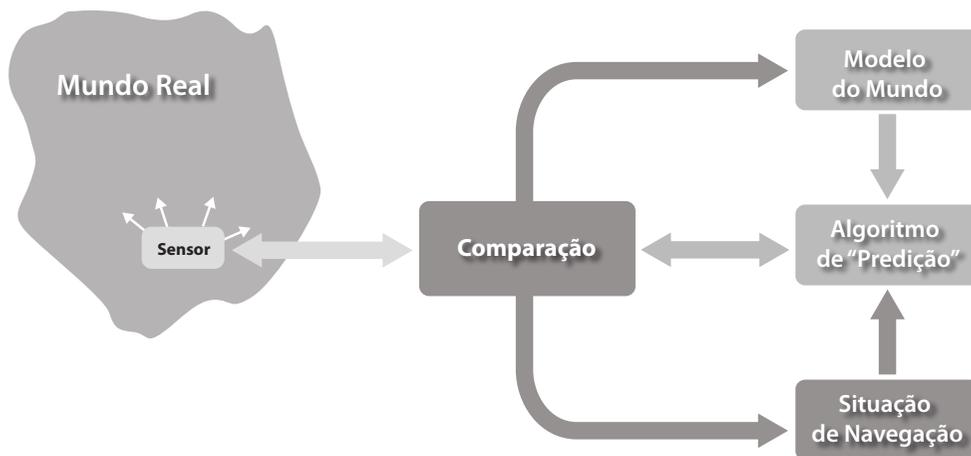


Figura 1. Algoritmo de navegação teórico

ário confia na observação a laser muito mais do que na situação de navegação atual, ou seja, a olhómetro.

Os empregos mais interessantes combinam a predição e a observação, algo que acontece quando existe grau de confiança comparável entre a predição e a observação, apesar de divergência. Para lidar com essa combinação, as aplicações típicas de *INS* e *GPS* usam o filtro de Kalman para obter o ciclo predizer-observar-comparar.<sup>7</sup> O *INS* calcula a posição do usuário, acompanhando seus movimentos. A seguir, o receptor *GPS* “observa” a posição do usuário, empregando as medidas de satélites do sistema. Finalmente, o filtro de Kalman compara o cálculo do *INS* à observação do *GPS*, gerando uma solução mista baseada na qualidade relativa entre os dois resultados.

Os sistemas típicos de navegação atuais combinam o *INS* com as atualizações do *GPS* para produzir uma firme estimativa de navegação. “Firme”, porque os dois insumos complementam-se um ao outro. O *INS* fornece, em essência, uma estimativa precisa e contínua do movimento do veículo, mas acumula erros ao longo do tempo. Por exemplo, mesmo o *INS* mais preciso inicializado bem próximo à verdadeira posição, acabará acumulando erros que tornam inútil o cálculo de posição. Por outro lado, as atualizações do *GPS* ocorrem com menor frequência, mas os erros não se acumulam. Usados ao mesmo tempo, o *INS* fornece um cálculo preciso de navegação a curto prazo, enquanto o *GPS* oferece uma solução precisa a longo prazo. Em outras palavras, o sensor *GPS* restringe o acúmulo de erros do *INS*.

## Quatro Técnicas Promissoras de Posicionamento, Navegação e Sincronia em Ambientes sem Acesso a GPS

### *Navegação a Radiofarol*

O radiofarol (i.e., fontes de sinais artificiais transmitidos para fins de navegação que complementam ou substituem os sinais de *GPS*)

neutralizariam os efeitos de interferência intencional ou de ambientes com sinais quase imperceptíveis. A Agência de Projetos de Pesquisa Avançada da Defesa [*Defense Advanced Research Projects Agency – DARPA*] estabeleceu um programa para “demonstrar o uso de pseudolites [uma contração do termo “*pseudo-satellite*” utilizada quando se refere a dispositivo que não é satélite, mas que desempenha função normalmente da esfera de satélites. Pequenos transceptores empregados para criar uma alternativa ao *GPS*, local e terrestre] um tipo de transmissor *GPS* de alta potência. Seriam colocados a bordo de aeronaves para transmitir um sinal potente que substitui o do *GPS* e que passa através de interferências, restaurando a navegação *GPS* sobre dado teatro de operações.”<sup>8</sup> As demonstrações em campo comprovaram que os pseudolites aéreos substituiriam as transmissões via satélite, proporcionando sinais de navegação de boa qualidade para receptores *GPS* militares. Necessitam apenas de modificações em programação dos dispositivos em si.

Outros pesquisadores usam radiofarol para transmitir sinais exclusivos que exigem receptores de navegação projetados especificamente para esses sinais. Uma empresa usa radiofaróis terrestres posicionados em área local para auxiliar o *GPS* ou navegar sem ele.<sup>9</sup> Esses radiofaróis também podem ser utilizados para localizar a posição de uma pessoa dentro de complexo de minas subterrâneas. Além disso, também seriam úteis para tropas terrestres que operam em locais fechados. Sob o ponto de vista operacional, essa abordagem necessita colocar em campo transmissores de locais terrestres, ou de plataformas aéreas.

### *A Navegação com o Uso de Sinais Oportunos Artificiais*

O *GPS* navega rastreando sinais transmitidos via satélite. A navegação que utiliza *SoOP* baseia-se nesse conceito, com a diferença de que rastreia os sinais transmitidos para outros fins (e.g., rádio *AM* e *FM*, rádio e televisão via satélite, telefonia celular, redes de computadores sem fio e inúmeros sinais de satélite). Os pesquisadores do Centro *ANT*

exploraram sinais de televisão, de rádio AM, áudio digital, vídeo-transmissões e redes sem fio.<sup>10</sup> Dada a grande variedade de *SoOP*, os pesquisadores desenvolveram uma equação matemática para determinar a utilidade de sinais para a navegação.<sup>11</sup>

A navegação a *SoOP* possui várias vantagens se comparada ao *GPS*. Primeiramente, os *SoOP* são abundantes, garantindo a disponibilidade de sinais para determinar e reduzir erros em posição. Em seguida, a recepção de *SoOP* frequentemente é mais potente do que os sinais de *GPS*.<sup>12</sup> Ao contrário dos sinais de *GPS*, os de estações de rádio FM ou de telefonia celular estão disponíveis e podem ser utilizados em ambientes fechados. Finalmente, o usuário não incorre custos de instalação ou despesas operacionais relacionadas. É claro que os receptores móveis, semelhantes aos de *GPS*, exigiriam projeto e fabricação para colocá-los em campo.

No entanto, o uso de *SoOP* para a navegação possui desvantagens. Como o sistema não foi projetado para utilizar os sinais em navegação, o dispositivo de sincronia não foi, necessariamente, interligado ou ajustado. Além disso, pode ser que o usuário não saiba exatamente o que foi transmitido. Para atenuar esses dois problemas, os cenários típicos de navegação com *SoOP* empregam uma base: um receptor em local conhecido próximo ao receptor do usuário. A base permite que o dispositivo do usuário remova características dos *SoOP*, fazendo com que os problemas de sincronia não sejam tão graves. A maioria dos algoritmos também supõe que o transmissor de *SoOP* (e.g., torre de rádio ou roteador sem fio) estará situada em local conhecido, embora existam métodos para determinar tal informação. Os sinais em repercussão ou aberturas múltiplas, fontes predominantes de erro em navegação *SoOP*, são muitas vezes de difícil eliminação.

A combinação de muitos sinais em um só circuito ou canal transmissor [*multiplexing*] via divisão de frequência ortogonal é uma estrutura de sinais particularmente promissora de *SoOP* usada para transmissões áudio/vídeo digitais e muitos dispositivos de rede sem fio. Esses sinais exibem benefícios de navegação

não encontrados em outros, como informação redundante intercalada aos sinais, a partir da qual o usuário pode obter dados de navegação “ouvindo uma conversa por acaso” (i.e., ouvir dado sinal passivamente) sem usar uma base.<sup>13</sup> Uma pesquisa relacionada inclui tentativas de identificar radiofrequência, por meio de marca exclusiva que a identifica [*fingerprinting*], associando, assim, cada sinal a um transmissor em particular.<sup>14</sup>

Há também métodos de navegação a *SoOP* fora daqueles que utilizam dados de sincronia obtidos via rastreamento de *SoOP* (semelhante à navegação via *GPS*). Por exemplo, podemos fazer uso de dados do ângulo de chegada [medida da direção da propagação de irradiação eletromagnética, quando de sua chegada a um receptor], que se obtém, normalmente, pelo uso de múltiplas antenas) para a navegação, bisseccionando múltiplos ângulos de chegada para determinar a posição do receptor por triangulação. Além disso, podemos utilizar a potência de um sinal de *SoOP* recebido [*Received Signal Strength – RSS*] para calcular o alcance de determinado transmissor. O comércio oferece ainda um banco de dados de locais de rede sem fio e transmissão de energia para uso em cálculos de potência do sinal recebido.<sup>15</sup>

#### *A Navegação Utilizando a Ocorrência de Sinais Oportunos Naturais*

Embora os *SoOP* artificiais ofereçam amplo campo de estudo, os *SoOP* que ocorrem naturalmente também encontram-se à disposição. Normalmente, qualquer fonte que permita distinguir um ponto terrestre de outro é adequada à navegação: a utilidade de dado fenômeno para determinar posição muitas vezes depende da confiabilidade com que podemos medi-lo; com que precisão a medida corresponde à posição do usuário; e, o tamanho, peso e potência do sensor. Inúmeros *SoOP* de ocorrência natural são, em potencial, adequados à navegação, inclusive campos magnéticos, campos gravitacionais e o impacto de relâmpagos. No entanto, a navegação baseada em campos magnéticos continua a ser a mais promissora para empregos militares.

Os campos magnéticos encontram-se em todos os pontos terrestres em diferente intensidade. Além do campo magnético terrestre principal, outros ocorrem em qualquer material condutor, como vergalhões, parede com pernos de aço, canos, fiação, etc. Assim, a intensidade do campo magnético de um ponto específico de determinado corredor de dado edifício, é único. Os pesquisadores do Centro *ANT* testaram a viabilidade deste tipo de intensidade para facilitar os sistemas de navegação em ambientes fechados, comparando inicialmente as medidas obtidas de pequeno magnetômetro (aproximadamente do tamanho de um baralho) a um mapa de campos magnéticos de área fechada, previamente determinado.<sup>16</sup> A seguir, determinaram a posição do usuário, encontrando no mapa o local de maior correlação com as medidas do magnetômetro. Embora os resultados indicassem probabilidade de sucesso, certas áreas exigem maior pesquisa. Primeiramente, o sistema baseou-se em mapa de campos magnéticos predeterminado. Já que não podemos, realisticamente, esperar que os combatentes façam o levantamento de uma área, estamos em fase de pesquisa para elaborar um mapa do campo magnético, à medida que os soldados se deslocam de um a outro ponto. A seguir, os pesquisadores investigam as variações de campo magnético ao longo do tempo e a resistência do algoritmo de navegação em campo magnético para verificar se existem grandes desvios no campo observado, o que pode ocorrer com a adição ou remoção de objetos de metal.

### *Navegação Assistida por Visão*

Esse tipo de navegação usa câmeras para produzir uma alternativa e um sistema altamente complementar para restringir o movimento de inércia. Em vez de calcular diretamente a localização do veículo, os sistemas de visão usam o movimento percebido dos sensores de imagem para auxiliar o *INS*. Por exemplo, vamos supor que uma pessoa gire ao sentar-se em uma cadeira. Fisiologicamente, o sistema vestibular do ouvido detecta a rotação. No entanto, a visão pode auxiliar no cálculo de rota-

ção, observando o movimento de sinais visuais. Do mesmo modo, os sensores visuais podem contribuir a um *INS* e, assim, melhorar a navegação.

Além de melhorar o desempenho da navegação, diversas vantagens acompanham os sistemas de navegação complementados pela visão. Em primeiro lugar, as técnicas visuais via computador são imunes aos ataques que desativam os *GPS*, embora ferramentas baseadas em visão possuam suas próprias limitações, como as causadas pela neblina ou fumaça. Em segundo lugar, à medida que as câmeras e os computadores tornam-se cada vez mais eficientes e menos caros, a visão via computador rapidamente torna-se em possível solução de baixo custo. Em terceiro lugar, a câmera usada para a navegação também pode compilar inteligência. Da mesma forma, a câmera utilizada para coleta de dados secretos também pode prestar-se à navegação. Além disso, podemos integrar os dados às informações de mapeamento da Agência Nacional de Inteligência Geoespacial [*National Geospatial-Intelligence Agency*] ou às de provedores comerciais de imagens, tais como o *Google Maps*.

Devido a complexidade computacional, os algoritmos típicos de auxílio à visão empregam aspectos selecionados de uma imagem e não de toda a imagem. O algoritmo compara os aspectos entre imagens sucessivas para calcular o movimento relativo da plataforma. A qualidade da comparação de aspectos depende da caracterização e identificação dos aspectos em imagens subsequentes. Podemos reduzir ainda mais a complexidade computacional, quando limitamos a análise à pequena porção da imagem. Esses aperfeiçoamentos computacionais permitem utilizar esses tipos de sistema em plataformas relativamente pequenas. Os pesquisadores do Centro *ANT* combinaram um algoritmo de rastreamento de aspectos de imagem mais rápido, porém menos potente, com um *INS* de padrão comercial para alcançar o desempenho em tempo real em pequeno avião remotamente pilotado em ambiente fechado.<sup>17</sup>

A distância entre a câmera e dado aspecto (i.e., percepção de profundidade) é uma ca-

racterística fundamental da navegação assistida por imagem. Os pesquisadores do Centro *ANT* imitaram a visão humana, ao utilizar duas câmeras em navegação stereo-visual [*stereo vision*] e demonstraram os algoritmos em período de tempo quase real.<sup>18</sup> Infelizmente, esse método baseia-se na separação física das câmeras. Assim, não podemos empregá-lo de imediato em sistemas super-reduzidos (e.g., a bordo de um microveículo aéreo).

A adição de uma câmera com pequeno sensor de distância a laser, montado em um giroscópio evita a necessidade de sistemas estéreo-visuais. O Centro *ANT* vem usando esse sensor para medir a distância de profundidade a qualquer objeto dentro do campo de visão da câmera.<sup>19</sup> Esses sensores, juntamente com um sensor de inércia, assistiriam a navegação de microveículo aéreo sem o uso de *GPS*, a configuração ideal para a exploração de ambientes fechados e missões de mapeamento. Além de fornecer uma solução de navegação sem *GPS*, essa pequena e leve combinação de sensores localizaria e produziria a imagem de objetos ou alvos para emprego em inteligência ou processo de seleção de alvos.

Ao contrário da seleção de aspectos, a representação predefinida [*predictive rendering*], outra área de pesquisa assídua em navegação faz uso do conhecimento acerca de dado objeto para calcular o movimento da plataforma. Os pesquisadores do Centro *ANT* aplicam tal método a cenários de reabastecimento em voo. Um modelo tridimensional de avião-tanque permite aos computadores predeterminar a imagem da aeronave, utilizando a perspectiva da plataforma receptora. Após as câmeras captarem a imagem real, um algoritmo compara a imagem predefinida à observada. Esse estratagema de navegação utiliza técnicas de processo de imagem que simplificam a correlação entre as imagens predefinidas e as reais (i.e., o âmbito de fusão das duas imagens).<sup>20</sup>

## A Combinação de Dispositivo de Comunicação / Navegação via Sistema de Navegação por Inércia e Visão

Pode ser que um conceito oportuno ofereça ao combatente um dispositivo de bolso, portátil, integrado para comunicações e navegação. Os soldados desembarcados frequentemente portam rádio e receptor *GPS*. A combinação desses dispositivos em um só permitiria o uso do elo de comunicação entre os rádios para posicionamento menos dependente em *GPS*. Além disso, um *INS* a bordo, que incorpora a visão oferece estabilidade a curto prazo e dados referentes a ângulo de aproximação. Assim como o *INS* assistido por *GPS* combina a estabilidade de soluções *GPS* a longo prazo com a estabilidade de um *INS* a curto prazo, assim também o dispositivo integrado proposto ofereceria potencial de navegação precisa sem *GPS* a relativamente longo prazo.

Os pesquisadores do Centro *ANT* e da Corporação *Raytheon* utilizam telemetria baseada em dispositivo de comunicação portátil *Raytheon DH-500* para determinar a posição do usuário sem recorrer ao *GPS*.<sup>21</sup> Esse sistema de *radio comutado* [um tipo de comutação utilizada para transmitir dados digitais via radio ou elos de comunicação sem fio. Emprega os mesmos conceitos de transmissão de dados da *Datagram*, fundamentais à comunicação via *Internet*, e sem as técnicas mais antigas que faziam uso de sistemas comutados ou dedicados] possui capacidade de alcance além de potente comunicação. Recentemente, o Centro *ANT* combinou a telemetria via rádio do *Raytheon DH-500* com *INS* assistido por estéreo-visão para navegação precisa sem o uso do *GPS*.<sup>22</sup>

Esse tipo de pesquisa serve de portal de entrada à ampla classe de problemas, ou seja, o uso de dispositivos portáteis de navegação e comunicação complementados por outros sensores para sinergia de navegação e comu-

nicação. Esses dispositivos também permitiriam a cooperação de múltiplas plataformas dentro de uma só rede, oferecendo ainda maior número de dados de navegação.

## Não Existe Tamanho Único

Para a vasta maioria dos empregos militares, o *GPS*, (ou *GPS* com *INS*) quando disponível, satisfaz as exigências de desempenho de navegação. Caso contrário, devemos recorrer à abordagens alternativas de navegação como as descritas acima. No entanto, comparadas ao *GPS*, todas possuem grandes desvantagens. Por exemplo, a navegação por radiofarol é inaplicável em todo o planeta, pois requer a implantação de radiofaróis. Para utilizar os *SoOP* é necessário acesso ao tipo correto de sinais (também é suscetível a todas as outras desvantagens descritas anteriormente). A navegação baseada em visão computacional não funciona bem em caso de nevoeiro ou sobre o mar. A navegação via radio-telemetria só funciona com a utilização de vários veículos. Em consequência, não existe abordagem alternativa perfeita e única para substituir o *GPS* em todos os ambientes. A pesquisa que desenvolve a capacidade de navegar sem o uso de sinais *GPS* é importante e deve continuar. No

entanto, simplesmente um maior número de opções não é a solução perfeita.

## O Caminho a Seguir: A Navegação com o Uso de Todos os Recursos

A Força Aérea deve adotar uma abordagem que utilize todos os meios para conseguir precisão sem o uso do *GPS*.<sup>23</sup> Um algoritmo de navegação com todos os recursos calcula uma solução precisa das dinâmicas da plataforma, usando todos os dados disponíveis. A Figura 2 demonstra um cenário teórico baseado em *INS* e usa dados de outros sensores: *GPS*, *SoOP*, visão, detecção de luz e telemetria, campos magnéticos, gravidade e radar. Note a inclusão intencional do *GPS*. Um sistema de navegação que faz uso de todos os recursos deve também utilizar esse sistema, quando disponível. Assim, combina todos os dados disponíveis e emprega um subconjunto reduzido de sensores, caso alguns não estejam disponíveis.

O Centro *ANT* desenvolve sistemas que se adaptam facilmente à situações específicas, utilizando os sensores mais adequados. Por exemplo, a navegação baseada em imagens seria adequada a ambiente urbano durante o dia, enquanto que a abordagem menos pre-

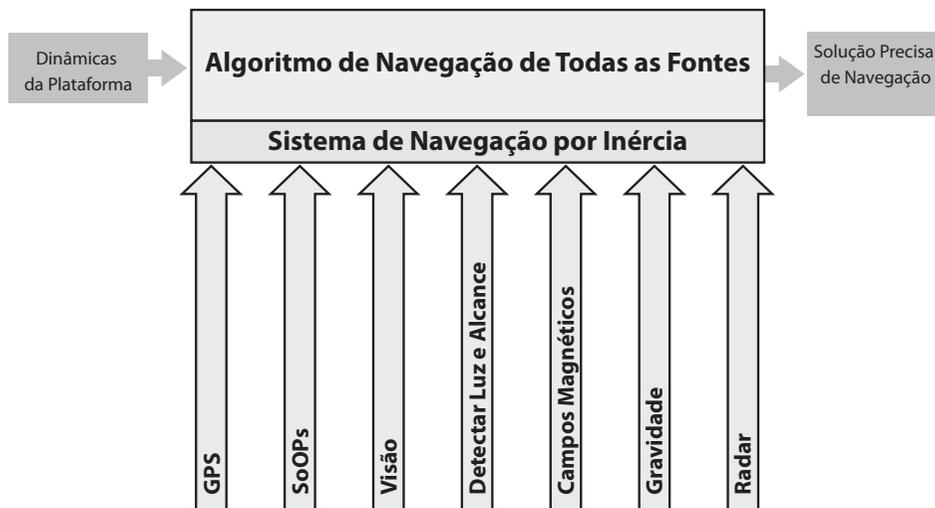


Figura 2. Algoritmo hipotético de navegação com o uso de todos os recursos

cisa baseada em campo gravitacional seria mais adequada a rotas que sobrevoam os mares. É óbvio que diferentes situações exigem distintos grupos de sensores. O problema, no entanto, é que os planos de integração em curso, geralmente não permitem o fácil intercâmbio de sensores de navegação. Já que a maioria dos sistemas de navegação integrados é feita sob medida para determinado grupo de sensores, o acréscimo de outro significa grande aumento de trabalho. É possível a fabricação de sistema com múltiplos GPS e sensores não-GPS que funcionem em quase todos os ambientes, mas tal sistema seria extremamente difícil de manejar em termos de tamanho, peso e potência, sem mencionar a informática complexa. Na realidade, diferentes missões clamam por agrupamentos de diferentes sensores. Portanto, à medida que as missões mudam, esses agrupamentos também devem mudar. O ideal seria simplesmente anexar qualquer agrupamento de sensores de navegação necessário à dada missão a processador de núcleo integrável, a fim de adaptar a capacidade aos requisitos da missão.

A implementação de um sistema de navegação tipo “conecte-e-pronto” [*plug-and-play*] requer pesquisa e desenvolvimento em algoritmos de integração básicos, bem como em projetos de integração, inclusive equipamento e programação, que conecte e combine insumos de vários sensores físicos. O grupo de peritos encarregados de pesquisa em navegação possui interesse cada vez maior no tópico. Por exemplo, a DARPA acaba de publicar um edital de licitação, amplamente difundido, para programa que visa “desenvolver a estrutura, método de abstração e algoritmos de filtragem para a navegação necessários à rápida integração e reconfiguração de qualquer combinação de sensores.”<sup>24</sup> Embora a integração flexível de sistemas apresente difícil problema, o benefício será notável aos usuários militares, se pudermos manufaturar sistemas que consigam navegar em quase todos os tipos de ambiente e que sejam práticos em termos de tamanho, peso, potência e custo.

Os pesquisadores do Centro ANT desenvolveram tecnologia que começará a produzir o algoritmo de navegação que utiliza todos os

recursos e o agrupamento de sensores necessário à disponibilização de tal sistema. A Força Aérea deve continuar a investir em algoritmos de integração, sensores e tecnologia modular se o objetivo for a navegação precisa em ambientes sem a disponibilidade de GPS. □

*Base Aérea Wright-Patterson, Ohio*

#### Notas

1. John W. Moyle, “The Space and Air Force: One Pathway to the Future,” *Air and Space Power Journal: Chronicles Online Journal*, acessado em 15 de março de 2011, <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/cc/moyle.html>.

2. Alan Cameron, “Perspectives—June 2008,” 24 June 2008, *GPS World*, <http://www.gpsworld.com/gnss-system/perspectives-june-2008-7254>.

3. Michael P. Pillsbury, PhD, *An Assessment of China’s Anti-satellite and Space Warfare Programs, Policies and Doctrines*, Report to the US-China Economic and Security Review Commission, 19 January 2007, [http://www.uscc.gov/researchpapers/2007/FINAL\\_REPORT\\_1-19-2007\\_REVISIED\\_BY\\_MPP.pdf](http://www.uscc.gov/researchpapers/2007/FINAL_REPORT_1-19-2007_REVISIED_BY_MPP.pdf).

4. O termo navegar significa “registrar, planejar e controlar a posição e o curso de navio ou aeronave.” Deriva-se do latim *navigare*. Uma contração de *navis*, “navio” e *agere*, “guiar.” Webster’s II: *New Riverside University Dictionary*, 1988, s.v. “navigate.”

5. Uma ferramenta comum para estabelecer a direção – a bússola magnética – foi introduzida na China no século XII. As pessoas normalmente determinavam a distância, observando a velocidade do navio com o passar do tempo. Ver Pratap Misra e Per Enge, *Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance* (Lincoln, MA: Ganga-Jamuna Press, 2001).

6. United States Air Force Chief Scientist (AF/ST), *Report on Technology Horizons: A Vision for Air Force Science and Technology during 2010–2030*, vol. 1, AF/ST-TR-10-01-PR (Washington, DC: Headquarters US Air Force, Office of the USAF Chief Scientist, 15 May 2010), 76, [http://www.aviationweek.com/media/pdf/Check6/USAF\\_Technology\\_Horizons\\_report.pdf](http://www.aviationweek.com/media/pdf/Check6/USAF_Technology_Horizons_report.pdf).

7. O filtro leva o nome de Rudolph Kalman, o primeiro a publicar seu algoritmo predizer-observar-comparar em “A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems,” *Transactions of the ASME [American Society of Mechanical Engineers]—Journal of Basic Engineering* 82 (1960): 35–45, <http://www.cs.unc.edu/~welch/kalman/media/pdf/Kalman1960.pdf>.

8. Senado, a Declaração da Dra. Jane A. Alexander, Acting Director, Defense Advanced Research Projects Agency,

ante o Subcomitê referente a Emerging Threats and Capabilities, Committee on Armed Services, United States Senate, 107th Cong., 1ª ses., 5 June 2001, 9, <http://armed-services.senate.gov/statemnt/2001/010605alex.pdf>.

9. Locata, um provedor comercial, detalha um sistema baseado em radiofarol em Joel Barnes et al., “LocataNet: A New Positioning Technology for High Precision Indoor and Outdoor Positioning” (apresentação durante a 16th International Technical Meeting of the Satellite Division of the US Institute of Navigation, Portland, OR, 9–12 September 2003), 1119–28, <http://www.locatacorp.com/docs/2-%20UNSW%20Locata%20ION%20Paper%20presented%20Portland%20Sep%2011,%202003.pdf>.

10. Ryan J. Eggert e John F. Raquet, “Evaluating the Navigation Potential of the NTSC Analog Television Broadcast Signal” (apresentação durante os procedimentos da 17th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation [ION GNSS 2004], Long Beach, CA, 21–24 September 2004), 2436–46; Jonathan McEllroy, John F. Raquet e Michael A. Temple, “Use of a Software Radio to Evaluate Signals of Opportunity for Navigation” (apresentação durante os procedimentos de ION GNSS 2006, Fort Worth, TX, 26–29 September 2006); Richard K. Martin, Jamie S. Velotta e John F. Raquet, “Bandwidth Efficient Cooperative TDOA Computation for Multicarrier Signals of Opportunity,” IEEE [Institute of Electrical and Electronics Engineers] Transactions on Signal Processing 57, no. 6 (June 2009): 2311–22; e Wilfred Noel, “Indoor Navigation Using OFDM [Orthogonal Frequency-Division Multiplexing] Signals” (tese de Mestrado, Air Force Institute of Technology, AFIT/GE/ENG/11-30, March 2011).

11. O potencial de navegação foi inicialmente desenvolvido em Kenneth A. Fisher e John F. Raquet, “Navigation Potential of Signals Modeled with Multipath Effects and Noise” (apresentação durante os procedimentos do 2005 National Technical Meeting of the Institute of Navigation [ION NTM], San Diego, CA, 24–26 January 2005), 320–31.

12. Para demonstrações reais de navegação, utilizando estação de rádio AM comparada à navegação com o uso de GPS, ver Timothy D. Hall, Charles C. Counselman III e Pratap Misra, “Instantaneous Radiolocation Using AM Broadcast Signals” (apresentação durante os procedimentos do ION NTM, Long Beach, CA, 22–24 January 2001), 93–99.

13. Tal esquema é detalhado em Jason Crosby, “Fusion of Inertial Sensors and Orthogonal Frequency Division Multiplexed (OFDM) Signals of Opportunity for Unassisted Navigation” (tese de Mestrado, Air Force Institute of Technology, AFIT/GE/ENG/09-11, March 2009).

14. Para usar um sinal para determinar posição, deve-se conhecer a origem. O sinais exclusivos [fingerprin-

ting] em radiofrequência facilita a associação de sinais com o transmissor. Ver William C. Suski et al., “Using Spectral Fingerprints to Improve Wireless Network Security” (apresentação, Global Telecommunications Conference, 2008: IEEE GLOBECOM 2008, New Orleans, LA, December 2008).

15. Skyhook, <http://www.skyhookwireless.com/howitworks/>.

16. William F. Storms e John F. Raquet, “Magnetic Field Aided Vehicle Tracking” (apresentação durante os procedimentos do ION GNSS 2009, Savannah, GA, 22–25 September 2009).

17. Jeffery Gray e Michael Veth, “Deeply-Integrated Feature Tracking for Embedded Navigation” (apresentação durante os procedimentos da 2009 International Technical Meeting of the Institute of Navigation, Anaheim, CA, 26–28 January 2009), 1018–25.

18. Michael Veth e John Raquet, “Fusing Low-Cost Image and Inertial Sensors for Passive Navigation,” Navigation 54, no. 1 (Spring 2007): 11–20.

19. 2nd Lt Don J. Yates, “Monocular Vision Localization Using a Gimbaled Laser Range Sensor” (tese de Mestrado, Air Force Institute of Technology, AFIT/GE/ENG/10-31, March 2010), <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA524323&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>.

20. Capt Adam D. Weaver, “Predictive Rendering: A New Vision-Aided Approach for Autonomous Aerial Refueling” (tese de Mestrado, Air Force Institute of Technology, AFIT/GE/ENG/09-45, March 2009).

21. A Raytheon fornece o sistema de comunicação a rádio para o programa Land Warrior, atualmente em operação na 4th Stryker Brigade Combat Team no Iraque. O Centro ANT e a Raytheon operam através de acordo cooperativo de pesquisa e desenvolvimento para criar soluções de navegação sem-GPS.

22. 2nd Lt Erich Lichtfuss, “Indoor Navigation Using Vision and Radio Ranging” (tese de Mestrado, Air Force Institute of Technology, AFIT/GE/ENG/11-23, March 2011).

23. O termo all-source navigation é uma adaptação de all-source intelligence, que combina dados de inteligência de múltiplas plataformas para produzir um quadro mais completo do que qualquer outro baseado em apenas uma fonte.

24. Strategic Technology Office, Broad Agency Announcement: All Source Positioning and Navigation (ASP), DARPA-BAA-11-14 (Arlington, VA: Defense Advanced Research Projects Agency, Strategic Technology Office, November 2010), 5, [https://www.fbo.gov/download/b9e/b9e293bc25ab6cc1f7ad0601415bf5df/DARPA\\_BAA\\_11-14](https://www.fbo.gov/download/b9e/b9e293bc25ab6cc1f7ad0601415bf5df/DARPA_BAA_11-14)



## As Possíveis Desvantagens de Biocombustíveis

TENCEL MARK N. GOLTZ, PHD, USAF, REFORMADO  
CHARLES A. BLECKMANN, PHD  
DOUGLAS M. MACKAY, PHD  
MAJ KHAI VUONG, USAF  
CAP JERROD P. MCCOMB, USAF\*

**A**S TENTATIVAS EM reduzir a dependência norte-americana em energia estrangeira, problemas ambientais contínuos e o custo cada vez mais alto do petróleo deram origem a notáveis desenvolvimentos de fontes de energia alternativa renovável e “mais verdes”, tais como os biocombustíveis à base de álcool. O Departamento de Defesa (*DoD*), a fim de dirigir-se a essas questões, tenta diminuir a dependência em petróleo para abastecer as aeronaves e o equipamento terrestre. A Força Aérea, alinhada aos objetivos do *DoD*, deu início a vários projetos para reduzir o uso de energia: (1) redução anual de 2 por cento em combustível à base de petróleo para a frota de veículos; (2) aumento anual de 10 por cento em combustível alternativo para veículos motorizados; (3) certificação de que todas as aeronaves e sistemas de armas utilizarão mescla 50/50 de combustível alternativo até 2011; (4) garantia de que as aeronaves da Força Aérea utilizarão mescla de 50 por cento de combustível alternativo até 2016.<sup>1</sup> Essa escala agressiva movimentou o maior consumidor de energia do planeta, o *DoD*, em direção ao mercado de energia alternativa. Provavelmente esse departamento estará à frente dos segmentos mundiais no que concerne a mercados de aviação

e combustível para motores, a fim de fazer face à demanda para novos combustíveis alternativos, convertendo os sistemas que dispensam os mesmos, em apoio ao novo mercado. Embora a conversão a combustíveis alternativos possa muito bem reduzir a produção de dióxido de carbono, somente agora torna-se claro o risco de que possíveis vazamentos de combustível afetem o solo e o lençol freático.

Este artigo alega que não nos dirigimos de forma adequada aos possíveis impactos desses combustíveis ao ambiente. Atualmente, a pesquisa indica que os riscos causados pela contaminação do subsolo podem na verdade aumentar com a introdução de combustíveis alternativos em grande escala. Além do mais, os futuros sistemas de suprimento e armazenagem podem sofrer danos inquietantes, devido à natureza biologicamente mais reativa desse tipo de combustível. Assim, a prudência exige que a Força Aérea utilize a pesquisa mais atualizada, apoiando de forma dinâmica, novos estudos, a fim de compreender as inferências de sua utilização acelerada, inclusive o risco ambiental e outros associados a vazamentos e avaria aos sistemas que transportam, armazenam e consomem os mesmos. Dessa forma, este artigo sugere o caminho a seguir, a fim de assegurar que a incorporação em

\*O Dr. Goltz e o Dr. Bleckmann são membros do corpo docente do programa de Engenharia e Ciências Ambientais para o Instituto de Tecnologia da Força Aérea [*Air Force Institute of Technology – AFIT*], Base Aérea Wright-Patterson, Ohio. O Dr. Mackay, da *University of California–Davis, Department of Land, Air, and Water Resources*, levou a cabo muitos estudos de campo referentes às consequências de produtos que contaminam o subsolo, inclusive pesquisa recente acerca do impacto do etanol. O Major Vuong, que recebeu o Mestrado do *AFIT*, atualmente serve de assessor à Escola de Medicina Aeroespacial da Base Aérea Wright-Patterson [*Air Force School of Aerospace Medicine*]. O Capitão McComb, que também possui um Mestrado do *AFIT*, é chefe de apoio à operações para o 92º Esquadrão de Engenharia [*92nd Engineering Squadron*] da Base Aérea Fairchild, Washington.

grande escala desse tipo de combustível ao vasto suprimento do *DoD* não resulte, inadvertidamente, em água contaminada, geração de gás explosivo próximo à milhares de dependências de distribuição e armazenagem ou consequências adversas de operação, devido a degradação micróbica do mesmo.

## Os Impactos Ambientais ao Subsolo

Os sistemas de combustível do *DoD* transportam, com segurança, milhões de galões de combustível de, e a tanques de armazenagem enormes na superfície terrestre e em seu subsolo. Mesmo assim, vazamentos e derrames em todo o sistema continuam a ocorrer, apesar de 100 anos de desenvolvimento tecnológico em armazenagem e distribuição. Cada conexão ao longo de milhares de quilômetros de dutos, cada válvula de controle e cada soldagem em cada um dos tanques são possíveis pontos de vazamento. Esses vazamentos e derrames em tanques de armazenagem, dutos, veículos-tanque e equipamento associado contaminaram o solo e o lençol freático com certa classe de compostos perigosos ao ambiente, denominados hidrocarbonetos aromáticos. Vários, inclusive a benzina, são notórios carcinogênicos.<sup>2</sup> No solo e lençóis freáticos, os níveis de hidrocarbonetos aromáticos, tais como benzeno e outros contaminantes solúveis, bem como contaminantes em forma de vapor são reduzidos, de forma típica, através de processos naturais. A bactéria que ocorre normalmente no subsolo é capaz de transformar os hidrocarbonetos, tais como benzeno, tolueno, etil-benzeno e isômeros de xileno (*BTEX*) e produtos derivados que causam contaminação, tais como o metano em substâncias não nocivas. Algumas bactérias utilizam esses contaminantes orgânicos – às vezes como agente oxidante em combinação com outros – tais como carbono e fontes de energia (i.e., “nutrientes” essenciais a sua sobrevivência e crescimento).

Como demonstram os dados obtidos em campo, a introdução de combustíveis alternativos à mescla de combustível em vazamento

modifica notavelmente a relação ecológica complexa entre a bactéria, *BTEX* e outros contaminantes e oxidantes – aumentando a possibilidade de contaminação do lençol freático. As pesquisas anteriores acerca de tais contaminações com a utilização de técnicas de modelos computadorizados enfocaram-se na habilidade da bactéria em processar os contaminantes *BTEX* na presença de etanol, o combustível alternativo amplamente preferido. Contudo, tais modelos geralmente assumem a presença de oxidantes (oxigênio), em geral não predominantes em locais de vazamento de combustível, resultando em um ponto de vista por demais positivo de que existe adequabilidade ambiental para combustíveis alternativos.<sup>3</sup> A pesquisa recente revela um quadro muito mais inquietante.

Um experimento em campo da Força Aérea Vandenberg, Califórnia, produziu resultado surpreendente quando os pesquisadores verificaram a contaminação da superfície que pode ocorrer da lenta liberação da mescla de gasolina e etanol no lençol freático, como a que resulta devido a vazamento de mescla de etanol/gasolina de tanque de armazenagem, difícil de detectar.<sup>4</sup> O estudo em campo foi projetado para comparar a consequência de compostos *BTEX* com ou sem a liberação conjunta com o etanol. Os pesquisadores levaram a cabo dois experimentos simultâneos em um dos lençóis freáticos na Vandenberg, onde o sulfato serviu de agente oxidante predominante, como é o caso em muitos locais de vazamento no país.<sup>5</sup> Durante um dos experimentos injetou-se água, de forma contínua, que continha pequenas quantidades (de um a três miligramas por litro [mg/L]) da classe *BTEX* com compostos de benzeno, tolueno e ortoxileno durante nove meses. O segundo desses experimentos simultâneos em local adjacente incluía 500 mg/L de etanol com os compostos *BTEX*. Monitoraram-se os níveis de contaminantes *BTEX*, em particular o de benzeno carcinogênico, juntamente com os níveis de agentes oxidantes (especialmente oxigênio e sulfato), produtos de degradação (inclusive o metano) e no caso do segundo estudo, o etanol. Os resultados do primeiro experimento eram esperados, com a coluna

de gás contaminante subterrânea alastrando-se por cerca de quatro meses, após o que a contaminação de benzeno retrocedeu quase por completo, devido a biodegradação causada pela bactéria normal.

O resultado do segundo experimento, em comparação, foi mais impressionante. No segundo local, onde o etanol foi introduzido juntamente com o contaminante benzeno, a área de contaminação expandiu, como observado durante o primeiro experimento. Contudo, a contaminação de benzeno não retrocedeu tanto. Durante o segundo experimento os níveis de benzeno passaram por degradação mais lenta, gerando enorme quantidade de metano, uma vez que a bactéria nativa mudou de atividade em presença do etanol, cuja degradação é mais fácil. Esse fenômeno também ocorreu em tipos de bactéria que utilizam o sulfato como oxidante, o que é mais comum, bem como os tipos de micróbios que podem biodegradar os contaminantes sem um oxidante (alguns produzem metano). Esse resultado comprovou a hipótese de que as suposições do modelo de computador original não se aplicam a todos os casos e que os resultados dos experimentos de campo reais oferecem perspectiva mais útil à capacidade de processos naturais de desintoxicação de compostos em presença do combustível etanol, o mais preferido. O experimento em campo também demonstrou que o etanol pode entrar em degradação, criando quantidades notáveis de metano. Em vazamentos reais com quantidades muito maiores de etanol do que as liberadas durante o experimento, a geração de metano ao redor do combustível derramado criaria enorme infiltração deste gás inflamável no solo. Se o metano em si não for oxidado pelos micróbios nativos já existentes no solo, em certas circunstâncias, os derrames de biocombustíveis podem levar à mesclas de gás explosivo que alcançarão o subsolo de edifícios, infraestruturas subterrâneas ou a superfície.

A adição de etanol ao petróleo parece reduzir o índice de biodegradação de compostos *BTEX* nocivos. Além do mais, os contaminantes persistem durante maior período de tempo, movimentando-se por grandes distân-

cias daquelas antecipadas em modelos anteriores. Em suma, essa descoberta foi irrefutável, dada a prova clara e detalhada de local bastante típico de vazamento. Podemos agora utilizar modelos computadorizados mais eficazes, para extrapolar, projetando os resultados em campo a outros cenários fora dos examinados durante os experimentos. Os pesquisadores do Instituto Tecnológico da Força Aérea [*Air Force Institute of Technology-AFIT*] desenvolveram um desses modelos que incorporava os processos importantes revelados durante os estudos da Vandenberg. As simulações demonstraram o efeito a longo prazo ao se adicionar etanol a combustível. Os pesquisadores utilizaram o modelo para simular dois vazamentos que duraram 30 anos. Um deles somente para o benzeno e o outro para uma mescla de benzeno e etanol. O modelo confirmou os dados do experimento em campo: após 30 anos, a coluna de benzeno com etanol é notavelmente mais longa do que a daquela sem o etanol.

O butanol, um tipo de álcool que é um dos candidatos alternativos a ser adicionado a biocombustível, oferece certas vantagens quando comparado ao etanol. A densidade de energia do butanol é quase equivalente à da gasolina, enquanto a densidade da energia do etanol é 34 por cento mais baixa.<sup>6</sup> Comparado ao etanol, o butanol é menos volátil e corrosivo, possui menor afinidade à água e é compatível às infraestruturas de oleodutos e armazenagem de combustível.<sup>7</sup> O butanol é similar à gasolina, o suficiente, para poder ser “utilizado diretamente em qualquer motor à gasolina sem necessitar de modificações ou substituições”.<sup>8</sup> Baseado em tal fato e levando em consideração o estudo anterior da Vandenberg que examinou os efeitos do etanol no lençol freático, os pesquisadores da *AFIT* levaram a efeito simulações, a fim de investigar o que sucederia se o butanol fosse utilizado como biocombustível. Infelizmente, o uso de suposições que pareciam razoáveis quando os pesquisadores baseavam-se em pesquisa de laboratório e antiga execução de modelo, chegaram à previsão de que o butanol teria impacto ainda mais negativo do que o etanol na consequência do benzeno, o composto em

gasolina mais nocivo.<sup>9</sup> Entretanto, os pesquisadores deviam investigar muitas suposições, a fim de levar a cabo as simulações. Dada a importância do problema, cremos que merece pesquisa em campo em meios geológicos reais para oferecer perspectivas e confirmar ou refinar as suposições do modelo, antes que possamos formular uma previsão mais confiável dos efeitos ao ambiente causados por combustíveis que contém butanol.

## A Probabilidade de Acúmulo de Detrito Biológico [Biofouling]

Além de efeitos subterrâneos, aparentemente o aumento em uso de biocombustíveis resultaria em problemas curiosos mas extremamente importantes em acúmulo de detrito biológico: a deterioração microbica do combustível. As características de combustão dos biocombustíveis assemelham-se de perto às de combustíveis à base de petróleo. Entretanto, são bem distintas em sua composição química.<sup>10</sup> Os biocombustíveis (tais como *biodiesel*) incluem componentes que possuem ambas as características: mais solúveis em água e maior degradação microorgânica. Atualmente, os operadores de dependências de combustível em oleodutos, tanques de armazenagem e caminhões-tanque prestam atenção para evitar o menor contacto possível entre a água e o combustível, devido a possível acúmulo microbico onde existe a mescla de água e combustível. Contudo, é impossível excluir completamente a água de tais sistemas. A simples ventilação atmosférica e a condensação relacionada de fontes de ar úmido são focos de umidade que podem terminar como água em forma líquida nos sistemas de combustível. Baixos níveis de deterioração e acúmulo microbico, que agora ocorrem, são problemas persistentes, às vezes críticos. Provavelmente, não existe sistema (completamente) livre de micróbios e da possibilidade de deterioração.

Embora seja possível que provas práticas típicas não consigam detectar organismos em combustível, durante muitos anos o *AFTT* leva a cabo pesquisa de laboratório e em campo para investigar a qualidade de micróbios. Os pesqui-

sadores do *AFTT* e do Laboratório de Pesquisa da Força Aérea [*Air Force Research Laboratory*] determinaram que não existe um organismo predominante na população coletada de tanques de aviões e que existe, relativamente, pouca sobreposição na composição de populações de micróbios de diferentes regiões geográficas ou tipos de combustível aéreo.<sup>11</sup> Muitas espécies distintas de bactéria e fungo podem metabolizar os componentes do combustível, resultando em notável degradação em qualidade e possível avaria aos componentes do sistema, devido a entupimento e corrosão. Esse fato indica que o problema de possível deterioração possui facetas múltiplas, mas a pesquisa elucidou que os agentes microbicos culpáveis mais comuns permitem melhor percepção em como reduzir o dano à qualidade.

A maior solubilidade de água e degradação de componentes em biocombustíveis magnificam o potencial de acúmulo já documentado em combustíveis convencionais. Os problemas ridículos atuais podem crescer, aumentando em tamanho com o uso cada vez maior de biocombustíveis. A deterioração de dependências de armazenagem e transporte resultariam em dilema importante e caro. A deterioração de aeronaves teria consequências trágicas. Na verdade, no final da década de 50, no mínimo um acidente foi parcialmente atribuído a sistema entupido por micróbios.<sup>12</sup> Felizmente, após o acidente, foi descoberto que o líquido utilizado para descongelar o combustível possuía grande capacidade antimicrobica, eliminando, assim, o problema durante muitos anos. As mudanças em composição (*JP-4* v. *JP-8*) e os descongelantes, devido a inquietude decorrente de toxicidade, talvez ocasionaram a volta da contaminação microbica. O maior uso de biocombustível aumentaria ainda mais a possibilidade de contaminação microbica e deterioração. Sem dúvida, devemos identificar os tipos de micróbios que possuem maior probabilidade de apresentar grandes problemas aos novos combustíveis antes que se torne em situação crítica. Além do mais, a pesquisa deve ser capaz de identificar os melhores meios de minimizar a deterioração de novos combustíveis para as diferentes dependências pertinentes. Por exemplo,

pode ser que os sistemas de alto fluxo sejam relativamente fáceis de manter limpos, simplesmente porque são dinâmicos. O combustível já passou pelos mesmos antes que os problemas tenham tempo de aparecer. Os tanques de armazenagem estática a longo prazo, contudo, como aqueles associados aos sistemas de geradores de energia de emergência, apresentariam sérias dificuldades com contaminação e deterioração.

No mínimo, o uso de biocombustível vai requerer monitoramento mais intensivo e gerenciamento interno mais rigoroso de parte do pessoal encarregado. A prevenção de catástrofe exige empreendimentos que vão além do nível requerido para os de base a petróleo, bem como nova pesquisa, a fim de suprir o conhecimento fundamental para apoiar tais tentativas.

## Recomendações

A pesquisa mais recente indica, de forma clara, que os biocombustíveis apresentam possível ameaça ao solo e lençóis freáticos e os derrames levariam à grande geração de metano, aumentando a persistência de compostos cancerosos no suprimento de água, tais como o benzeno. Além do mais, uma vez que o benzeno e outros contaminantes passam por degradação mais lenta na área de vazamento em presença de biocombustíveis, a coluna de contaminação pode percorrer vastas distâncias antes que os processos biológicos consigam reduzir os níveis de contaminantes. Finalmente, devido ao fato dos biocombustíveis serem mais higroscópicos e biodegradáveis do que os atuais, pode ser que os consumidores e os sistemas de armazenagem e distribuição venham experimentar maior degradação durante as missões, devido a acúmulo de microrganismos.<sup>13</sup> Reconhecemos a urgência em passarmos a utilizar biocombustíveis, mas sugerimos que ao fazê-lo, criamos a necessidade, também urgente, de pesquisa, a fim de obtermos o conhecimento necessário para adaptar as práticas de gerenciamento de combustível e os protocolos de segurança, mantendo os altos padrões de proteção às dependências, equipamento, pessoal e ao am-

biente. Assim, recomendamos as seguintes ações para mitigar possível contaminação de água e solo, bem como acúmulo de microrganismos em sistemas de gerenciamento:

1. Desenvolver tecnologia, a fim de reduzir, monitorar e mitigar vazamentos e derrames, projetando-os especificamente para sistemas de distribuição e armazenagem. Esse processo inclui o aperfeiçoamento de peças e conexões essenciais às dependências de processamento, distribuição, armazenagem e consumo, a fim de assegurar que as fontes de vazamento mais prováveis sejam modificadas para assegurar compatibilidade com a nova mescla.
2. Expandir a pesquisa que fomenta a compreensão fundamental dos efeitos ao ambiente e o potencial de acúmulo de microrganismos.

## Conclusão

Os empreendimentos da Força Aérea em pesquisa e desenvolvimento de plataformas compatíveis, a fim de fazer face às metas do *DoD* em redução de uso de energia, são razoáveis, dada as óbvias vantagens oferecidas pelos biocombustíveis. Contudo, ainda não compreendemos bem as desvantagens. Somente quando os pesquisadores investigaram as suposições dos modelos computadorizados com estudos em campo, em local de experimentos que representavam a situação real na Base Aérea Vandenberg foi que surgiu o potencial de contaminação ambiental. O estudo claramente demonstra que a contaminação por carcinogênicos, tais como o benzeno persistiriam e expandiriam na presença de etanol, desaparecendo em sua ausência.<sup>14</sup> Do mesmo modo, a pesquisa em laboratório do *AFIT* foi elemento crucial para compreendermos o acúmulo de microrganismos em combustíveis à base de petróleo, sugerindo que isso virá a ser ainda mais sério no caso de biocombustíveis. Devido ao fato de que o *DoD* não apoiou outras pesquisas referentes a esses tópicos críticos é imperativo que a Força Aérea investigue o assunto mais a fundo.

No futuro, a liderança irá confrontar uma série de decisões acerca do tipo e mescla de biocombustíveis que as frotas aéreas e terrestres devem utilizar. Atualmente, a Força Aérea leva a cabo pesquisa para facilitar as decisões em certas áreas, tais como a compatibilidade de mesclas de combustíveis alternativos com sistemas de motores e turbinas. Contudo, os pesquisadores ainda não exploraram suficientemente outras questões importantes, tais como as que dizem respeito à inferências ambientais e acúmulo de microrganismos “não óbvias”. No mínimo, a Força Aérea deve apoiar demais pesquisas em campo, a fim de aperfeiçoar a maneira como compreendemos os prováveis efeitos de biocombustíveis no subsolo, a fim de criar oportunidades para o desenvolvimento de novos métodos para monitorar e remediar tais efeitos. A Força também deve continuar a investigar a deterioração microbica e a desenvolver métodos para mitigar a situação. Se o DoD e a Força Aérea forem obrigados a utilizar biocombustíveis antes da conclusão de novas pesquisas, recomendamos a monitoria de certos locais de armazenagem e utilização em muitíssimos maiores detalhes do que o normal, talvez como projeto de “pesquisa aplicada”, a fim de identificar e isolar o significado das questões que acabamos de levantar. Somente após pesquisa em laboratório e em campo bem controlada o DoD e a Força Aérea ficarão cientes da situação, desenvolvendo nova tecnologia que permitiria aos líderes superiores uma tomada de decisão bem mais informada, evitando, assim, surpresas desagradáveis. □

*Base Aérea Wright-Patterson, Ohio  
University of California–Davis  
Base Aérea Fairchild, Washington*

#### Notas

1. Air Force Policy Memorandum 10-1.1, *Air Force Energy Program Policy Memorandum*, 16 June 2009, 6–7, acessado em 13 January 2010, <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf&AD=ADA502661>.

2. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, *2003 TLVs e BEIs: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices* (Cincinnati: ACGIH, 2003), 15.

3. Diego E. Gomez e Pedro J. J. Alvarez, “Modeling the Natural Attenuation of Benzene in Groundwater Impacted by Ethanol-Blended Fuels: Effect of Ethanol Content on the Lifespan and Maximum Length of Benzene Plumes,” *Water Resources Research* 45 (2009): W03409, doi:10.1029/2008WR007159.

4. Douglas M. Mackay et al., “Impact of Ethanol on the Natural Attenuation of Benzene, Toluene, and Oxylene in a Normally Sulfate-Reducing Aquifer,” *Environmental Science and Technology* 40, no. 19 (2006): 6123–30.

5. Todd H. Wiedemeier et al., *Natural Attenuation of Fuels and Chlorinated Solvents in the Subsurface* (New York: John Wiley and Sons, 1999), 213–18.

6. A densidade é igual à energia por volume de unidade.

7. Lawrence P. Wackett, “Microbial-Based Motor Fuels: Science and Technology,” *Microbial Biotechnology* 1, no. 3 (2008): 211–25; e Adriano P. Mariano et al., “Aerobic Biodegradation of Butanol and Gasoline Blends,” *Biomass and Bioenergy* 33, no. 9 (September 2009): 1175–81.

8. Sang Yup Lee et al., “Fermentative Butanol Production by Clostridia,” *Biotechnology and Bioengineering* 101, no. 2 (2008): 210.

9. Capt Khai H. Vuong, “Modeling the Fate of Groundwater Contaminants Resulting from Leakage of Butanol-Blended Fuel,” AFIT/GES/ENV/10-M06 (tese, Department of Systems and Engineering Management, Air Force Institute of Technology, Wright-Patterson AFB, OH, March 2010), acessado em 13 January 2011, [https://www.afresearch.org/skins/rims/q\\_mod\\_be0e99f3-fc56-4ccb-8dfe-670c0822a153/q\\_act\\_downloadpaper/q\\_obj\\_2262ab9b-e4ad-49da-ba4a-43c31778618f/display.aspx?rs=publishedsearch](https://www.afresearch.org/skins/rims/q_mod_be0e99f3-fc56-4ccb-8dfe-670c0822a153/q_act_downloadpaper/q_obj_2262ab9b-e4ad-49da-ba4a-43c31778618f/display.aspx?rs=publishedsearch).

10. Jared A. DeMello et al., “Biodegradation and Environmental Behavior of Biodiesel Mixtures in the Sea: An Initial Study,” *Marine Pollution Bulletin* 54, no. 7 (2007): 894–904.

11. Michelle E. Rauch et al., “Characterization of Microbial Contamination in United States Air Force Aviation Fuel Tanks,” *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 33, no. 1 (2006): 29–36; e Lisa M. Brown et al., “Community Dynamics and Phylogenetics of Bacteria Fouling Jet A and JP-8 Aviation Fuel,” *International Biodeterioration and Biodegradation* 64, no. 3 (June 2010): 253–61.

12. Viola H. Finefrock e Sheldon A. London, *Microbial Contamination of USAF JP-4 Fuels*, Technical Report AFAPL-TR-66-91 (Wright-Patterson AFB, OH: Air Force Aero Propulsion Laboratory, 1966), 1, acessado em 13 January 2011, <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=AD809366&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>.

13. *Hygroscópico* refere-se à habilidade de absorver água do ambiente à sua volta.

14. Mackay et al. “Impact of Ethanol,” 6123–3



# Combustível *Jet Propellant 8* ou Combustíveis Alternativos: A Perspectiva do Ciclo-de-vida

TENCEL PETER P. FENG, PE, PHD, USAF  
MAJ WAYNE C. KINSEL, USAF  
ALFRED E. THAL, PHD  
CHARLES A. BLECKMANN, PHD\*

NO DEPARTAMENTO DE Defesa [Department of Defense – DoD], a Força Aérea é a maior consumidora de combustível de jato, queimando 2,4 bilhões de galões por ano.<sup>1</sup> Devido ao impacto ambiental associado à fontes de combustível não-renovável e inquietudes de segurança nacional acerca da dependência em petróleo estrangeiro, não surpreende o fato de que os Estados Unidos estejam prestando maior atenção a combustíveis alternativos. As estratégias energéticas do DoD e da Força Aérea dirigem-se à necessidade de desenvolver e produzir tais combustíveis. O DoD está empenhado em segurança energética, estabelecendo uma iniciativa que “tenta modernizar a infraestrutura, aumentar a utilidade e conservação de energia, realçar a redução em demanda e produzir maior flexibilidade, economizando, assim, os dólares dos contribuintes e reduzindo emissões que aumentam a poluição e afetam a mudança de clima global.”<sup>2</sup> Tal iniciativa possui os seguintes quatro objetivos:

1. Manter ou realçar a *eficácia operacional*, reduzindo, ao mesmo tempo, a demanda total da força em energia
2. Aumentar a *resiliência* estratégica energética, criando combustíveis e energia alternativa garantida
3. Realçar a *eficácia operacional* e comercial, fazendo com que as considerações e soluções energéticas da instituição façam parte do planejamento e processos comerciais do DoD
4. Estabelecer e monitorar a *métrica* energética em todo o Departamento (grifo no original)<sup>3</sup>

Juntamente com as tentativas do DoD, a iniciativa da Força Aérea exhibe um conceito complementar: “Faturar a Energia em Tudo.”<sup>4</sup> Os três componentes que seguem refletem tal conceito:

1. *Reduzir a Demanda*: aumentar a eficiência, conservando energia e reduzindo o uso, bem como conscientizar os indivi-

\* O Tenente Coronel Feng, Engenheiro Profissional Registrado, é Catedrático Assistente no Instituto de Tecnologia da Força Aérea [Air Force Institute of Technology – AFIT]. Recebeu o Doutorado da Universidade da Califórnia-Berkeley. O Major Kinsel é o Chefe da *Facility Energy Team for Headquarters Air Force Materiel Command*, A6/7 - Comunicações, Instalações e Apoio à Missão na Base Aérea Wright-Patterson em Ohio. Foi o Comandante de Operações de Voo, Comandante de Engenharia de Voo, Chefe de Desenvolvimento da Base e Engenheiro Civil Projetista no grupo de Engenharia Civil da Força Aérea. O Dr. Thal é Catedrático Associado de Gerenciamento de Engenharia no AFIT. Oficial Reformado-Engenheiro Civil da Força Aérea, sua pesquisa inclui inovação, sustentabilidade e gerenciamento de projetos. O Dr. Bleckmann é Catedrático de Gerenciamento Ambiental no AFIT. Sua pesquisa inclui biodegradação e reconciliação de hidrocarbonetos, biodegradação de combustíveis oxigenados, contaminação microbica de combustíveis, teias de aranha como monitores ambientais e alga como fonte de biocombustíveis

duos acerca da necessidade da redução em consumo.

2. *Aumentar a Oferta*: através de pesquisa, provas e certificação de nova tecnologia, inclusive fontes renováveis, alternativas e tradicionais, fazendo com que a USAF desenvolva *novas fontes domésticas* de suprimento.
3. *Mudar Hábitos*: a Força Aérea deve instituir novos hábitos, fazendo com que todos os Militares faturem a energia em tudo que fazem.<sup>5</sup>

Este artigo aborda o segundo componente de nossa estratégia e a perseguição de objetivo específico: “Estarmos preparados, até 2016, a adquirir, através de custo competitivo, 50% dos requisitos de combustível de jato para a aviação doméstica, via mescla de combustível alternativo no qual o componente alternativo é derivado de fontes domésticas, produzido de forma “mais verde” do que os combustíveis derivados de petróleo convencional.<sup>6</sup> Surgem várias questões a respeito. Obviamente, a busca e aquisição de combustíveis “mais verdes” é nobre aspiração, mas como avaliá-los de forma apropriada? Neste contexto, o que significa, realmente, o termo *mais verde*? Como avaliar se certo biocombustível é mais verde do que o *jet propellant 8 (JP-8)* atualmente em uso? A fim de responder a essas perguntas, este artigo utiliza a perspectiva do ciclo-de-vida, uma vez que muitos sistemas modernos são complexos e possuem processos e atividades interdependentes. Assim, este estudo fornece material de referência relevante acerca de biocombustíveis e utiliza a abordagem da Avaliação Econômica do Ciclo-de-Vida de Insumo-Rendimento [*Economic Input-Output Life Cycle Assessment – EIO-LCA*], a fim de comparar o combustível de jato derivado do petróleo (*i.e.*, *JP-8*) com um combustível alternativo derivado de processo de carvão-biomassa-a-líquido [*coal-biomass-to-liquid – CBTL*]. A metodologia *EIO-LCA* compara o potencial do aquecimento [*global warming potential – GWP*] daqueles dois tipos de combustível durante seus ciclos-de-vida completos. Os resultados da *EIO-LCA* outorgam aos líderes da Força a base para avaliar

modos alternativos para colocar em execução a estratégia energética.

## Referência

Antes de apresentar e falar a respeito dos resultados da *EIO-LCA*, o artigo dirige-se a: problemas ambientais associados à queima de combustível; define e caracteriza os diferentes tipos de combustível alternativo, inclusive o combustível alternativo proposto pela Força; e descreve as avaliações dos ciclos-de-vida (*LCA*).

### *Considerações Ambientais*

Os gases estufa [*Greenhouse Gases – GHG*] prendem o calor na atmosfera terrestre. De acordo com Administração de Informação Energética [*Energy Information Administration*], “Esses gases permitem a livre penetração da luz solar na atmosfera. Quando a luz solar toca a superfície terrestre, parte é radiada, uma vez mais, de volta ao espaço em forma de radiação infravermelha (calor). Os gases estufa absorvem essa radiação infravermelha e prendem seu calor na atmosfera.”<sup>7</sup> Alguns *GHGs* ocorrem naturalmente, mas fontes humanas tendem a aumentar os níveis desses gases. O dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e gases fluorados são os gases principais (*GHGs*) que penetram a atmosfera terrestre, devido a atividades humanas, principalmente como o resultado da queima de combustíveis fósseis.<sup>8</sup>

### *Combustível Alternativo*

De acordo com o *DoD*, “o termo combustível ‘alternativo’ é utilizado para diferenciar entre combustível de jato tipo *diesel*, derivado de petróleo cru e combustível sintético produzido de combustível não-cru. Um combustível alternativo deve emular a linha de base das propriedades do combustível, a fim de aumentar a fungibilidade do equipamento militar.”<sup>9</sup> Para receberem certificação, os combustíveis alternativos devem rivalizar as propriedades do *JP-8* (*i.e.*, produzir a mesma quantidade de energia por unidade), a fim de assegurar que não existe degradação em segurança de voo.

O programa de combustível alternativo da Força Aérea busca produzir um combustível de jato à base de hidrocarbonetos que seja 100 por cento “*drop-in*” ou mescla básica para combustível de jato [*jet fuel blend stock*]. O termo *drop-in* indica que o combustível é completamente intercambiável com os combustíveis de aviação agora disponíveis, tanto em desempenho quanto em manuseio, para que não exista qualquer degradação em segurança de voo. Normalmente, uma mescla básica consiste em mescla de 50 por cento de hidrocarboneto (combustível alternativo) e combustível de aviação derivado de petróleo.<sup>10</sup> Independente da situação de *drop-in* ou mescla básica, os combustíveis alternativos normalmente são criados pelo uso de biomassa. Os pesquisadores atualmente investigam três tipos principais de biomassa para produzir combustíveis para veículos terrestres e jatos: açúcares e amidos; gorduras e óleos; e material “lignocelulósico”. O milho é um tipo de amido amplamente utilizado para a produção de etanol nos Estados Unidos. Contudo, não podemos utilizar etanol em combustível de jato, devido a seu baixo ponto de ignição e calor de combustão.<sup>11</sup> Frequentemente produzimos *biodiesel* de triglicerídeos, *i.e.*, gordura de óleos de sementes, um combustível apropriado para veículos terrestres mas não para aeronaves. Finalmente, o painço amarelo é uma biomassa lignocelulósica usada na produção de combustível para aviação. Nossa análise enfoca-se em combustíveis derivados desse tipo de biomassa.

Os peritos ainda debatem se os biocombustíveis são melhores para o ambiente do que aqueles derivados de petróleo. Os que se opõem aos primeiros consideram os mesmos prejudiciais ao ambiente. Por exemplo, Timothy Searchinger, um bolsista da Universidade de Princeton [*Woodrow Wilson School*] estudioso e pesquisador em biocombustíveis, nota que “resultados anteriores” [análises] eram arbitrários, porque enumeravam os benefícios do carbono ao utilizar o solo para a produção de biocombustíveis mas não os custos do carbono, sua armazenagem e o sequestro que se sacrificam quando fazemos uso do solo para esse tipo de produção.<sup>12</sup> Se florestas ou cam-

pinas forem convertidas para a produção de biocombustível, a conversão libera o carbono anteriormente armazenado em árvores e outras plantas na atmosfera.

Aqueles que defendem os biocombustíveis asseveram que a produção de biomassa resultará em créditos de carbono. Bent Sørensen, um pesquisador de biocombustível da Universidade de Roskilde na Dinamarca discorda, alegando que “Searchinger sugere . . . que seria mais erudito explicar toda a assimilação e liberação de carbono em função de tempo, em lugar de considerar a biomassa carbono neutro. Alguns dentre esses mesmos autores recentemente atacaram os ‘biocombustíveis de segunda geração’, calculando que, dentro em pouco serão derivados inteiramente de materiais celulósicos cultivados em terreno marginal.” Sørensen alega ainda que os materiais celulósicos serão provenientes de resíduos de operações de cultivo da biomassa já existentes, que ocorrem ao redor do mundo, sem criar, assim, maiores emissões de carbono.<sup>13</sup>

A nossa análise levou em consideração o fato de que o painço amarelo seria a biomassa para combustível de jato *CBTL*. Em nossa suposição, o painço amarelo provém de solo marginal ou degradado e não se encaixa à categoria descrita por Searchinger de alteração em uso de solo, a fim de produzir a biomassa celulósica.<sup>14</sup> Dessa forma, atribuímos um crédito de carbono à porção do combustível de jato *CBTL* preenchido pelo painço amarelo. De acordo com o relatório do Instituto de Pesquisa da Universidade de Dayton [*University of Dayton Research Institute*], pode-se obter 15 por cento de crédito de carbono de *GHGs* emitido pelo painço amarelo com uma *LCA*, utilizando biomassa para produzir combustíveis de jato *Fischer-Tropsch (FT)*.<sup>15</sup> O processo *FT* converte o monóxido de carbono (CO) e o hidrogênio (H<sub>2</sub>) derivado do carvão, gás natural ou biomassa em combustíveis líquidos, tais como combustível *diesel* ou para jato. O relatório do Instituto de Pesquisa outorga um crédito *GHC* de equivalentes por tonelada de biomassa ao painço amarelo.<sup>16</sup> Essa informação é vital ao se levar a cabo uma *LCA*.

### Avaliação de Ciclo-de-Vida

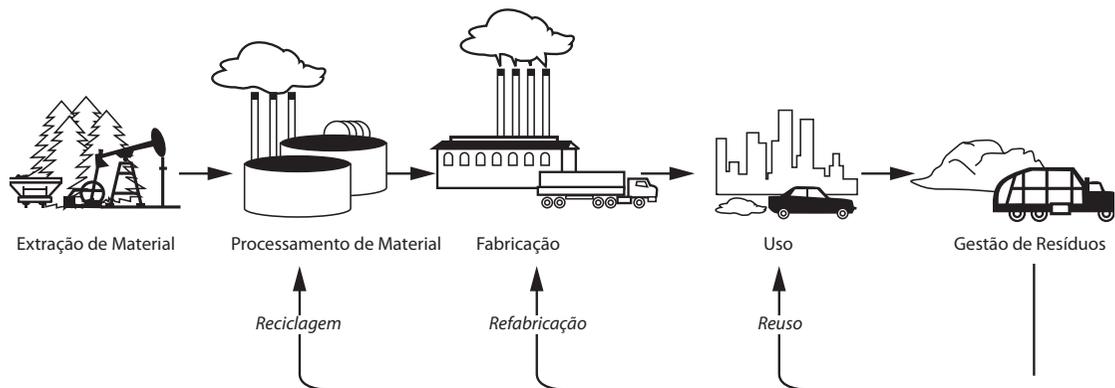
A *LCA* é uma técnica analítica holística para avaliar os efeitos do ambiente através do ciclo-de-vida de qualquer produto, processo ou atividade. Em sua forma mais pura, a avaliação inicia com a extração inicial da matéria-prima do solo e termina uma vez que toda a matéria regressa, uma vez mais, ao solo. Normalmente denominada de abordagem de berço-ao-túmulo, o ciclo-de-vida inclui cinco fases (fig. 1). Esses tipos de abordagens de ciclos-de-vida “ajudam-nos a encontrar meios de gerar a energia que necessitamos sem esgotar a fonte e sem liberar gases-estufa que contribuem à mudança de clima.”<sup>17</sup>

Dessa forma, os modelos de *LCA* são ferramentas importantes que facilitam métodos para diversos projetos verdes.<sup>18</sup> Também oferecem às autoridades competentes outros dados que facilitam a definição de efeitos ambientais para diferentes atividades e identificam as oportunidades de melhorias. Apesar de grande número de variedades, existem três modelos básicos de *LCAs*. Aqueles baseados em: processo; insumo-rendimento econômico; e híbrido. Geralmente, esses modelos utilizam inventários de emissões e recursos ambientais similares, a fim de determinar a carga de responsabilidade ambiental correspondente a qualquer produto, processo ou atividade. Contudo, consideram-se os mode-

los da *EIO-LCA* os mais vantajosos se o importante é o custo de utilização, fluxo de reação ou rapidez de análise.<sup>19</sup>

## A Avaliação do Ciclo-de-Vida Baseada em Processo

Divide um produto ou serviço em partes menores e traça cada uma à sua origem. Esse tipo de *LCA* oferece impactos ambientais precisos de produto ou serviço. Contudo, dois problemas acompanham tal processo: os limites da análise e os efeitos de circularidade. Devido a dificuldade em se captar todo um processo e todos os sub-processos, os pesquisadores devem exercer muito cuidado ao determinar os limites daquilo que excluirão da análise. O efeito de circularidade significa que leva muita “coisa” para produzir outra “coisa”. Por exemplo, “a fabricação de um copinho de papel requer maquinária de aço. Mas, a fabricação da maquinária de aço requer outra maquinária e ferramentas feitas de aço. A fabricação do aço, em si, também requer maquinária, é claro, também feita de aço. Devemos completar a avaliação do ciclo-de-vida de todos os materiais e processos por completo, antes de avaliá-los individualmente.”<sup>20</sup>



**Figura 1. As fases de avaliação do ciclo-de-vida.** (Reimpresso de publicação do Congress of the United States, Office of Technology Assessment, *Green Products by Design: Choices for a Cleaner Environment* [Washington, DC: Congress of the United States, Office of Technology Assessment, setembro de 1992], 4.)

## Avaliação Econômica do Ciclo-de-Vida do Insumo-Rendimento

Essa abordagem econômica insumo/rendimento [*economic input-output (EIO)*] incorpora dados econômicos do *US Bureau of Economic Analysis* e dados ambientais da Agência de Proteção ao Ambiente [*Environmental Protection Agency*] e do Departamento de Energia [*Department of Energy – DoE*]. O modelo *EIO-LCA* é baseado no modelo *EIO* de Wassily Leontief que conquistou o Prêmio Nobel.<sup>20</sup> De acordo com Chris Hendrickson, um Catedrático de Engenharia da Universidade Carnegie Mellon, Leontief propôs um modelo geral de equilíbrio que requer a especificação de insumos que todo setor econômico necessita de todos os outros setores para produzir uma unidade de resultado. Seu modelo é baseado em suposição que torna perfeitamente claro o fato de que aumentar o rendimento de mercadorias e serviços em qualquer setor requer o aumento proporcional de cada insumo recebido de todos os outros setores. A atual matriz de *EIO* resultante foi calculada para as nações desenvolvidas e muitas economias industrializadas.<sup>22</sup>

O modelo *EIO-LCA* utiliza matrizes *EIO* e dados de consumo de recursos do setor industrial e ambientais, a fim de avaliar os impactos ambientais dos produtos e processos em toda a economia.<sup>23</sup> A abordagem simplifica a natureza complexa de *LCAs*, utilizando formulas matemáticas para converter as transações monetárias entre os setores industriais em impacto ambiental.<sup>24</sup> Os modelos *EIO-LCA* identificam os efeitos ambientais diretos, indiretos e totais, devido a produção e consumo de mercadorias e serviços. Os efeitos totais são a soma de efeitos diretos e indiretos.<sup>25</sup>

## Avaliação de Ciclo-de-Vida Híbrido

Um modelo híbrido integra uma *LCA* baseada em processos à *EIO-LCA*, a fim de produzir dados mais precisos de dado item ou processo; quando a informação não se encontra

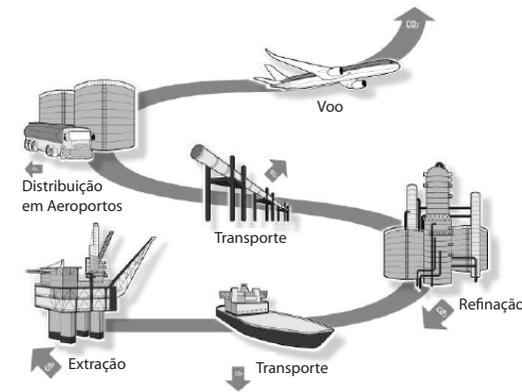
disponível, pode-se utilizar a *EIO-LCA*. Por exemplo, pode-se talvez conhecer o impacto ambiental da fase de uso de um copinho de papel, mas não o impacto da fase de extração. Naquele caso, os analistas empregariam a informação específica para a fase de utilização, empregando, então, o modelo *EIO-LCA* para calcular os dados para as outras fases. Nossa análise empregou um modelo *LCA* híbrido.

## Como Determinar “Quão Verde” é Dado Combustível

O Departamento de Energia relatou, em janeiro de 2009, que os combustíveis *CBTL* podem competir economicamente com os atuais combustíveis derivados de petróleo. Especificamente, um processo *CBTL* utilizando uma mescla de 8 por cento (por peso) de biomassa e 92 por cento (por peso) de carvão produziria combustíveis economicamente competitivos, quando os preços do petróleo cru igualam ou excedem 93 dólares por barril. Além do mais, os combustíveis *CBTL* possuem um ciclo-de-vida de emissões 20 por cento mais baixo do que os derivados de petróleo. Até mesmo se o *CBTL* não for economicamente competitivo, o relatório notou que possui duas vantagens óbvias: (1) emissões *GHC* mais baixas; e (2) pode ser produzido de fontes domésticas, limitando assim, a quantidade de petróleo cru estrangeiro importada pelos Estados Unidos.<sup>26</sup>

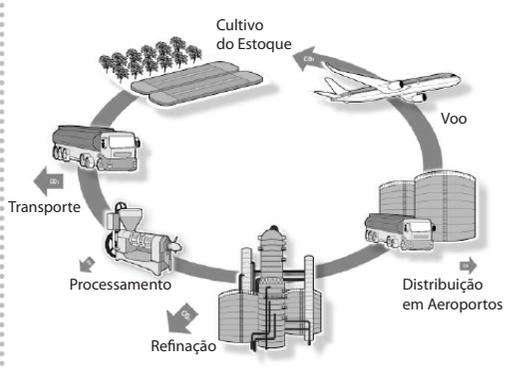
O processo *CBTL* utiliza tecnologia existente para converter o carvão e a biomassa em combustível líquido: gasificação, síntese *FT*, captação e armazenagem de carbono. A gasificação converte o carvão e a biomassa em  $\text{CO}$  e  $\text{H}_2$  uma mescla normalmente denominada *singás*. A síntese *FT* aplica calor e pressão à *singás* em presença de catalisador, tais como cobalto, a fim de criar combustível líquido.<sup>27</sup> O derivado  $\text{CO}_2$  que resulta é captado e armazenado via processo não dispendioso, denominado sequestro de carbono, que promove a acessibilidade econômica do combustível alternativo e emissão de *GHC* mais baixa. O resultante  $\text{CO}$  tóxico é utilizado como combustível para gerar o calor necessário à reação

Emissões de combustíveis fósseis durante o ciclo de vida



A cada estágio da cadeia de distribuição, emite-se dióxido de carbono através do uso de energia em sua extração, transporte, e assim por diante.

Emissões de biocombustíveis durante o ciclo de vida



O dióxido de carbono emitido será reabsorvido à medida que cresce a nova colheita.

**Figura 2. Emissões CO<sub>2</sub> durante o ciclo-de-vida** (Reimpresso sob permissão do *Air Transport Action Group, Beginner's Guide to Aviation Biofuels* [Genebra, Suíça: *Air Transport Action Group, May 2009*], 3, [http://www.enviro.aero/Content/Upload/File/BeginnersGuide\\_Biofuels\\_WebRes.pdf](http://www.enviro.aero/Content/Upload/File/BeginnersGuide_Biofuels_WebRes.pdf).)

química. A Figura 2 demonstra os ciclos-de-vida típicos de combustível de jato comum derivado de combustível fóssil (tais como combustível de jato derivado de petróleo cru) e um biocombustível (tais como combustíveis de jato de biomassa-a-líquido).

Teoricamente, os combustíveis de jato derivados de biomassa resultam em emissões mais baixas de CO<sub>2</sub> durante todo o ciclo-de-vida. O CO<sub>2</sub> absorvido pelas plantas durante a fase de cultivo da biomassa é equivalente, aproximadamente, ao CO<sub>2</sub> liberado na atmosfera durante a queima do biocombustível. Embora os biocombustíveis não sejam “carbono neutros”, pois é necessário a utilização de energia para movimentar o equipamento requerido para cultivar, extrair, transportar e processar a biomassa, a quantidade total de CO<sub>2</sub> liberada na atmosfera pela produção e utilização de biocombustível é, em teoria, muito mais baixa do que aquela liberada por combustível derivado de petróleo ou de outros combustíveis fósseis.<sup>28</sup> O combustível alternativo que analisamos (derivado de processo *CBTL*) não possui o mesmo potencial de carbono-neutro do que aquele derivado inteiramente de biomassa, porque grande porcentagem de combustível derivado do processo *CBTL* é derivado de carvão. Con-

tudo, em teoria, os combustíveis de jato derivados do processo *CBTL* causariam menor impacto ao ambiente do que o *JP-8*, devido a porcentagem de conteúdo de biomassa.

As fases do ciclo-de-vida estudadas em nossa análise incluíram extração de matéria-prima (mineração/agricultura), seu processamento (refinação/*FT*), e o uso de combustível de jato (queima durante o voo) (ver fig. 1). O transporte de material entre essas fases e seu impacto ambiental são captados internamente pela *EIO-LCA* via inter-relações econômicas e incorporados ao *GWP* total dos rendimentos da emissão *GHG* de cada fase. Os autores assumem que os combustíveis de jato *JP-8* e *CBTL* emitem a mesma quantidade total de *GHGs* na fase *LCA* da utilização de combustível de jato. De acordo com Administração de Dados Energéticos [*Energy Information Administration*], o total de *GWP* dos *GHGs* emitidos durante a fase de utilização é, normalmente, 84 por cento do *GWP* total dos *GHGs* emitidos durante o ciclo-de-vida total de combustíveis de jato derivados de querosene.<sup>29</sup> Levamos em consideração o fato de que a fase de disposição final não existe, uma vez que a aeronave queima o combustível e nada resta a descartar após o gasto da fonte de energia.

Necessitamos apresentar certas advertências, referentes ao modelo analítico híbrido. A base de dados *EIO-LCA* que utilizamos continha dados de 2002, que talvez não reflitam a realidade da economia de 2011.<sup>30</sup> Embora certo número de indústrias ainda utilizem os mesmos processos de 2002, muitas passaram a processos mais eficientes que mudam o índice de impacto ambiental. Por exemplo, a mineração de carvão, em geral, utiliza a mesma tecnologia de 2002, enquanto que os veículos, tais como os novos híbridos são mais eficientes do que os que utilizam combustível padrão.<sup>31</sup> A precisão e abrangência desta base de dados são, assim, incertas, o que se traduz em ambivalência acerca da metodologia *EIO-LCA*. Além disso, o processo *FT* que produz combustível de jato sintético não existia em 2002. Dessa forma, os autores calcularam o custo da produção de combustíveis *CBTL* via processo *FT* para estimar o *GWP* que se deve aos *GHGs*. Apesar dessas incertezas no emprego da *EIO-LCA* para comparar o *JP-8* ao *CBTL*, o processo oferece às autoridades competentes uma estimativa do combustível de jato mais verde.

Para utilizar o modelo *EIO-LCA*, devemos, primeiro, determinar o custo dos recursos requeridos para o produto, processo ou serviço durante a fase do ciclo-de-vida sob avaliação. Durante esse processo, a ferramenta *EIO-LCA* é aplicada à fase de extração da matéria de ambos os combustíveis. Para a fase de processamento de material, o modelo *EIO-LCA* é aplicável somente ao combustível *JP-8*. Não é aplicável ao combustível *CBTL*, porque o processo de síntese do *FT* não faz parte de indústria padrão nos Estados Unidos. Assim, não existe indústria ou setor apropriado para representar essa fase no modelo *EIO-LCA*. Finalmente, não incluímos a fase *LCA* de utilização de combustível de jato para ambos os combustíveis, porque assumimos que os combustíveis possuem o mesmo total de *GWP*.

### **Custos do Combustível JP-8**

O custo total do típico combustível *diesel* resulta da soma de quatro categorias de custos. Ao empregarmos o preço a varejo de 2,80 dó-

lares por galão em outubro de 2010, descobrimos que essas categorias incluíam 17 por cento em impostos, 12 por cento em distribuição e publicidade, 6 por cento em refinação e 65 por cento em petróleo cru.<sup>32</sup> Os autores calcularam o custo associado à extração de matéria-prima e processamento para o *JP-8*. Uma vez que a Força Aérea gastou 6,7 bilhões de dólares em combustível de jato em 2008, calculamos que o custo de extração de matéria-prima (o valor do petróleo cru) e a refinação custaram aproximadamente 4,4 bilhões e 402 milhões, respectivamente.<sup>33</sup> Os setores da base de dados detalhados da *EIO-LCA* que selecionamos para esses custos foram a “extração de petróleo e gás” e as “refinarias de petróleo.”

### **Custos para a Sequência Carvão-Biomassa-a-Combustível Líquido**

O combustível de jato *CBTL* analisado contém 8 por cento (por peso) de biomassa e 92 por cento (por peso) de carvão. Baseados no consumo da Força Aérea de 2,4 bilhões de galões em 2008, para alcançar a meta de “50% do requisito doméstico via mescla de combustível alternativo” (acima mencionado) necessitaríamos de 600 milhões de galões de combustível alternativo.<sup>34</sup> Assim, cerca de 550 milhões desses galões seriam provenientes de carvão e os 50 milhões de galões restantes do painço amarelo. Uma vez que leva aproximadamente meia tonelada curta [equivalente a 907.184 kg] de carvão para produzir um barril (42 galões) de *diesel* e uma tonelada seca [equivalente ao mesmo valor de massa, mas o material sólido é imerso ou suspenso em água, depois é seco à umidade relativamente baixa e consistente (peso seco)] de painço amarelo seco para produzir um barril de combustível *CBTL*, levaria cerca de 6,5 milhões de toneladas curtas de carvão e 1,2 milhões de toneladas secas de painço amarelo para produzir 1,2 bilhões de galões de mescla de combustível de jato.<sup>35</sup> Com o carvão à venda a 42 dólares por tonelada curta, a partir de janeiro de 2010 e o painço amarelo a 53 dólares por tonelada seca, o custo total de extração de matéria-prima é de 273 milhões de dólares e 64 mi-

lhões de dólares, respectivamente.<sup>36</sup> Os setores de base de dados detalhados selecionados para esses custos foram “mineração de carvão” e “todos os demais cultivos.” Como já mencionado, a ferramenta *EIO-LCA* não é aplicável ao processo de refinação. Assim, obtivemos os impactos ambientais do *DoE*.

A fim de determinar o impacto ambiental de cada combustível, somamos os resultados de cada estágio de ciclo-de-vida para cada combustível. De acordo com os resultados do modelo *EIO-LCA*, o *GWP* para o combustível *CBTL* foi 14 por cento mais baixo do que para o *JP-8*, sem levar em consideração o sequestro de carbono. Em outras palavras, o combustível *CBTL* emite *GHGs* 14 por cento mais baixos. Portanto, é mais verde. Entretanto, o *Energy Independence Security Act* de 2007 (*EISA 2007*) requer que o ciclo-de-vida *GWP* do combustível de jato alternativo considerado seja 20 por cento mais baixo do que o *GWP* de combustível de jato derivado de petróleo.<sup>37</sup> Uma vez que descobrimos que o *GWP* do

*CBTL* é somente 14 por cento mais baixo do que a quantidade da linha de base, de acordo com a definição da *EISA 2007*, o *CBTL* sem sequestro de carbono não pode ser qualificado como combustível alternativo.

Também analisamos outros casos que envolvem porcentagens de biomassa variável, com e sem sequestro de carbono. A Figura 3 apresenta os resultados, comparando a porcentagem de biomassa utilizada em *CBTL* com o índice verde do *CBTL* comparada ao do *JP-8*. A linha horizontal nos 20 por cento representa o padrão governamental demarcado pela *EISA 2007*. A pontilhada demonstra os resultados *LCA*, sem levar em consideração o sequestro de carbono (*CCS*), enquanto que a linha sólida demonstra os resultados quando incluímos o *CCS*. A figura comprova que, sem levar em consideração o *CCS* (uma suposição mais conservadora), a quantidade mínima de biomassa a ser utilizada para manufaturar o combustível *CBTL* é de 8–10 por cento. Em todo caso, se levarmos em consideração o

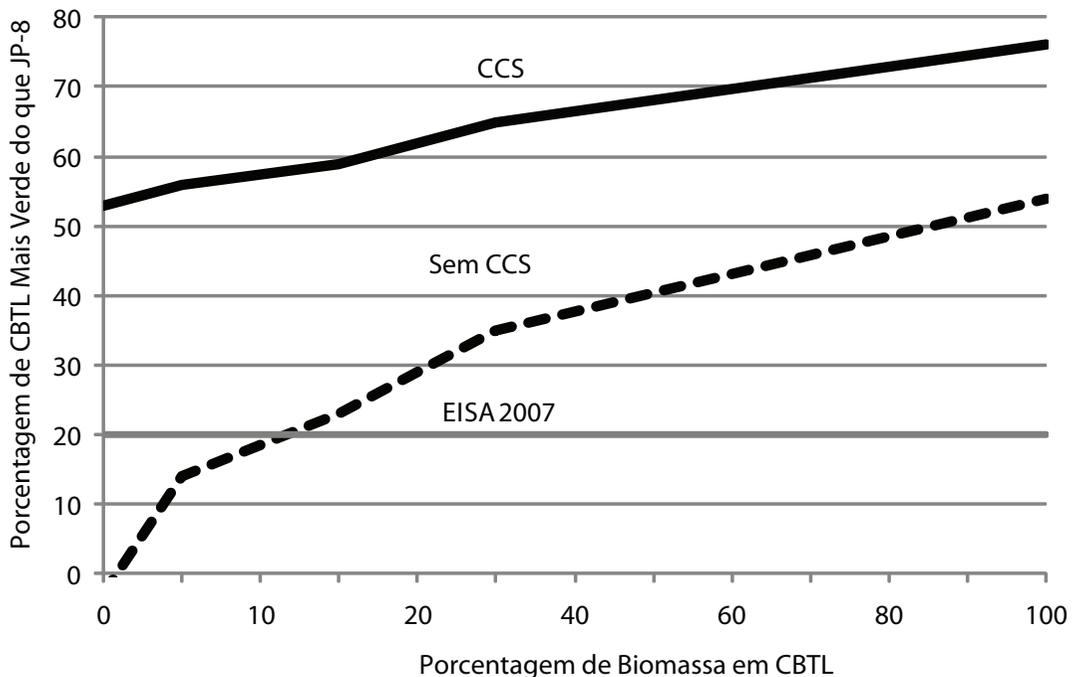


Figura 3. Porcentagem de biomassa de *CBTL* comparada à porcentagem de *CBTL* mais verde do que o *JP-8*

CCS, então todos os combustíveis *CBTL* satisfazem o padrão *EISA 2007*. Em porcentagens mais baixas de biomassa, o uso de *CCS* melhora muito mais o índice verde dos *CBTLs* quando comparado ao *JP-8*.

## Conclusão

Os combustíveis alternativos apresentam ao *DoD* opções para abastecer sua extensa frota de veículos. A Força Aérea adotou os combustíveis alternativos, que satisfazem o objetivo da iniciativa energética da Força (aumentando o suprimento de combustível de fontes domésticas). Contudo, talvez seja difícil determinar o índice verde de dado combustível. As autoridades competentes da Força Aérea devem levar em consideração os combustíveis comparáveis em custo e sustentabilidade. Ademais, os combustíveis devem prestar-se à produção em grande quantidade, possuir um impacto de ciclo-de-vida *GHG* mais baixo do que o combustível de jato derivado de petróleo (i.e., serem mais verdes), e não causarem degradação em segurança de voo.<sup>38</sup> Ao colocarmos em execução uma fonte de combustível alternativo, surgem duas questões. Primeiro, os regulamentos norte-americanos, tais como a demanda da *EISA 2007* onde um combustível alternativo deve possuir um *GWP* total 20 por cento mais baixo do que a linha de base. Segundo, as autoridades competentes requerem um método analítico para avaliar o impacto ambiental do ciclo-de-vida de dado combustível.

Este artigo apresentou um método analítico que os líderes da Força Aérea podem utilizar para determinar o índice verde de dado combustível, comparando-o ao combustível de jato derivado de petróleo produzido de forma alternativa. Como ilustrado na figura 3 (acima), o *GWP* total de todos os casos *CBTL* com e sem *CCS* simples é menor do que o total para o combustível de jato *JP-8*, com exceção de combustíveis de jato com 100 por cento de carvão-a-líquido e sem *CCS*. Assim, de acordo com a análise *EIO-LCA*, o processo *CBTL* produz um combustível de jato mais verde durante todo o ciclo-de-vida. Em consequência, recomendamos que a Força Aérea

utilize esses combustíveis alternativos como descrito na estratégia energética.

Talvez os líderes da Força Aérea e do *DoD* decidam que as vantagens estratégicas de fontes de combustível norte-americanas superam a necessidade de outro *LCA*. Contudo, no mínimo, a Força Aérea deve apoiar maiores pesquisas práticas para aprimorarmos o entendimento do impacto ambiental do uso de combustível alternativo. Além do mais, deve investigar os outros elos na cadeia de suprimento que apoiam os combustíveis para aeronaves (tais como armazenagem) para evitar quaisquer consequências possivelmente adversas, não intencionadas, com o uso de combustíveis alternativos. □

*Força Aérea Wright-Patterson, Ohio*

## Notas

1. Samuel King Jr., "Air Force Officials Take Step toward Cleaner Fuel, Energy Independence," US Air Force, 25 March 2010, <http://www.af.mil/news/story.asp?id=123196846>.
2. Guia do Departamento de Defesa 4170.11, *Installation Energy Management*, 11 December 2009, 10, <http://www.dtic.mil/whs/directives/corres/pdf/417011p.pdf>.
3. Chris DiPetto, "Department of Defense Energy Security Task Force Update," apresentação de diapositivos (Washington, DC: Pentágono, Gabinete do Secretário de Defesa para Aquisições, Tecnologia e Logística [*Office of the Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics*], 18 September 2008), diapositivo 9, [https://1ldr.llnl.gov/2008symp/DiPetto\\_symposium.pdf](https://1ldr.llnl.gov/2008symp/DiPetto_symposium.pdf).
4. Michael A. Aimone, "Eliminating Energy Waste: The Role You Can (and Should) Play" (palestra durante a Conferência da Society of American Engineers Salt Lake City, UT, 2009).
5. Air Force Policy Memorandum 10-1, *Air Force Energy Program Policy Memorandum*, 19 December 2008, 6.
6. Aimone, "Eliminating Energy Waste."
7. "Diesel Fuel Explained: Diesel Fuel Outlook," US Energy Information Administration, 2009, [http://tonto.eia.doe.gov/energyexplained/index.cfm?page=environment\\_about\\_ghg](http://tonto.eia.doe.gov/energyexplained/index.cfm?page=environment_about_ghg).
8. "Oil: Crude and Petroleum Products Explained," US Energy Information Administration, 2009, [http://tonto.eia.doe.gov/energyexplained/index.cfm?page=oil\\_home#tab1](http://tonto.eia.doe.gov/energyexplained/index.cfm?page=oil_home#tab1).
9. MIL-HDBK-510-1, *Department of Defense Handbook: Aerospace Fuels Certification*, 13 November 2008, 10.

10. Tim Edwards, *Biomass-Derived Aviation Fuels*, documento interno (Wright-Patterson AFB, OH: Air Force Research Laboratory, 2009), 2.

11. *Ibid.*, 150. O ponto de ignição é a temperatura mais baixa na qual um líquido inflamável libera vapor suficiente para ignição no ar. Normalmente, o combustível de jato possui um ponto de ignição acima de 60° C, enquanto que o do etanol é abaixo de 20° C. O calor da combustão é a quantidade de energia dada massa de substância libera, em forma de calor, durante combustão completa com oxigênio. O combustível de jato possui calor de combustão acima de 40 (megajoules por quilograma [MJ/kg]) enquanto o etanol, abaixo de 30 MJ/kg.

12. Timothy Searchinger et al., "Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases through Emissions from Land-Use Change," *Science* 319, no. 5867 (29 February 2008): 1238.

13. Bent Sørensen, "Carbon Calculations to Consider," *Science* 327, no. 5967 (12 February 2010): 780–81.

14. Searchinger et al., "Use of U.S. Croplands," 1238.

15. University of Dayton Research Institute, *Characterizing the Greenhouse Gas Footprints of Aviation Fuels from Fischer Tropsch Processing* (Dayton, OH: University of Dayton Research Institute, preparado pela Universidade do Texas em Austin, Center for Energy and Environmental Resources, 2010), 3.

16. *Ibid.*, 28.

17. United Nations Environment Programme, *Why Take a Life Cycle Approach?*, 5th ed. (New York: St. Joseph Print Group, 2004), 5, <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx0585xPA-WhyLifeCycleEN.pdf>.

18. Chris Hendrickson et al., "Economic Input-Output Models for Environmental Life-Cycle Assessment," *Environmental Science and Technology* 32, no. 7 (1 April 1998): 185.

19. *Ibid.*, 187.

20. "Approaches to Life Cycle Assessment," Carnegie Mellon University, Green Design Institute, acessado em 17 março 2011, <http://www.eiolca.net/Method/LCAapproaches.html>.

21. Carnegie Mellon University, Green Design Institute, acessado em 17 março 2011, <http://www.eiolca.net/Method/eio-lca-method.html>.

22. Hendrickson et al., "Economic Input-Output Models," 185.

23. Chris Hendrickson et al., "Comparing Two Life Cycle Assessment Approaches: A Process Model vs. Economic Input-Output-Based Assessment," durante os *Proceedings of the 1997 IEEE [Institute of Electrical and Electronics Engineers] International Symposium on Electronics and the Environment* (San Francisco, CA: IEEE, May 1997), 177.

24. "Approaches to Life Cycle Assessment."

25. *Ibid.*

26. National Energy Technology Laboratory, *Affordable, Low-Carbon Diesel Fuel from Domestic Coal and Biomass*, DOE/NETL-2009/1349 (Washington, DC: United

States Department of Energy, 14 January 2009), vi, <http://www.netl.doe.gov/energy-analyses/pubs/CBTL%20Final%20Report.pdf>.

27. University of Dayton Research Institute, *Greenhouse Gas Footprints*, 34

28. Air Transport Action Group, *Beginner's Guide to Aviation Biofuels* (Geneva, Switzerland: Air Transport Action Group, May 2009), 2, acessado em 1 março 2011, [http://www.enviro.aero/Content/Upload/File/BeginnersGuide\\_Biofuels\\_WebRes.pdf](http://www.enviro.aero/Content/Upload/File/BeginnersGuide_Biofuels_WebRes.pdf).

29. National Energy Technology Laboratory, *Affordable, Low-Carbon Diesel Fuel*, 24.

30. Hendrickson et al., "Economic Input-Output Models," 185. O governo norteamericano compila dados de mais de 400 setores industriais, manufatureiros e de prestação de serviços e determina, via tabela EIO como a economia está inter-relacionada. Esta base de dados fornece a base para o modelo EIO-LCA.

31. "Hybrid Vehicles," US Department of Energy, acessado em 18 março 2011, [http://www.fueleconomy.gov/feg/hybrid\\_sbs.shtml](http://www.fueleconomy.gov/feg/hybrid_sbs.shtml); and "2004 Automotive Fuel Economy Program," National Highway Traffic Safety Administration, <http://www.nhtsa.gov/Laws+%26+Regulations/CAFE++Fuel+Economy/2004+Automotive+Fuel+Economy+Program>.

32. "Coal News and Markets," US Energy Information Administration, 14 March 2011, <http://www.howstuffworks.com/framed.htm?parent=gas-price.htm&url=http://tonto.eia.doe.gov/oog/info/gdu/gasdiesel.asp>.

33. A Força Aérea utilizou cerca de 2,4 bilhões de galões de combustível de jato. Os autores calculam o custo do combustível em cerca de 2,80 dólares por galão.

34. Os 1,2 bilhões de galões consistiriam de mescla de 50 por cento de combustível alternativo e 50 por cento de combustível convencional.

35. Nicholas Ducote e H. Sterling Burnett, "Turning Coal into Liquid Fuel," Brief Analysis no. 656 (Washington, DC: National Center for Policy Analysis, 1 May 2009), 1, <http://www.ncpa.org/pdfs/ba656.pdf>.

36. "Coal News and Markets." O carvão utilizado para manufaturar combustível de jato deveria render um mínimo de 11.000 unidades térmicas britânicas por libra. Ver também Michael Popp e Robert Hogan Jr., "Assessment of Two Alternative Switchgrass Harvest and Transport Methods" (palestra durante a Conferência da Farm Foundation Conference, St. Louis, MO, 12 April 2007), <http://www.farmfoundation.org/news/articlefiles/364-Popp%20Switchgrass%20Modules%20SS%20no%20numbers.pdf>.

37. US Public Law 110-140, Energy Independence and Security Act of 2007, sec. 202, 2007, 1522.

38. Edwards, *Biomass-Derived Aviation Fuels*, 15.



## Veículo Espacial Programável: A Incorporação de Voos Orbitais e Suborbitais Reduz o Custo

CAP THOMAS C. CO, USAF  
DR. JONATHAN T. BLACK\*

**A** UTILIZAÇÃO DO espaço oferece aos Estados Unidos distinta vantagem em todo tipo de batalha. Contudo, cada vez mais, o alto custo das operações espaciais coloca tal posição em risco. Os Estados Unidos foram os pioneiros em grande parte da tecnologia espacial. Entretanto, o declínio de verbas destinadas à pesquisa, ao desenvolvimento e às operações faz com que os velhos sistemas fiquem vulneráveis a adversários em todos os pontos do globo. Outras nações, outrora incapazes de exploração espacial, rapidamente aprendem a contrabalançar a tecnologia norte-americana, a custo surpreendentemente baixo. A fim de reduzir a despesa de colocar em campo e manter uma capacidade espacial potente, o Departamento de Defesa (*DoD*) deve mudar o *status quo* acerca das operações espaciais ou correr o perigo de perder a supremacia. O Comando Estratégico dos EUA [*US Strategic Command*], a Agência Espacial Americana [*National Aeronautics and Aerospace Agency – NASA*], a Agência de Projetos e Pesquisas Avançadas em Defesa [*Defense Advanced Research and Projects Agency*] e a Força Aérea reconhecem como é difícil manter o domínio competitivo espacial com toda a redução de verbas. O Gabinete *Operationally Responsive Space – ORS*, encarregado de preencher a lacuna entre os recursos disponíveis e as necessidades operacionais, prevê progresso mar-

cante. Mesmo assim, devemos expandir o conceito. Este artigo propõe uma abordagem gradativa que multiplicará a redução de custos do programa *ORS*, aumentando a capacidade espacial. Essa abordagem aproveita o potencial dos voos orbitais e suborbitais dos satélites existentes para repetir manobras e executar diferentes missões.

O Gabinete do *ORS* estabelecido em 2007 como iniciativa conjunta de várias agências do *DoD*, procura desenvolver o acesso espacial para missões a baixo custo para satisfazer as necessidades dos combatentes. O acesso ao espaço não é barato. O desenvolvimento e lançamento de veículos constituem a maior parte das despesas espaciais. Ao mesmo tempo, o *ORS* tenta reduzir o custo de componentes para que possamos preparar e lançar um veículo espacial dentro de poucas semanas, a uma fração do presente custo (um centavo por dólar gasto em missões similares).<sup>1</sup> No entanto, o *ORS* concentra-se apenas no rápido preparo dos veículos e lançamentos a baixo custo. Não antecipa veículos espaciais manobráveis com capacidade de mudar de órbita para executar mais de uma missão durante sua vida útil. De acordo com o Dr. James Wertz, o proponente do *ORS*, não se pode chegar a um “[espaço reativo] com os meios já em órbita. É o mesmo que esperar que o adversário entre na trajetória de bala já disparada”.<sup>2</sup> O uso do mesmo satélite para diferen-

\*Capitão Co é doutorando do Instituto Tecnológico da Força Aérea [*Air Force Institute of Technology (AFIT)*], Base Aérea Wright-Patterson, Ohio. O Dr. Black é Catedrático Assistente do Departamento de Aeronáutica e Astronáutica do *AFIT*.

tes missões, com o emprego de técnicas de mudança de órbita não tradicionais, aperfeiçoaria a reação às necessidades dos combatentes, reduzindo ainda mais o custo.

A execução dessa nova abordagem de órbita reativa procederia em quatro fases. A primeira demonstra que certos satélites já em operação conseguem alterar as órbitas notável e eficientemente, com a simples mudança de conceito de operações [*concept of operations* – *CONOPS*]. Já existe equipamento bem testado e conhecido para essa tecnologia. Para isso, é necessário um sistema de propulsão elétrica (propulsores de íons isolados eletromagneticamente ou a efeito Hall) e plataforma de satélites de pequeno porte (500 kg -1.000 kg de peso)<sup>3</sup>. A segunda fase aplica ao satélite forças moderadas de arrasto aerodinâmico, como as que ocorrem na atmosfera exterior, em altitudes que variam de 150 a 700 km acima da superfície terrestre (termosfera).<sup>4</sup> Além do uso de propulsão elétrica, pequena plataforma e novo *CONOPS*, a terceira fase exige veículo que consiga manipular forças aerodinâmicas (similares às do ônibus espacial e às do X-37). Nas atuais naves espaciais, empregam-se esses três componentes de equipamento, individualmente. Portanto, necessitamos apenas de novo *CONOPS* e da combinação precisa de características do veículo para transformar um satélite em órbita em meio espacial manobrável. A quarta e última fase combina manobrabilidade com os conceitos de *ORS* em desenvolvimento. A evolução da primeira fase está em curso, demonstrando o potencial de órbitas reativas. A seguir explicamos como prosseguirão as fases posteriores.

## O Espaço Operacional Reativo

O atual uso do espaço pelos Estados Unidos direciona o programa espacial do *DoD*, que normalmente custa bilhões de dólares. As missões espaciais tradicionais são estratégicas, duráveis (projetadas para ciclos-de-vida de 10 a 20 anos), inflexíveis, onerosas (de 100 milhões a 2 bilhões de dólares), altamente capazes, complexas e de difícil substituição.<sup>5</sup> Essas ca-

racterísticas são inter-relacionadas. Devido a custo considerável de lançamento de naves espaciais, os projetistas desenvolvem sistemas extremamente capazes e confiáveis. Adquirem-se essas características a alto preço e longos ciclos-de-vida. Os sistemas altamente capacitados, confiáveis e de longa duração devem contar com redundâncias para todos os componentes de funcionamento crítico (quase todo o sistema), o que aumenta o peso, levando a maiores gastos de lançamento. Fica claro que esse ciclo auto-sustentável produz espaçonaves super-capacitadas, cada vez maiores, que custam bilhões de dólares e levam uma década em construção. Esse paradigma é uma característica que define o estilo espacial. A demanda atual de meios reativos a desastres e ameaças imprevistas e de rápida reconstituição exigem novos padrões de aquisição espacial.

As missões espaciais atuais, com frequência, deixam de satisfazer as necessidades dos combatentes. Os sistemas exigem longo período de desenvolvimento para seu aperfeiçoamento e a integração da tecnologia necessária. Até o sistema estar pronto para ser colocado em operação, muitos componentes eletrônicos deixam de ser de ponta. Assim, os engenheiros devem projetar novos componentes. O *DoD* não consegue satisfazer a demanda das operações militares.<sup>6</sup> Os usuários quase sempre aguardam vários anos além da data da entrega original para conseguir, finalmente, tomar posse do novo meio cuja finalidade talvez agora seja diferente. Durante o planejamento da Operação *Desert Storm*, em setembro de 1990, os planejadores perceberam que a capacidade de comunicação via satélite existente (*SATCOM*) não seria suficiente para satisfazer a exigência. Consequentemente, tentaram, às pressas, lançar a aeronave *Defense Satellite Communications System III*. Finalmente, cumpriu-se tal missão a 11 de fevereiro de 1992, mais de um ano após o término da guerra.<sup>7</sup> Os engenheiros produziram um modelo subsequente, o *Wideband Global SATCOM* como sistema comercial *prêt-a-porter*, pois a propaganda anunciava a redução do período de espera no cronograma aquisitivo. Quando o projeto teve início em 2001, o lançamento estava programado para o 4º trimestre de 2003.

Entretanto, o satélite não atingiu órbita operacional até 2008 (após o lançamento a 07 de outubro de 2007), com cinco anos de atraso.<sup>8</sup> Isso causou séria interrupção em comunicações nos teatros dos Comandos Pacífico e Central, resultando em 80% de dependência em meios comerciais a custo mais elevado para os contribuintes.

O *ORS* deseja mudar de paradigma em operações espaciais. Em comparação com essa última metodologia, as missões de *ORS* são táticas, curtas (ciclo-de-vida de um ano), flexíveis (adaptáveis à necessidade da missão, cronograma e à região geográfica), de baixo custo (abaixo de 20 milhões de dólares), especializadas (a nave espacial possui função específica, interagindo com outras para alcançar um objetivo, em geral, tornando o sistema menos vulnerável a ataques), tecnologicamente simples e de imediata substituição.<sup>9</sup> O *ORS* coloca em destaque satélites e veículos de lançamento menores, com rapidez de envio, envio a pedido e rápida disponibilização de recursos aos usuários. Os conceitos em desenvolvimento continuarão a basear-se nas órbitas tradicionais de Kepler, onde cada meio espacial lançado serve apenas um único propósito.<sup>10</sup> Mesmo uma comparação superficial entre a missão tradicional e a *ORS* demonstra que a última é tudo o que falta à primeira.

A abordagem do *ORS* denota grande mudança no estilo espacial norteamericano. Os interessados, em geral, concordam com a vantagem em redução de custo para a missão, elevando a capacidade de reação às necessidades do usuário. Entretanto, o alcance de tais metas é difícil, pois exige persistência, disposição para mudar o equipamento existente, comando e controle, bem como normas de prova. Esperamos que as autoridades competentes reconheçam os benefícios de mudança de estilo, adotando novas regras de transação de negócios, permitindo rápidas mudanças, providenciando a flexibilidade para satisfazer as necessidades do usuário de forma mais rápida e eficiente.

O *ORS* ofereceria benefícios ainda maiores se incluísse o desenvolvimento de pequeno satélite manobrável, de 500 kg de peso, que transportaria combustível suficiente para rea-

lizar manobras múltiplas.<sup>11</sup> Queremos dizer que o veículo realizaria mudança de órbita após completar dada missão, permitindo assim a realização de nova tarefa. Com pequenas alterações em órbitas requeridas, o satélite conseguiria manobrar 15 vezes ou mais.<sup>12</sup> Uma manobra reduziria o número de lançamentos em 50% e três manobras em 75%. Apesar da redução de custo para o *ORS* em equipamento e provas, os lançamentos continuarão a ser onerosos, especialmente se utilizarem novo satélite para cada tarefa. Portanto, um satélite manobrável com capacidade de desempenhar múltiplas tarefas seria bem menos dispendioso do que a versão do *ORS*.

## O Uso de Meios Manobráveis para Satisfazer a Necessidade dos Usuários

Se tudo correr bem, o *ORS* apresenta um único veículo de baixo custo lançado sob demanda à órbita adequada, em questão de horas após receber a solicitação. Esse conceito, a longo prazo, possui a data-alvo de 2020. Supondo que tal veículo exista e que a capacidade de lançamento e o setor de controle terrestre estejam em funcionamento, a perene escassez de recursos disponíveis para satisfazer as necessidades operacionais do usuário rapidamente esgotaria qualquer capacidade de produção disponível, impossibilitando assim, um sistema verdadeiramente de pronta reação. Tal capacidade não se limita ao segmento espacial. Os lançamentos rápidos também aperfeiçoariam a prontidão em satisfazer as necessidades de qualquer novo usuário. O lançamento rápido de acréscimo ou reposição de espaçonaves seria a manutenção de habilidade específica. Atualmente, a produção de espaçonaves segue um conceito de lançamento agendado, mas veículos de pronta reação devem ficar de prontidão para lançamentos sob demanda. Uma alternativa eficaz à essa última abordagem requer a manutenção de estoque de reserva de equipamento de guerra, bem como espaçonaves e veículos de lançamento associados em seus devidos locais.<sup>13</sup>

O conceito de *ORS* baseia-se em habilidade de rápido lançamento, de inventário disponível para reagir às crises que surgem. Isso exigiria o lançamento e posicionamento de satélite, hoje, para monitorar uma área no Pacífico devastada por *tsunami* e, amanhã, para compilar dados secretos acerca de insurreição camponesa na Ásia Central. Tal capacidade requer equipamento extra disponível para lançamento e operação dentro de poucos momentos. No entanto, em futuro próximo, as exigências operacionais continuarão a superar por demais a proporção em que podemos colocar em campo novos meios para satisfazer essas necessidades. Como demonstram os cenários mencionados anteriormente, a capacidade militar diminui rapidamente, devido a apoio a novos sistemas operacionais terrestres e aéreos que exigem considerável largura de banda para a transmissão de dados entre as forças destacadas à áreas de conflito e os centros de comando. A fim de estabelecer capacidade de reação (empregando o inventário disponível), necessitamos de diferente abordagem.

Ao complementarmos o projeto *ORS* com a habilidade do veículo espacial em manobrar órbitas não tradicionais (ou sem precedência) reduziríamos a pressão em manutenção de ritmo operacional acelerado, diminuindo a capacidade necessária para satisfazer os usuários. A manobrabilidade permitiria a único satélite lançado à baixa órbita terrestre mudar de perfil orbital suficientemente e com prontidão, a fim de reagir a múltiplos eventos mundiais ou de acordo com os requisitos dos usuários. Com isso, a vida útil do satélite em órbita seria menos de um ano, o atual ciclo-de-vida normal do *ORS*, dependendo do número de tarefas realizadas pelo recurso. Ao permitirmos que um só veículo satisfaça a demanda de vários usuários, diminuímos consideravelmente a necessidade de múltiplos lançamentos, reduzindo o custo em milhões de dólares por veículo.

Especificamente, esse tipo de órbita proposto, sem precedentes, empregaria as forças aerodinâmicas da atmosfera terrestre para alterar os parâmetros orbitais. Com o uso da tecnologia simples, desenvolvida durante a época do *Gemini*, *Mercury* e *Apollo*, projetaria-

mos um veículo espacial para reentrar a atmosfera, utilizando ascensão e arrasto para mudar de órbita, alterando a rota, velocidade e altitude de voo.<sup>14</sup> Em essência, a espaçonave orbital é semelhante à suborbital. Comportase como aeronave quando passa pela atmosfera. Baseando-nos em múltiplos perfis de reentrada simulada, utilizando as equações de movimento fornecidas pelo Ten Cel Kerry Hicks, um veículo projetado com suficiente capacidade de ascensão consegue realizar manobras semelhantes às de aeronave, como ascensão, mergulho e rotação.<sup>15</sup> Essa porção não-kepleriana do perfil de voo, não só permitiria mudança de órbita (a linha imaginária que a órbita do satélite traça na faixa terrestre [*ground tracking*] que se requer para preencher novo objetivo operacional) como também adicionaria certo grau de incerteza aos adversários interessados em rastrear esse veículo. Dessa forma, um adversário poderia ser pego de surpresa com pouco ou sequer aviso prévio anunciando a presença do veículo. A profundidade de penetração atmosférica pelo satélite determina a autoridade de controle dos mecanismos criados para modificar os parâmetros orbitais. Uma penetração profunda mudaria drasticamente a órbita, o que nem mesmo os motores de foguete de combustível líquido, de alta propulsão conseguem fazer, dada a quantidade proibitiva de combustível gasto por essa classe de motores.<sup>16</sup>

Um veículo capaz de ingressar e sair da atmosfera, sem sofrer dano causado pelas forças-G e aquecimento devido a fricção atmosférica, certamente exigiria certas alterações em projeto. Uma vez que o *ORS* tenta mudar por completo a arquitetura e o estilo de operações espaciais é a perfeita oportunidade para fazer com que a ideia dê outro passo à frente, levando em consideração abordagens inovadoras, a fim de aumentar a flexibilidade, com modificações relativamente simples, proporcionando maior retorno pelo esforço despendido. Os efeitos, controles, benefícios e perigos de reentrada são bem conhecidos desde o início do voo espacial tripulado. Com a seleção cuidadosa de características de projeto de certo veículo, podemos aumentar consideravelmente sua capacidade de ascensão e, por-

tanto, a autoridade de controle aerodinâmico para modificar sua órbita. Com isso expandiríamos os limites de voo e aumentaríamos a flexibilidade operacional.

O conceito de veículo manobrável, em grau muito menor para altitudes acima de 150 km, também aplica-se aos atuais satélites operacionais não projetados com capacidade *ORS*. As forças atmosféricas de arrasto desempenham papel em órbitas de satélites a, ou abaixo de 700 km de altitude. O ônibus espacial e a Estação Espacial Internacional sofrem essas forças constantemente e devem combatê-las para prevenir a defazagem orbital. A tecnologia que permite a manobra de satélites está disponível e em uso, mas o *CONOPS* deve mudar (primeira fase). Os motores elétricos de baixa propulsão permitem aos satélites, já em órbita, realizar manobras lentas, precisas e altamente eficientes de manutenção para a estação espacial. O *CONOPS* atual exige que a nave espacial alcance e mantenha a órbita quase que exclusivamente para o resto do ciclo-de-vida do veículo. Já que a maioria das naves espaciais é projetada dessa maneira, não se dá muita atenção ao potencial de voo via propulsão. Quando necessário, esses motores conseguem colocar grandes satélites em órbita, para atender a diferentes teatros terrestres, em caso de sistema geossíncronico, ou alterar o momento de chegada de satélite sobre certo alvo (período de tempo sobre o alvo [*time over target* – *TOT*]) em caso de sistemas a baixa órbita terrestre.<sup>17</sup> Para aproveitar esse potencial, o *CONOPS* deve proceder sob a suposição de que essas naves não são obrigadas, necessariamente, a operar dentro da órbita a que foram inicialmente lançadas. Além disso, quando levamos em consideração a possibilidade de que a atmosfera superior possa alterar a órbita de veículos (mesmo pequenas forças de arrasto induzem à grande mudança), um sistema já em órbita pode manobrar de forma notável para mudar o *TOT* ou localização geográfica, até mesmo sem modificar as características dos veículos (segunda fase).

## O Conceito do Projeto e os Resultados

Pequena mudança orbital afeta a linha imaginária terrestre traçada por satélite. Um meio sem equipamento *ORS* que usa propulsão contínua via motor elétrico durante sete dias consegue alterar a velocidade suficientemente dentro do mesmo plano orbital para produzir uma mudança de 24 horas no *TOT*, modificando o traçado terrestre.<sup>18</sup> A alteração do traçado terrestre é proporcional ao período de espera fornecido para o ajuste da órbita. Em simples palavras, quanto maior o tempo disponível para colocar em operação uma mudança de *TOT*, tanto maior a magnitude da mudança em potencial. A primeira e a segunda fases do programa de pesquisa podem alcançar o resultado quando se modifica um sistema existente do *CONOPS* para permitir manobras que alteram o *TOT*. No entanto, o período de tempo de reação não se compara ao reivindicado pelos sistemas *ORS* em desenvolvimento. Em última análise, um meio de *ORS* é capaz de atingir qualquer ponto terrestre dentro de 45 minutos após o lançamento e apenas nove horas após receber a solicitação inicial da tarefa.<sup>19</sup> No entanto, este objetivo de *ORS* ainda não é realidade. Um recurso espacial atual que consegue fazer manobras durante a órbita, utilizando propulsão elétrica, sem entrar na atmosfera (ou seja, permanecendo acima de altitude de 122 km), pode chegar a qualquer ponto na Terra, em qualquer *TOT* especificado, dentro de sete dias. Em comparação, as simulações demonstram que um meio manobrável projetado com características aerodinâmicas, que utiliza as forças atmosféricas e manobras fora de plano, reduziria o período de tempo necessário para alcançar a órbita desejável em cerca de 75% (ou seja, de sete para cerca de dois dias) como mencionado na terceira fase. Com um pouco de criatividade, podemos combinar as manobras atmosféricas com um satélite *ORS* para fornecer um sistema barato, altamente eficaz, capaz de reagir rapidamente às ameaças que os Estados Unidos enfrentam atualmente.

Um meio de *ORS* é concebido como pequeno e leve satélite capaz de manter a ati-

tude (orientação) e local (manter o posto). Para torná-lo manobrável (quarta fase), poderíamos projetar o satélite com pequeno motor propulsor a impulso (foguetes) ou de capacidade de propulsão elétrica, altamente eficiente (tal como um propulsor a Efeito Hall). A propulsão via impulso permite rápidas, mas, mesmo assim, pequenas mudanças em órbita. A propulsão elétrica contínua, acumulando energia para alcançar órbita estacionária estável, permitindo a repetição do processo. O conceito do projeto envolveria o lançamento de satélite em plano orbital específico para satisfazer as necessidades da tarefa inicial. Após completar a primeira missão, o veículo modificaria ligeiramente a órbita, via impulso, causando o perigeu (ponto da órbita mais próximo à superfície terrestre) para entrar ou “mergulhar” na atmosfera onde o satélite usaria forças aerodinâmicas para mudar o plano orbital e satisfazer as demandas da próxima tarefa. Toda vez que o veículo executa tal manobra, perde energia. As simulações demonstram que quando o nível de energia do satélite mal consegue sustentar o voo orbital, o sistema de propulsão elétrica contínua aumentará tal nível de forma eficiente o suficiente para manter o veículo em órbita. Pode-se repetir tal processo até o satélite ficar sem combustível para o sistema de propulsão. Uma nave espacial equipada com os dois tipos de motores descritos acima (foguetes e elétricos) conseguiria satisfazer as demandas de vários usuários, empregando a tecnologia atual. Porém, o conhecimento de como executar essas manobras eficazmente permanece ainda bem limitado. Esse conceito de projeto tentaria aumentar o número de atribuições de tarefa que o sistema conseguiria executar por um fator de seis em comparação com os meios tradicionais em baixa órbita terrestre equipados exclusivamente com propulsão química (a eficiência [ou quilometragem do combustível] de motores elétricos de baixa propulsão é de cinco a seis vezes maior do que a de motores de alta propulsão). Tal nave realizaria 15 tarefas ou mais, completando assim 15 missões de *ORS* em um só lançamento, reduzindo, de forma notável, o custo projetado da missão.

## Conclusão

O estilo espacial de se colocar em campo sistemas de satélite de grande porte, de alto custo e de capacidade desejável não é sustentável. Não satisfazem as necessidades operacionais dos combatentes norteamericanos ou protegem contra as ameaças de outras nações que exploram o espaço. Assim como a guerra convencional deve adaptar-se às exigências da contrainsurgência atual, o estilo espacial convencional deve adaptar-se ao ambiente espacial atual. As novas iniciativas, tais como *ORS* e a pesquisa mencionada neste artigo procuram fazer exatamente isso.

A fim de expandir o conceito existente de *ORS* devemos empregar uma abordagem gradativa. Na primeira fase, um novo *CONOPS* projetado ao redor de paradigma distinto para os meios espaciais já em órbita forneceria um banco de ensaio para demonstrar a viabilidade de obtenção de mudanças notáveis no *TOT*, usando propulsão elétrica, quando fora da atmosfera. A tecnologia necessária já está em uso, foi bem testada e é bem conhecida. O fato desta fase não requerer o desenvolvimento de novo equipamento, garantiria baixo custo. A segunda fase permitiria maior flexibilidade e maior capacidade de reação às necessidades dos combatentes, incorporando forças aerodinâmicas em órbitas bastante baixas (122 km) criando oportunidades antes inalcançáveis, devido as restrições de veículos e combustível. A terceira fase envolverá o projeto de novo veículo concebido para entrar na atmosfera, executar a mudança orbital desejada e ascender de volta ao espaço. A tecnologia para criar as características mais adequadas do veículo, a fim de aproveitar as forças de ascensão e arrasto também já existe e já passou por muito estudo. Mesmo assim devemos levar a efeito maiores pesquisas, devido as inúmeras possibilidades de mudança de traçados terrestres, a fim de apoiar missões múltiplas. Como proposto, a tecnologia continua pouco compreendida. Esta fase oferece ampla possibilidade para efetuar mudanças orbitais em grande escala, a custo de combustível bastante baixo, aumentando a vida útil de satélites (quando comparado ao mesmo tipo de mudança que

utiliza propulsão química tradicional), permitindo-lhe levar a cabo um número de cinco a seis vezes maior de tarefas do que os satélites operacionais atuais, que não foram projetados para grandes manobras. A fase final expandiria o alcance do *ORS* para incluir capacidade de manobra. Ao permitir que satélites eficazes e de baixo custo executem tarefas múltiplas durante seu ciclo-de-vida útil, reduziríamos o número de lançamentos, criando capacidade suficiente para fazer do *ORS* um sistema verdadeiramente reativo.

A inevitável mudança de paradigma para o programa espacial norteamericano já iniciou. As futuras operações espaciais convencionais devem incluir meios espaciais pequenos, de baixo custo, reativos e manobráveis que podemos projetar e lançar dentro de meses e não décadas.

*Base Aérea Wright-Patterson, Ohio*

#### Notas

1. James R. Wertz, *Responsive Space Mission Analysis and Design* (El Segundo, CA: Microcosm Press, 2007), 4. (Manual que acompanha curso sobre o assunto lecionado pelo Dr. Wertz.) Comparamos o custo de 20 milhões de dólares da missão reativa (lançamento, espaçonaves, carga útil e um ano de operações) aos 2 bilhões de dólares gastos em programas tradicionais (excluindo custos operacionais).

2. *Ibid.*, 5.

3. O Propulsor a Efeito Hall é um tipo de motor de propulsão iônica, na qual campo elétrico acelera o combustível. O propulsor armazena elétrons em campo magnético, usando-os para ionizar o combustível, acelerando os íons de forma eficiente para a propulsão e neutralizando os íons na coluna do gás combustível. Em propulsor Hall, um plasma de elétrons na extremidade aberta do propulsor fornece a carga negativa de atração em lugar de propulsor padrão de íons isolados eletromagneticamente. Ver *Wikipedia: The Free Encyclopedia*, s.v. "Hall effect thruster," [http://en.wikipedia.org/wiki/Hall\\_effect\\_thruster](http://en.wikipedia.org/wiki/Hall_effect_thruster); and "Hall Effect Thruster Systems," Busek, acessado em 2 de março de 2011, <http://www.busek.com/halleffect.html>.

4. A linha que separa a atmosfera terrestre do espaço sideral não é precisa. Os satélites são afetados pelo arrasto atmosférico à altitudes abaixo de 700 km da superfície terrestre. As forças existentes durante a reentrada atmosférica são marcantes a 120 km de altitude. Os satélites atuais não são projetados para suportar tais forças.

5. Wertz, *Responsive Space Mission Analysis*, 7.

6. Em uma série de apresentações de relatório e reuniões entre 2007-9, grupos de trabalho conjunto acerca de banda larga [*Joint Wideband Working Groups*] entraram em debate acerca da capacidade limitada em comunicações militares via satélite oferecida pelos sistemas do *DoD* e como utilizá-la para satisfazer a demanda militar. Os sistemas militares, como o *Global Hawk*, *Predator* e *Blue Force Tracking* necessitam de amplitude de banda de satélite de alta capacidade, flexibilidade e de fácil acesso, o que a frota de satélites da época não conseguiam fornecer. A grande preocupação era a dependência do *DoD* em meios comerciais (80%). Esses grupos de trabalho reuniram-se trimestralmente em diferentes locais, como a Califórnia, Colorado e Flórida. Ver também Greg Berlocher, "Military Continues to Influence Commercial Operators," *Satellite Today*, 1 September 2008, [http://www.satellitetoday.com/military/milsatcom/Military-Continues-To-Influence-Commercial-Operators\\_24295.html](http://www.satellitetoday.com/military/milsatcom/Military-Continues-To-Influence-Commercial-Operators_24295.html).

7. David N. Spiers, *Beyond Horizons: A Half Century of Air Force Space Leadership*, rev. ed. (Peterson AFB, CO: Air Force Space Command in association with Air University Press, 1998), 268.

8. "Wideband Gapfiller System," *GlobalSecurity.org*, 10 April 2005, <http://www.globalsecurity.org/space/systems/wgs-schedule.htm>. O sistema *Wideband Gapfiller* mais tarde (aproximadamente em 2007) foi redenominado *Wideband Global SATCOM*.

9. Wertz, *Responsive Space Mission Analysis*, 7-9.

10. "Kepleriana" refere-se à órbita de satélite em torno de outro corpo governado pela força de gravidade em ausência de arrasto atmosférico ou propulsão.

11. Robert Newberry, "Powered Spaceflight for Responsive Space Systems," *High Frontier* 1, no. 4 (2005): 48.

12. *Ibid.*

13. Les Doggrell, "A Restauração Impreterível," *Air and Space Power Journal* 20. Trimestre 2009): 25.

14. Lt Col Kerry D. Hicks, Introduction to Astrodynamic Reentry, AFIT/EN/TR-09-03 (Wright-Patterson AFB, OH: Graduate School of Engineering and Management, 9 September 2009), 239-41.

15. *Ibid.*

16. "Mars Reconnaissance Orbiter Successfully Concludes Aerobraking," National Aeronautics and Space Administration, 30 August 2006, [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/MRO/news/mrof-20060830.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/MRO/news/mrof-20060830.html).

17. Em 2008, o satélite *WGS-1* deslocou-se de sua latitude de prova de 122,8° oeste a 180° oeste durante a órbita geosincrônica. A nave espacial executou essa manobra de fase [*phasing maneuver*] usando apenas propulsores *Xenon Ion Propulsion System* (de propulsão elétrica). Para debates acerca da mudança do *TOT* para satélites à baixa órbita terrestre, ver Newberry, "Powered Spaceflight," 46-49.

18. *Ibid.*, 48.

19. Wertz, *Responsive Space Mission Analysis*, 9.



# O Preparo da Próxima Geração de Guerreiros Cibernéticos Profissionais

TEN CEL TIMOTHY FRANZ, USAF

**E**M 1924, os líderes do Exército norte-americano enfrentaram o dilema de alocação de fundos com um orçamento bastante restrito, devido as condições fiscais. Conceder prioridade à devida área seria desastroso à outras. Um programa em particular atraiu grande interesse – o Plano Lassiter, projetado para expandir o Serviço Aéreo a um custo estimado em 90 milhões de dólares anuais, o que consumiria mais de um terço do orçamento alocado ao Exército.<sup>1</sup> Atualmente, a Força Aérea e, na verdade, todo o Departamento de Defesa (*DoD*) enfrentam o mesmo tipo de dificuldade. Devido ao clima econômico desfavorável, ao mesmo tempo em que tenta reconstituir a antiga capacidade, o *DoD* encara cortes radicais de recursos financeiros e mão-de-obra. Muitos programas passam por séria redução e, em alguns casos, confrontam a possibilidade de eliminação. A situação é a mesma enfrentada durante a década de 20: Conferir prioridade a dada área resultará em graves consequências à outras. No entanto, assim como o poder aéreo revolucionou as Forças Armadas no início do século XX, a guerra cibernética causará a mudança radical neste milênio.

## Surge o Operador de Guerra Cibernética

O *DoD* atingiu grande progresso durante os últimos cinco anos em desenvolvimento de especialidades para a guerra cibernética. Criamos os especialistas *17D* para oficiais e *oIB4* para os graduados. As outras Forças seguiram o exemplo, estabelecendo carreira similares.<sup>2</sup> Todas iniciaram de forma sólida, identificando a série de habilidades críticas ao campo e os rumos sofisticados e formais da carreira.



No entanto, tais especialidades servem apenas de primeira etapa ao que, inevitavelmente, virá a ser um campo muito mais diversificado de profissionais.

Este artigo explora quatro pontos fundamentais que devemos reconhecer, à medida que o DoD expande o próximo estágio de profissionais dedicados à guerra cibernética. Primeiramente, uma vez que se trata de *jogo de equipe*, exige empenho em formação de ampla gama de profissionais. A seguir, a diversidade ciberespacial gera a necessidade de sistema para identificar e categorizar, de forma mais eficaz, a tecnologia e suas diferentes funções dentro do domínio. Terceiro, devemos expandir a etnologia dos guerreiros cibernéticos profissionais para que possa também abranger a guerra. Finalmente, a capacidade da guerra cibernética varia em termos de sofisticação. Requer meios eficazes para ilustrar tais níveis de perspicácia. Embora o conteúdo e certos exemplos neste artigo baseiem-se na experiência da Força Aérea, seus conceitos transcendem a mesma e são adequados a qualquer organização em processo de estabelecer a capacidade para a guerra cibernética.

## Primeiro Ponto: O Combate Cibernético é Jogo de Equipe

Muitas vezes as pessoas não familiarizadas com a Força Aérea perguntam aos nossos Militares: “você voa o que?”. No entanto, assim como o sucesso das operações aéreas necessita de uma série de recursos e pessoal qualificado, além de pilotos, o sucesso das operações de guerra cibernética depende de muitos outros, além de “operadores”. Na verdade, é necessária toda uma equipe de profissionais cibernéticos, cada qual com sua série de responsabilidades e habilidades para estabelecer, controlar e projetar o poder de combate em todo o ciberespaço. Assim, podemos agrupar esses profissionais dentro de quatro funções distintas. Os operadores de guerra cibernética planejam, dirigem e executam atividades ofensivas e defensivas ciberespaciais. Os técnicos proveem e mantêm as áreas a que foram designados.<sup>3</sup> Os analistas e selecionadores de alvo oferecem o

apoio de inteligência às operações de combate. Finalmente, os produtores projetam e fabricam ferramentas e armas especializadas para este tipo de guerra.

A série de responsabilidades e habilidades difere para cada função, dependendo do tipo de apoio às operações: defensivas ou ofensivas. Quando na ofensiva, os operadores empregam sistemas de armas e ferramentas de guerra cibernética terrestres, aéreos ou lançados de plataformas espaciais. Para manter a eficácia, esses operadores devem estar em dia com a qualificação de prontidão-de-combate (*Combat Mission Ready*) para esses sistemas de armas e dispositivos, bem como de posse de perícia em tecnologia e funções das redes e sistemas adversários. Os técnicos encarregados da defesa mantêm o sistema de armas de guerra cibernética e a infraestrutura de apoio. A responsabilidade varia de instalação e configuração à solução de problemas e conserto de peças de equipamento e programação da plataforma da qual estejam encarregados. Os analistas e selecionadores de alvos combinam os dados de todas as fontes para analisar as redes do adversário e preparar soluções ofensivas de alvos para armas e ferramentas cibernéticas. Assim como os operadores, também devem ser especialistas no emprego prático da rede e dos sistemas pertinentes. Finalmente, os produtores mantêm a habilidade em engenharia e desenvolvimento de programas de computação, a fim de desenvolver novos sistemas de armas, armas e ferramentas, ou modificar os existentes. Da mesma forma, a natureza do trabalho dos produtores exige a manutenção de perícia em tecnologia de alvos em potencial que suas armas e ferramentas são projetadas a impactar.

Para operações defensivas, a série de responsabilidades e habilidade dos guerreiros cibernéticos profissionais difere um pouco. Os operadores encarregados dessas missões defendem e controlam áreas ciberespaciais específicas, o que pode variar de simples rede de área local [*Local Area Network – LAN*], em uma só instalação ou plataforma a bordo de aeronave, à completa rede global. Não obstante o escopo de responsabilidade, os operadores devem ser especialistas em sua completa

esfera de ação e, até certo ponto, em toda a tecnologia que a compõe. Empregam sistemas de armas e ferramentas defensivas e as responsabilidades individuais variam, dependendo do cargo. Os operadores táticos podem controlar os sensores da rede de perímetro para defesa contra tentativas não autorizadas de acesso à mesma, enquanto os encarregados de operações dirigem mudanças dinâmicas de configuração em grande escala, em reação a ataques inimigos. Os técnicos, trabalhando lado a lado com os operadores que defendem a rede, proveem e mantêm as áreas ciberespaciais de que são encarregados. Assim como os operadores, suas funções e responsabilidades variam. Alguns especializam-se em computadores pessoais, enquanto outros em componentes de infraestrutura, como roteadores e comutadores [*routers and switches*]. Qualquer que seja a tarefa, os técnicos devem possuir habilidade em tecnologia e funções em sua área de especialização, operando de acordo com as prioridades da missão e estratégias defensivas estabelecidas para a rede em questão. Os analistas em inteligência apresentam estudos referentes à ameaças antecipadas em apoio às operações defensivas da rede. Combinam todas as fontes de análise de ações técnicas, sociais, econômicas e até mesmo políticas, a fim de recomendar medidas defensivas proativas e, quando necessário, reativas, aos operadores de guerra cibernética. Esses analistas devem demonstrar perícia em capacidade e táticas inimigas, bem como manter o conhecimento da função e tecnologia das redes que protegem. Finalmente, os coordenadores encarregados de operações defensivas possuem competência básica semelhante à dos pares encarregados das ofensivas. No entanto, concentram-se em projetos de sistemas de armas e ferramentas de guerra cibernética que protegem e defendem as redes.

Apesar de todas as Forças militares norteamericanas haverem tomado certas medidas para o estabelecimento de grupos de guerreiros cibernéticos, o empenho para profissionalizar as funções de técnico, analista e coordenador, até agora, foi tentativo. Como antigamente, quando os líderes tentaram, de forma deliberada, transformar mecânicos de

caminhão em pessoal de manutenção de avião e os agentes do serviço secreto em especialistas em seleção de alvos aéreos, devemos também entrar em ação para treinar profissionais em guerra cibernética se quisermos estabelecer uma força de combate superior.

## Segundo Ponto: A Diversidade Ciberespacial

O ciberespaço engloba vários tipos de tecnologia configurados em redes que desempenham ampla variedade de funções. Embora não exista definição universalmente aceita para ciberespaço, a maioria dos especialistas concorda que sua abrangência é extensa e inclui uma infinidade de sistemas em rede, desde as administrativas mais comuns (*LAN* residencial ou comercial) até comunicações a longa distância, baseadas no espaço, bem como sistemas de controle complexos para meios de infraestrutura crítica. Um exame mais minucioso revela diferentes tecnologias (sistemas operacionais, padrões de procedimento em comunicações, aplicativos, etc). Além disso, observamos que a tecnologia nem mesmo pertence exclusivamente a dada rede. Pelo contrário, o mesmo tipo de tecnologia pode permear diferentes redes, com aplicações distintas para cada uma. Por exemplo, pode-se instalar uma rede baseada em *Microsoft Windows* e *Internet Protocol (IP)* de maneira a funcionar como serviço bancário ou sistema de controle de fabricação. Em outras palavras, uma só tecnologia possui múltiplas aplicações práticas.

Para defender uma rede de forma eficaz, a equipe deve entender a tecnologia que a compõe e a função que desempenha (a missão que apoia). Embora a composição de um sistema de controle industrial comparada à rede do centro de operações aeroespaciais [*Air and Space Operations Center – AOC*] possa exigir perícia em tecnologia similar, o primeiro possui composição, missão e esquema de priorização completamente distintos do segundo (i.e., função). Em função ofensiva, a equipe deve compreender a tecnologia do sistema-alvo, bem como sua função. Por um lado,

compreender a tecnologia permite a seleção de arma ou tática correta para obter acesso, expandir privilégios, extrair dados, degradar os sistemas inimigos e assim por diante.<sup>4</sup> Por outro, compreender a função permite saber como, quando e onde “afetar o alvo.”

Os profissionais atuais (operações ofensivas e defensivas) mantêm especialização em apenas número bastante limitado de redes práticas e tipos de tecnologia. Infelizmente, a ameaça é onipresente. Requer a expansão de habilidades além da capacidade atual. Com relação à capacidade de defesa, as ameaças agora vão além de agressões contra redes administrativas e redes globais comuns. Os ataques atuais afetam infraestrutura crítica, tais como sistemas de controle de tráfego aéreo e Controle de Supervisão e Aquisição de Dados [*Supervisory Control and Data Acquisition System – SCADA*] para o Gerenciamento de Força Elétrica [*Electric Utility-Management*].<sup>5</sup> Em relação à ofensiva, as principais fontes de poder\* contra as quais levaríamos a cabo operações também incluem diversos tipos de redes e tecnologia. Os alvos militares comuns contêm uma variedade de funções fabricadas com uma mescla de diferentes tecnologias: aquelas desenvolvidas por particulares e as disponíveis no mercado, que estão além de nossa perícia ofensiva atual. Para ambas, é razoável supor que o nível de sofisticação da ameaça só irá aumentar com o passar do tempo. À medida que o mundo, a passos lentos, chega à conclusão de que o ciberespaço é o ponto fraco das nações (inclusive o da nossa), os Estados Unidos serão obrigados a ampliar o alcance de sua competência em combate além da potência atual.

Neste momento em que o *DoD* expande a capacidade em guerra cibernética, não podemos simplesmente dizer, indiscriminadamente, que necessitamos de maior número de operadores, técnicos ou analistas de guerra cibernética, do mesmo modo que não podemos dizer que necessitamos de maior número de pilotos, oficiais de sistema de armas ou de

manutenção de aeronaves. O antigo Corpo Aéreo do Exército [*Army Air Corps*] e, mais tarde, a Força Aérea, constataram que piloto algum conseguiria operar todos os tipos de fuselagem.<sup>6</sup> Da mesma forma, profissional de guerra cibernética algum consegue a mesma qualidade de desempenho em todo o ciberespaço. Todo piloto militar apreende os fundamentos de operações aéreas, mas cada um é especializado em sistemas de armas e missões específicas. Devemos exigir de nossos profissionais cibernéticos o mesmo tipo de exclusividade. Embora todos necessitem de fundamentos básicos em dado domínio, cada qual deve especializar-se em plataformas, missões e áreas ciberespaciais específicas. Caso contrário, a aquisição do conhecimento necessário para que dado indivíduo consiga compreender a tecnologia de forma a causar impacto ofensivo ou proteger todas as funções, levaria mais de uma vida.

Uma melhor gestão das capacidades de guerra cibernética exige sistema lógico para identificar e categorizar as funções e a tecnologia ciberespacial. Um dos métodos agrupa a tecnologia e redes práticas, de acordo com características ou utilidade comuns. Como “classes” tecnológicas, um exemplo fácil de entender seria combinar todas as variações do *UNIX* em uma só classe e todos os sistemas baseados em *Windows* em outra. Alguns ou todos os protocolos de vínculo de dados digitais táticos fariam parte de dada classe (por exemplo, *Link 16*, *Link 22*), enquanto o conjunto de protocolos de controle de sistemas (e.g., *MODBUS*, *RP-570* ou *Conitel*) pertenceria à outra.<sup>7</sup> Quanto ao agrupamento de redes práticas, notamos que dois exemplos de “classes” práticas poderiam incluir redes bancárias e de *AOC*. Também teria sentido organizar certas classes de acordo com similaridades geográficas ou padrões da empresa prevalente. Por exemplo, talvez todos os sistemas de controle de fornecimento de água no sudeste dos Estados Unidos sejam semelhantes o suficiente para pertencer à mesma classe,

\*Nota da Redação: *Centers of Gravity – CoG* é um conceito formulado por Carl von Clausewitz, um teórico militar prussiano, apresentado em sua obra *Vom Kriege*. A definição de CoG é “a fonte de poder que fornece força moral ou física, liberdade de ação ou desejo de agir.” Assim a tradução de *Centers of Gravity* neste caso não é: *Pontos de Equilíbrio*, mas sim, *Fontes de Poder*.

ou talvez todas as instalações de produção química construídas por determinada empresa possam compartilhar afinidades de rede de forma razoável para, logicamente, fazer parte de uma só classe. Os exemplos acima não se destinam a solucionar a classificação, servindo apenas para ilustrar o conceito. As classes reais podem muito bem diferir em tamanho e composição. De qualquer forma, o estabelecimento formal de classes lógicas de tecnologia e redes práticas ajudaria a identificar claramente as especialidades e a série de habilidades necessárias. Além disso, a natureza modular de tal estrutura ofereceria diversas vantagens em organização, treinamento e suprimento de recursos para a guerra cibernética.<sup>8</sup> Os pontos a seguir continuam com a ilustração.

## O Emprego de Conceitos: Exemplo de Ofensivo

As “classes” práticas e tecnológicas, se organizadas de maneira inteligente, viriam a ser uma série de habilidades que o pessoal conseguiria dominar em período de tempo razoável, mantendo-se dentro de um programa estruturado de treinamento contínuo.<sup>9</sup> Com os indivíduos sempre atualizados em certo número de classes práticas e tecnológicas, seria possível o fácil agrupamento da equipe apropriada para missões específicas. No exemplo teórico que segue, uma missão ofensiva requer o preparo operacional do campo de batalha contra o sistema bancário do país X. A tecnologia conhecida para esse sistema inclui protocolo baseado em *IP* e tecnologia *Windows 2000*. Dada a informação, os comandantes selecionam a seguinte tripulação para a missão:

- Capitão Ronaldo (operador): perito qualificado em Classe Tecnológica B (baseada em *IP* e tecnologia *Windows/UNIX*). Possui qualificação básica em Classe Prática R (sistemas bancários) e é qualificado em complexo de armas “*Babbage*” (fictício), que inclui recursos projetados especificamente para afetar tecnologia baseada em *IP* e *Windows/UNIX*.

- Cabo João e o Soldado Especializado Pedro (técnicos): mantêm a plataforma de sistema de armas que o Capitão Ronaldo opera. Também ajudam a configurar e a carregar o complexo de armas *Babbage*.
- Tenente Maria (combatente cibernético-analista e selecionadora de alvos): perita qualificada em Classe Prática R (sistemas bancários), conta com especialização em bancos no território do país X e qualificação básica em Classe Tecnológica B (baseada em *IP* e tecnologia *Windows/UNIX*).
- Sr. Pereira (*fabricante* de armamentos): membro da equipe que projetou o conjunto de armas *Babbage*, é especialista em Classe Tecnológica B (baseada em *IP* e tecnologia *Windows/UNIX*).

Ao expandirmos o exemplo, podemos ver como uma estrutura de classe modular teria outra vantagem: a de pares flexíveis para a tripulação. Suponhamos que em missão subsequente a demanda seria a interrupção da produção de produtos químicos do país Y. Os dados secretos indicam que esse sistema utiliza tecnologia semelhante à do sistema bancário do país X. Neste caso, a indústria de produção química inclui servidores baseados em *UNIX* que utilizam protocolos baseados em *IP*. As similaridades aos alvos tecnológicos da missão anterior permitem que o operador, técnicos e o *fabricante* de armamentos permaneçam os mesmos, trocando o analista e o planejador de alvos de guerra cibernética pela perícia mais relevante em redes práticas:

- Capitão Ronaldo (operador): perito qualificado em Classe Tecnológica B (baseada em *IP* e tecnologia *Windows/UNIX*), possui qualificação básica em Classe Prática S (indústria de produtos químicos) e é qualificado em complexo de armas *Babbage*.
- Cabo João e o Soldado Especializado Pedro (técnicos): mantêm a plataforma de sistema de armas que o Capitão Ronaldo opera. Também assistem a configurar e a carregar o complexo de armas *Babbage*.

- Sargento Paulo (analista de guerra cibernética e selecionador de alvos): perito qualificado em Classe Prática S-4 (instalações químicas de produção construídas pela *Sunnybell Inc.*), possui qualificação básica em Classe Tecnológica B (baseada em IP e tecnologia *Windows/UNIX*).<sup>10</sup>
- Sr. Pereira (*fabricante* de armamentos): membro da equipe que projetou o complexo de armas *Babbage*, é especialista em Classe Tecnológica B (baseada em IP e tecnologia *Windows/UNIX*).

Conforme ilustrado, o conceito acima permite identificar e selecionar facilmente a tripulação apropriada para combater redes específicas. No entanto, com o aumento em sofisticação, provavelmente o objetivo das missões será, não só uma única rede prática, mas também uma combinação de diferentes redes interconectadas. Um exemplo mais amplo ilustra como equipes distintas, identificadas através de diferentes classes práticas integram-se para produzir maiores efeitos através de rede que contém uma multiplicidade de classes práticas. Por exemplo, suponhamos que uma missão exija a interrupção das redes de energia elétrica do país Y. A inteligência compilada indica que certo sistema *SCADA* conectado à interface da rede comercial local gerencia a rede elétrica em questão. Além disso, a inteligência também indica que em certo ponto do país uma conexão de frequência de rádio serviria de ponto de acesso àquela rede comercial local (*LAN*).

A perícia necessária para explorar e obter acesso à conexão, circunavegar as defesas da rede comercial local e finalmente afetar o sistema de controle seria esperar demais de um só operador ou tripulação. No entanto, o nosso *conceito de classes* facilita a organização das equipes de forma adequada, a fim de cumprir com a missão. Primeiramente, a equipe qualificada a explorar comunicações de frequência de rádio (talvez de aeronave tripulada ou remotamente pilotada) alcança a faixa de transmissão do país Y, a fim de obter o acesso inicial. Em seguida, outra equipe qualificada em tecnologia e funções de interface da rede comercial aproveita o acesso à frequência de

rádio para obter acesso à rede comercial *LAN*, superar as defesas e insinuar-se pelo sistema de controle. Isso permite que a terceira equipe acesse remotamente o sistema de controle e interrompa o fornecimento de energia. A fim de completar o quadro operacional, pode-se imaginar os recursos aéreos (e.g., veículos remotamente pilotados ou imagens via satélite) fornecendo avaliação de danos da batalha em apoio ao ingresso e egresso da *carga* de ataque aéreo ou de equipe terrestre de operações especiais. Embora esse exemplo possa parecer complicado demais para funcionar, consideremos a complexidade de uma só missão de ataque aéreo. Exatamente como ocorre com as operações aéreas combinadas, as missões de guerra cibernética dessa magnitude eventualmente passarão a ser corriqueiras.<sup>11</sup>

## O Emprego de Conceitos Exemplo de Defensivo

Quando falamos em defesa de rede na Força Aérea atual, na verdade queremos dizer somente a capacidade e forças que defendem as redes *Nonsecure Internet Protocol Router – NIPRNET* e *Secret Internet Protocol Router – SIPRNET*.<sup>12</sup> No entanto, ao cruzarmos o perímetro das diferentes bases aéreas, encontramos muitas outras redes essenciais ao sucesso da missão. Por exemplo, as redes administrativas de apoio à infraestrutura das instalações, tais como sistemas de controle de abastecimento (água, energia elétrica e gás), bem como sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado. As organizações como as forças de segurança e o corpo de bombeiros contam com redes que controlam os sensores de segurança pessoal: alarme e extinção de incêndio; dispositivos de monitoramento químico, biológico, radiológico, nuclear e de explosivos. Outras redes apoiam as operações de campo de pouso, sistemas de radar e conexões de comando e controle (*C2*) aerotransportados.<sup>13</sup> À medida que expandimos as defesas de rede além do *NIPRNET* e *SIPRNET*, o conceito de classes práticas e tecnológicas comprova sua utilidade, identificando com maior facilidade os sistemas que temos a res-

ponsabilidade de defender, bem como organizar a série de habilidades nas quais os ciber-guerreiros profissionais devem receber treinamento.

Como os companheiros da ofensiva, os destacamentos designados à operação e defesa de dada rede devem manter a perícia em certos tipos de tecnologia e classes práticas. No entanto, em lugar de manter o enfoque em tecnologia e funções das redes-alvo, esses destacamentos devem entender as funções e a tecnologia das redes pelas quais são responsáveis em defender. Ao empregar o conceito de classes a dado exemplo, vemos que um dos destacamentos seria designado a operar e a defender redes da classe prática *G*, os sistemas *Patriot Battery*, e outra a defender redes da classe prática *J*, os sistemas de energia elétrica *SCADA*. Assim, esses destacamentos incluiriam pessoal qualificado na classe prática designada, bem como nas classes tecnológicas relevantes.<sup>14</sup>

## Outras Vantagens da Categorização do Ciberespaço

Além da vantagem de treinamento e organização das forças de guerra cibernética, a categorização do ciberespaço em classes práticas e tecnológicas oferece outros benefícios, como a fácil identificação de requisitos de combate. Vamos supor que um comandante combatente [*Combatant Commander – CCDR*] necessite degradar o sistema integrado de defesa aérea [*Integrated Air Defense System – IADS*] *X* do país *Y* ou defender o sistema de controle aéreo *Z* norte-americano. Os requisitos, tais como “degradar o *IADS X* do país *Y*” ou “defender o sistema de controle aéreo *Z*” seriam suficientemente claros para determinar as forças convencionais necessárias. No entanto, é difícil traduzir essa terminologia a vocabulário útil para obter e alocar a capacidade de guerra cibernética. A guerra cibernética é um bicho-de-sete-cabeças. Ao colocarmos os imperativos de combate dentro de classes práticas e tecnológicas facilitamos a clara articulação dos requisitos, quando redigimos o me-

morando [que justifica] o objetivo do programa [*Program Objective Memorandum – POM*] às autoridades competentes. Além disso, facilita o trabalho dos planejadores do *CCDR*, quando requisitam o pessoal adequado para a guerra cibernética dentre as Forças Armadas.

A fim de ilustrar o conceito do processo *POM*, podemos imaginar a tradução da tecnologia contida no “*IADS X*” do país *Y* em determinadas classes práticas e tecnológicas. Os insumos ao processo então diriam eficazmente: “Solicitamos novo (ou maior número de) pessoal, sistemas de armas, cursos de treinamento e educação, bem como campos de teste e treinamento para causar impacto em tecnologia específica e redes práticas que compõem o *IADS X* do país *Y*”. Se eliminarmos essas faltas de conexões, conseguiremos apoiar os requisitos do *CCDR*, causando impacto no *IADS X*. Ao articularmos, claramente, os requisitos de guerra cibernética no *POM*, a chance de passar o escrutínio dos comitês de financiamento, melhora. Além disso, ao vincular esses requisitos às necessidades do *CCDR*, identificamos áreas de risco se determinados programas não forem financiados (i.e., se deixarmos de financiar o desenvolvimento de capacidade de guerra cibernética para afetar o *IADS X*, os *CCDR* devem assumir o risco nessa área ou satisfazer a demanda com o uso de outras capacidades). Obviamente, esse exemplo é demasiado simples. Os exemplos da vida real provavelmente serão muito mais complexos, uma vez que qualquer uma das classes tecnológicas poderia permear várias classes práticas que, por sua vez, satisfazem grande número de requisitos do *CCDR*.

A habilidade de identificar com maior facilidade os requisitos de guerra cibernética também seria útil aos planejadores do *CCDR*, quando designam capacidades em documentos de solicitação de “forças para devido fim”, ao requisitar recursos para operações de contingência em mensagem solicitando avaliação, ou quando desenvolvem força de duração gradativa e dados de destacamento.<sup>15</sup> Atualmente, esses documentos identificam, de forma genérica, os profissionais de guerra cibernética. No entanto, em certo momento, não será sufi-

ciente designar tarefas a “ciberoperador”. Por exemplo, o indivíduo especializado em sistemas telefônicos não servirá para um *CCDR* que esteja à busca de perito em *SCADA*.

Não existe, agora, um sistema lógico formal para classificar grupos tecnológicos e funções ciberespaciais.<sup>16</sup> No entanto, será necessário, se desejarmos organizar, treinar e suprir, de forma eficaz, a guerra cibernética futura.

### **Terceiro Ponto: A Necessidade de Estilo de Combate**

A Força Aérea outorgou novo título e distintivo aos guerreiros cibernéticos, mas seu estilo profissional deve mudar se quisermos transformá-los em combatentes daquela guerra que visualizamos para o futuro. Infelizmente, vários obstáculos retardam a habilidade de criar um verdadeiro estilo de combate dentro desse clique. Em primeiro lugar, a maioria desses profissionais é proveniente dos campos de informática e comunicações. Como tal, seu enfoque principal é em manter comunicações ininterruptas, não em entender completamente as missões apoiadas por toda conexão ou nó. Por conseguinte, esses especialistas só conseguirão compreender, de verdade, o impacto à missão causado pela perda de um elo ou nó, quando a perda ocorre e os usuários começam a reclamar. Outro obstáculo em estilo é em como definimos o combate cibernético. Por exemplo, no momento limitamos a “defesa” cibernética exclusivamente à detecção de intrusos nos pontos de demarcação da rede, descobrindo programas maliciosos internos e “bloqueando” o que encontramos nos portais de entrada aos sistemas, pontos de prestação de serviços, ou dispositivos de segurança da rede [*firewalls*].<sup>17</sup> Os defensores cibernéticos necessitam de maior familiaridade com a gama completa de ameaças hostis aos sistemas de informática e maior habilidade de combate contra agressões provenientes de tais ameaças. O atual estilo profissional dos guerreiros cibernéticos deve evoluir, de prestador de serviço a aquele que oferece o equilíbrio

entre serviço, segurança e conhecimento de ameaças, tudo em nome de garantia da missão.

Para fomentarmos o “estilo de combate” entre esses profissionais devemos mudar a mentalidade. Em modo ofensivo, ela é mais natural, devido ao tipo da missão. No entanto, em defensiva, tal perspectiva exige esforço extra. As redes apoiam missões específicas. Não se pode defender uma rede de forma adequada, sem conhecer a missão que apoia, bem como a ameaça que a coloca em situação de risco. Infelizmente, o estilo de ser da área de comunicação, normalmente coloca maior ênfase na condição salutar e disponibilidade de rede e não na missão, que é a sua *razão de ser*. Necessitamos, mesmo, é de defensores cibernéticos que sejam especialistas em tecnologia dedicada à rede. Também devem ser peritos nas missões que apoiam, na maneira como colocam as mesmas em foco de prioridade e como a degradação ou perda de certas áreas da rede afeta a missão (antes que isso aconteça). Além disso, os defensores devem conhecer o inimigo: entender o escopo da ameaça; capacidades e limitações; táticas comuns, técnicas e procedimentos [*Tactics, Techniques, and Procedures – TTP*]; as tendências históricas e atuais; e o fato de que as motivações principais são fundamentais ao preparo, priorização e determinação do curso a tomar em reação à ameaça. Somente após compreender por completo, a missão e o adversário podemos até mesmo começar a defender eficazmente e, em última instância, assegurar as missões que ocorrem dentro e através do ciberespaço.

As ações defensivas de combate em guerra cibernética consistem em preparativos para o ataque, a reação ao mesmo e finalmente, a recuperação. Os preparativos requerem estabelecer e proteger a rede. Os fundamentos, tais como os planos minuciosos de defesa, mecanismos de garantia de dados e firme *C2*, fornecem tal base. A distribuição de sensores, externos e internos que detectam, erradicam e bloqueiam ameaças, completam os preparativos. A reação a ataque quer dizer a luta durante todo o período de tempo da agressão. Isso quer dizer colocar em execução conceitos como controles de configuração dinâmica

(e.g., endereços *IP* durante períodos de guerra, salto de frequência, substituição de equipamento físico e virtual com o sistema em operação), técnicas de dissimulação ativa (i.e., sedução [*honeynets*]) e uso de nomes de provedores deliberadamente falsos.<sup>18</sup> Além disso, esses técnicos devem possuir a capacidade de rápido reenvio de comunicações amigas [comunicações em azul] à rotas secundárias e terciárias no momento de perda de certos elos ou nós, bem como o envio de ataques em vermelho (inimigos) a bicos sem saída. Quando compreendem como a rede apoia as operações de dada missão, os defensores saberão onde e quando podemos tolerar interrupções. Às vezes, sofrer perda ou degradação de parte da rede é preferível se deixa de afetar missões críticas. Se o adversário acreditar que o ataque à rede está tendo sucesso, pode ser que continue a perder tempo e recursos em algo dispensável, permitindo-nos concentrar em outras prioridades. Uma reação de defesa eficaz também requer saber como lutar de forma integrada dentro de toda a rede *C2*, bem como combater de forma isolada. Uma coisa é defender redes com a capacidade de operação e o *C2* completamente intactos. Outra é tentar fazer o mesmo após perder a conexão com o Centro de Segurança de Operações de Rede Integradas, [*Integrated Network Operations Security Center*], com o 624º Centro de Operações [*624th Operations Center*] ou com o *AOC*. Será que ainda poderemos garantir o cumprimento da missão nessa situação? A reação também inclui revidar a ameaça. Os defensores, necessariamente, não executam tais ações diretamente (já que a capacidade ofensiva inclui uma série de habilidades completamente diferente). Essas ações, ao contrário, exigem coordenação através de cadeia de *C2* para permitir que o Centro de Operações ou o *AOC* direcione a reação apropriada, quer seja cinética ou não. Finalmente, o combate inclui atividades de recuperação, como a rápida reconstituição feita de forma priorizada. Os especialistas em guerra cibernética, adequadamente treinados, podem fazer isso de forma eficaz porque entendem a missão, a rede e as prioridades.

## Quarto Ponto: Nem Todas as Capacidades de Guerra Cibernética se Parecem

Defesa cibernética alguma irá repelir todos os ataques e capacidade ofensiva alguma será bem sucedida contra todo adversário. É importante ter em mãos um mecanismo para identificar o nível de sofisticação da capacidade de guerra cibernética se quisermos administrar as expectativas da liderança e definir padrões claros de treinamento. Durante eventos como *Red Flags* [exercícios de treinamento de combate aéreo avançado] ou exercícios da Escola de Armas da Força Aérea [*Air Force Weapon School*], os agressores aéreos empregam tal mecanismo sob a forma de matriz de “réplica de ameaça” para identificar o nível de sofisticação de treinamento das forças Azuis para dado tipo de combate. Por exemplo, será que atuarão com intensidade de ameaça de nível um, que são os modelos mais antigos de aeronaves inimigas e *TTPs* mais básicos, ou de nível quatro, que é a capacidade mais avançada e com os *TTPs* empregados pelos adversários mais sofisticados? Os agressores estão a ponto de colocar em execução matriz de ameaça semelhante para replicar a capacidade do adversário durante exercícios de treinamento. Vamos utilizar esse exemplo para oferecer um conceito capaz de identificar o nível de sofisticação de operações durante guerra cibernética.

A tabela 1 representa uma matriz teórica para identificar o nível de sofisticação de redes amigas na defensiva. A primeira dimensão de nível, intitulada “tecnologia”, reflete a sofisticação da tecnologia usada para operar e defender a rede (para simplificar, a matriz do exemplo demonstra apenas a tecnologia de sistema operacional). Uma rede operando em nível tecnológico *um* pode empregar sistemas operacionais antigos como velhas variáveis *Windows* ou sistema *Sun*. Encontraríamos algo mais atualizado ou de ponta em nível dois, como o *Windows 7* ou *Snow Leopard*. O nível três é um sistema operacional desenvolvido exclusivamente para a Força ou ambiente de computação *confiável*, que pode não estar disponível comercial-

Tabela 1. Níveis de sofisticação para redes em defensiva

Rede Defendida		GRAU DE SOFISTICAÇÃO		
		Um	Dois	Três
Redes Administrativas	Tecnologia	- Sun Operating System / Windows XP / Vista	- Windows 7 / Snow Leopard	- Base de Informática Segura de Próxima Geração / Kylin
	TTP	- LAN Simples / Unpatched	- Defesa Absoluta / Sensores Externos / Internos	- Honeynets / Negação e Dissimulação

mente para o público em geral (por exemplo, *Next-Generation Secure Computing Base* ou *Kylin*).<sup>19</sup>

A segunda dimensão do exemplo, denominada “TTP”, representa a sofisticação das TTPs defensivas empregadas. Por exemplo, o nível *um* identificaria uma rede que utiliza configurações defensivas básicas, típica de LAN de configuração simples, não reconstituído. O nível *dois* seria organizado com abordagem de defesa mais detalhada, juntamente com mecanismos de monitoramento interno ou externo. O nível *três* refletiria as defesas de rede mais sofisticadas que conhecemos, empregando técnicas avançadas como armadilhas [*honeynets*] e táticas deliberadas de negação e dissimulação. Ao combinar essas duas dimensões, dada rede operaria com equipamento de baixo nível (tecnologia de nível *um*), mas com operadores experientes que empregam TTP de nível *dois*. Outra rede portaria equipamento de ponta (tecnologia de nível *três*), mas pessoal com formação defensiva relativamente ineficaz (nível de TTP *um* ou *dois*).

Do mesmo modo, os níveis de sofisticação para a capacidade ofensiva (Tabela 2) identificam os diferentes tipos de tecnologia através

da complexidade do sistema de armas ou das ferramentas empregadas. Por exemplo, a tecnologia de nível *um* consistiria de ferramentas ou armas disponíveis pela *Internet* (ferramentas tipo “*script-kiddy*”), enquanto o nível *dois* utilizaria algo mais sofisticado, como ferramentas ou armas disponíveis comercialmente. O nível *três* refletiria capacidade ofensiva desenvolvida pela Força. Os níveis de TTP para capacidades ofensivas de guerra cibernética vão desde os menos sofisticados, com vetor de ataque de rede altamente detectável, devido a ferramentas e táticas sem sofisticação [*noisy*] e rastreáveis (nível *um*) aos que empregam técnicas avançadas (e.g., dissimulação ativa, operações anônimas altamente camufladas, etc) capazes de produzir efeitos de segunda e terceira ordens (nível *três*).<sup>20</sup>

A identificação dos níveis de sofisticação das forças de guerra cibernética possuem dupla importância. Em primeiro lugar, tais níveis servem para melhor compreender os padrões de treinamento. Em outras palavras, auxiliam os profissionais a identificar o nível de sofisticação em que operam o que, por sua vez, ajuda-os a determinar o patamar que devem atingir, a fim de satisfazer os padrões

Tabela 2. GRAU DE SOFISTICAÇÃO

Alvo Adversário		GRAU DE SOFISTICAÇÃO		
		Um	Dois	Três
Redes Administrativas	Tecnologia	-Em Wild Scripts / Ferramentas	- Mais Complexos / Comerciais a Varejo	- Orgânicos / Governamentais Disponíveis
	TTP	- Pontos Únicos de Presença / Ruidosos / Atribuíveis	- Pontos Múltiplos de Presença / Sem Atribuição	- Efeitos de Orden N / Dissimulação

para fazer frente ou derrotar os adversários conhecidos. A clara verbalização de padrões não apenas demarca os requisitos de treinamento, mas também cria rigor operacional entre as forças de combate. Em segundo lugar, a definição de níveis de sofisticação orienta as expectativas da liderança. Os recursos humanos, financiamento e prazos são três variáveis de investimento que impulsionam o nível de sofisticação de qualquer tecnologia e de *TTP* que adquirimos ou desenvolvemos. As ferramentas, como a matriz exibida, que ilustram o nível de sofisticação da capacidade de guerra cibernética farão com que os líderes possam compreender com maior clareza o que dado investimento consegue adquirir. A menos que aproveitem ao máximo os investimentos, a tecnologia resultante e os *TTPs*, seriam inferiores aos de nível mundial (i.e., nível *três*) e, portanto, menos capazes do que aqueles dos adversários. Ao compreender esse ponto os líderes conseguem melhor visualizar e aceitar o risco ou repriorizar os recursos para atingir o nível de sofisticação desejado.

## Conclusão

Dentro dos últimos 100 anos, o poder aéreo revolucionou as operações militares de tal forma que os líderes mundiais reconheceram a supremacia aérea como essencial à vitória. Nos próximos 100 anos, o mesmo acontecerá com a superioridade cibernética. À medida que o *DoD* aperfeiçoa cada vez mais a capacidade de combate cibernético devemos prestar atenção à várias proficiências para que o sucesso esteja quase ao alcance: estabelecer estratégia para cultivar todos os profissionais de guerra cibernética (e não apenas o operador); formular aquele que consegue identificar e categorizar as funções e a tecnologia ciberespacial; promover um estilo de combate entre os profissionais; e, utilizar um instrumento para ilustrar o nível de sofisticação da capacidade de guerra cibernética. Para abordar alguns deles de forma adequada, necessitaremos, sem dúvida, de grande investimento. No ambiente atual, com a escassez de recursos, quanto será que o *DoD* estará disposto a

investir no futuro da guerra cibernética? Os líderes do momento enfrentam dificuldades similares às confrontadas pelos antecessores em 1924. Naquela época a opção selecionada foi a correta. E nós? O que será que faremos?

## Notas

1. James P. Tate, *The Army and Its Air Corps: Army Policy toward Aviation, 1919–1941* (Maxwell AFB, AL: Air University Press, 1998), 28–34.

2. Henry S. Kenyon, “U.S. Army Ponders Cyber Operations,” *Signal Online*, 15 de outubro de 2009, acessado em 6 de dezembro de 2010, [http://www.afcea.org/signal/articles/templates/SIGNAL\\_Article\\_Template.asp?articleid=2082&zoneid;](http://www.afcea.org/signal/articles/templates/SIGNAL_Article_Template.asp?articleid=2082&zoneid; and) and “General Officer Programs,” Navy Recruiting Command, acessado em 6 de dezembro de 2010, <http://www.cnrc.navy.mil/noru/oroj3/generalofficer.htm>.

3. Outros termos são comumente usados para representar essa função (e.g., “técnico”, “técnico em manutenção”, “especialista”, “comunicador”, etc.). O autor elegeu o termo “técnico” porque parece ser adequado e menos controverso do que os outros.

4. “Escalar privilégios” é vernáculo comum na guerra cibernética para descrever a tentativa de um agressor, a fim de conseguir maiores privilégios na rede, os mesmos direitos de usuário normal e até mesmo de administrador para navegar livremente pela rede.

5. Ver Rose Tsang, *Cyberthreats, Vulnerabilities and Attacks on SCADA Networks*, documento de estudos (Berkeley, CA: University of California, Goldman School of Public Policy, 2009), 5–6, acessado em 20 de dezembro de 2010, [http://gspp.berkeley.edu/iths/Tsang\\_SCADA%20Attacks.pdf](http://gspp.berkeley.edu/iths/Tsang_SCADA%20Attacks.pdf); *Global Energy Cyberattacks: “Night Dragon,”* Comunicado Oficial de McAfee (Santa Clara, CA: McAfee, 10 February 2011), 3, <http://www.mcafee.com/us/resources/white-papers/wp-global-energy-cyberattacks-night-dragon.pdf>; and *Review of Web Applications Security and Intrusion Detection in Air Traffic Control Systems*, Federal Aviation Administration, relatório no. FI-2009-049 (Washington, DC: US Department of Transportation, 4 May 2009), 4–5, [http://www.oig.dot.gov/sites/dot/files/pdfdocs/ATC\\_Web\\_Report.pdf](http://www.oig.dot.gov/sites/dot/files/pdfdocs/ATC_Web_Report.pdf). Os sistemas SCADA são “amplamente usados por companhias de eletricidade, água, gás e outras empresas de serviços públicos para monitorar e gerenciar as instalações de distribuição.” Ver Harry Newton, *Newton’s Telecom Dictionary*, 20th ed. (San Francisco: CMP Books, 2004), 725.

6. Em 1925 o Gen William “Billy” identificou três missões primárias para a força aérea (perseguir, bombardear e atacar). Ver William Mitchell, *Winged Defense: The Development and Possibilities of Modern Air Power—Economic and Military* (New York: G.P. Putnam’s Sons, 1925), 164–71.

Hoje existe mais de uma dezena de missões, inclusive: contra ataque aéreo; ataque estratégico; transporte aéreo; reabastecimento aéreo e inteligência, vigilância e reconhecimento, só para citar algumas. Ver Air Force Doctrine Document (AFDD) 3-1, *Air Warfare*, 22 January 2000, 8–24, <http://www.e-publishing.af.mil/shared/media/epubs/AFDD3-1.pdf>. Em 1921 o número de pilotos na ativa estava abaixo de 900 e cerca de duas dezenas de diferentes tipos de aeronaves em serviço. Ver Tate, *Army and Its Air Corps*, 19; e “Air Corps Development, 1919–1935,” National Museum of the US Air Force, acessado em 13 de fevereiro de 2011, <http://www.nationalmuseum.af.mil/factsheets/factsheet.asp?id=724>. A Força Aérea norteamericana possui atualmente mais de 50 tipos diferentes de aeronaves com mais de 13 mil pilotos. Cada tipo de aeronave possui seu próprio código de especialidade. Ver *Air Force Officer Classification Directory* (Randolph AFB, TX: Air Force Personnel Center, April 2010).

7. Os protocolos definem as regras pelas quais os dispositivos comunicam-se uns com os outros. Consistem em procedimentos e convenções relacionadas a formatação e momentos precisos de transmissão de dados entre dois dispositivos, tratando de assuntos tais como estruturação, gerenciamento de erros, transparência e controle de linha. Ver Newton, *Newton's Telecom Dictionary*, 664.

8. Embora este artigo trate de como o conceito de classes práticas e tecnológicas aplica-se às Forças Armadas, também é aplicável a todos os setores civis e comerciais. Um particionamento lógico do ciberespaço através de linhas práticas e tecnológicas facilitaria o processo de instituições não militares em organizar as próprias redes de forma mais eficaz.

9. Esta declaração relaciona-se também a outras variáveis de treinamento, inclusive quantas classes práticas e tecnológicas um só indivíduo pode razoavelmente manter. Contudo, o conceito básico continua sendo o ponto importante.

10. Para efeitos desse exemplo, a fictícia Empresa *Sunnybell* constrói instalações de produção química em todo o mundo. Sua presença global faz dela boa candidata para possuir sua própria classe prática.

11. O conceito apresentado nesse parágrafo leva à ideia de identificar grupos ofensivos de guerra cibernética baseado em capacidade de afetar tecnologia específica e/ou classes práticas. No entanto, quando se considera a grande quantidade de diferentes tecnologias e redes práticas no ciberespaço, percebe-se que talvez não seja prático colocar fisicamente toda a perícia em um só lugar (é provável que jamais teremos pessoal suficiente para dar a cada destacamento ofensivo seu próprio grupo de perícia analítica em ferrovias, energia elétrica, etc.) Devemos também cogitar no uso de rede virtual de especialização prática se o plano for colocar em execução esses conceitos com sucesso. Por exemplo, talvez um grupo de peritos em dependências para indústrias químicas es-

teja distribuído por todo o País. Contudo, é possível sua interconexão virtual. Isso facilitaria a atribuição desta competência a diferentes grupos em momentos distintos, dependendo da missão em pauta. Isto é, o Grupo *X* é designado a atacar um grupo de produção química em certo dia, enquanto o Grupo *Y* é designado a atacar um grupo de produção química (talvez a mesma, talvez outra) no dia seguinte. No entanto, talvez ambos os grupos compartam a mesma equipe de seleção de alvos qualificada em classe prática *S* (instalações de produção química).

12. A defesa de rede é o emprego de capacidades baseadas em rede para defender os dados amigos que residem na, ou transitam pela rede contra as tentativas do adversário em destruir, corromper ou usurpar a mesma. Ver AFDD 3-13, *Information Operations*, 11 de January 2005, 20, <http://www.e-publishing.af.mil/shared/media/epubs/AFDD3-13.pdf>.

13. Às vezes, alguns desses sistemas conseguem pegar carona na espinha dorsal da conexão *NIPRNET* ou *SIPRNET*. Contudo, seus defensores muitas vezes não estão cientes de sua existência. Na realidade, muitos desses sistemas são operados como redes independentes e, portanto, estão fora da área operacional dos defensores atuais.

14. Esse exemplo usa uma só unidade para ilustrar o conceito do uso de designações práticas e tecnológicas para grupos de guerra cibernética, em uma tentativa de estimular debate mais aprofundado. Na verdade, a extensão e a complexidade de muitas redes talvez requeiram o uso de várias unidades para cobrir todos os aspectos de operação e defesa. O tópico de como estruturar a organização de rede complexa é muito debatido no seio da comunidade ciberespacial e exige considerações fora do escopo deste artigo. No entanto, o conceito geral do uso de designações entre classes práticas e tecnológicas às unidades e pessoal encarregado da operação e defesa de redes é o ponto a salientar.

15. A comunicação do Secretário de Defesa “Forces for Unified Command Memorandum” designa forças e recursos aos comandantes combatentes. Ver Joint Publication (JP) 5-0, *Joint Operation Planning*, 26 de dezembro de 2006, I-26, [http://www.dtic.mil/doctrine/new\\_pubs/jp5\\_0.pdf](http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp5_0.pdf). O CCDR planeja usar mensagens que contêm requisitos de avaliação para solicitar insumos referentes ao curso de ação de unidades subordinadas. Ver *ibid.*, I-15.

16. Apesar de não formalizada, existe uma base na qual podemos estabelecer uma categorização lógica. O conceito foi apresentado pela primeira vez na tese do Maj Timothy P. Franz, “IO Foundations to Cyberspace Operations: Analysis, Implementation Concept, and Way-Ahead for Network Warfare Forces” (tese de Mestrado, Air Force Institute of Technology, March 2007) como “classificações de redes.” Evoluiu a conceito de “classes práticas” e “classes tecnológicas” durante os estágios iniciais do desenvolvimento de 17D/1B4 pelo grupo de trabalho Professional Cyberspace Education Working liderado pelo Quartel-

General da Força Aérea Norteamericana e em seguida pelo Air Force's Cyberspace Technical Center of Excellence no Air Force Institute of Technology. A iniciativa cessou devido a restrições de mão-de-obra, mas a infraestrutura básica ainda existe.

17. O autor reconhece que a situação é mais complicada do que essas ações, mas a sinopse derivada é sólida.

18. *Hot-swapping* físico é o processo de substituir um componente avariado enquanto o resto do sistema continua a funcionar normalmente. Ver Newton, *Newton's Telecom Dictionary*, 400. Considerando que *hot-swapping* refere-se à permuta física de um componente, *hot-swapping virtual* refere-se aqui ao conceito de trocar uma máquina virtual ou alterar dinamicamente o endereçamento lógico em reação ou em preparo para ataque. O autor reconhece que os atuais avanços tecnológicos não apoiam, por completo, o conceito de um *hot-swapping* virtual. A *honeynet* é uma rede criada com vulnerabilidades intencionais que convidam ao ataque para que os defensores possam estudar as atividades e métodos de um agressor e usar essa informação para fortalecer a segurança de rede. Ver "Honeynet," *NetworkDictionary*, acessado em 20 de dezembro de 2010, <http://www.networkdictionary.com/security/h.php>. No contexto do parágrafo, o termo também indica o uso de *honeynets* para deter ou enganar possíveis invasores.

19. Computação confiável [*trusted computing*] é a estrutura de computador travado que garante o aplicativo de programação em operação e que permite que os aplicativos comuniquem-se de forma segura com outros aplicativos e provedores. Ver Mark Dermot Ryan, "Trusted Com-

puting and NGSCB," University of Birmingham School of Computer Science, 2004, acessado em 30 de dezembro 2010, <http://www.cs.bham.ac.uk/~mdr/teaching/TrustedComputing.html>. A Next-Generation Secure Computing Base (NGSCB) é nova tecnologia de segurança para a plataforma Windows da Microsoft, que utiliza equipamento e programação exclusivos para disponibilizar novos tipos de recursos de segurança em computação, a fim de oferecer melhor proteção de dados, privacidade e integridade ao sistema. Ver "Microsoft Next-Generation Secure Computing Base—Technical FAQ," Microsoft TechNet, acessado em 30 de dezembro de 2010, <http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc723472.aspx#EEAA>. Kylin é um sistema operacional desenvolvido por acadêmicos da Universidade Nacional de Tecnologia de Defesa [National University of Defense Technology] da República Popular da China e aprovado para uso pelo Exército de Libertação Popular. Embora a infraestrutura fundamental desse sistema seja, na verdade, uma variável do *UNIX* do *FreeBSD*, para fins deste artigo oferece um exemplo aproximado de sistema operacional protegido por direitos autorais ou desenvolvido por particulares e não disponível ao público. Ver Rohit, "What Is Kylin Operating System?," *Spectrum*, acessado em 13 de fevereiro de 2011, <http://krititech.in/wordpress/?p=138>; e Gerard, "Kylin, a Chinese FreeBSD Based, Secure O/S," *FreeBSD News*, 4 January 2011, acessado em 13 de fevereiro de 2011, <http://www.freebsdnews.net/2011/01/04/kylin-chinese-freebsd-based-secure-os/>.

20. "Noisy" refere-se a vetor de ataque de rede altamente detectável, devido a falta de sofisticação em ferramentas e táticas empregadas pelo agressor.



**TenCel Timothy Franz, USAF** Possui Bacharelado em Ciências da Universidade Central da Flórida, Mestrado em Ciências do Instituto de Tecnologia da Força Aérea [*Air Force Institute of Technology – AFIT*]. Ex-Comandante do *57th Information Aggressor Squadron*, responsável pelo treinamento de pessoal da Força Aérea conjunta e aliados, replicando as ameaças às operações de informática atuais e emergentes. Ex-Chefe do desenvolvimento da Força no *Air Force Cyber Command* (Provisório), onde desenvolveu as estratégias de guerra cibernética e liderou o desenvolvimento da mesma como áreas especializadas da Força Aérea, incluindo o recrutamento relacionado, bem como o ingresso, treinamento e educação e programas de desenvolvimento profissional. Durante sua carreira, foi Comandante de Tripulação de Combate de Mísseis, avaliador, instrutor e Comandante de Voo, bem como analista espacial de operações de informática, especialista em tática, planejador e Chefe de Operações Técnicas Espaciais. Formou-se com distinção da Escola de Oficiais de Esquadrão e do *AFIT*, onde completou sua educação de desenvolvimento intermediário como residente.

# A Capacidade Aérea e a Contrainsurgência

## A Base Apropriada

PAUL SMYTH

**D**ESDE A dissolução do Pacto de Varsóvia, muda também o enfoque principal das forças militares do Reino Unido. As décadas gastas em preparativos de guerra de sobrevivência nacional (e as alianças feitas para alcançar tal objetivo) foram suplantadas por anos de operações facultativas de coalizão contra nações isoladas e adversários não-Estatais. As Forças Armadas Britânicas não travaram batalha contra o inimigo em Bósnia, Sérvia, Kosovo, Serra Leoa, Iraque e Afeganistão, segundo as medidas adotadas durante aqueles 40 anos. Embora muitas habilidades, táticas e procedimentos aperfeiçoados durante a Guerra Fria acabaram tendo certa utilidade nesses conflitos subsequentes, as mudanças fundamentais às restrições impostas acerca do uso de forças armadas, o caráter da guerra e o contexto dado às operações militares exigem mais do que o emprego, levemente readaptado, de capacidades herdadas. Na verdade prescrevem uma reação radical em todos os três componentes do poder de ação (moral, teórico e físico). Embora as forças terrestres arcassem com o maior impacto das mudanças necessárias, naturalmente a Real Força Aérea (*RAF*) foi também obrigada a evoluir.<sup>1</sup> A necessidade de tal desenvolvimento não se limita unicamente à *RAF* mas é relevante a qualquer força aérea compelida a passar pela transição de um legado de Guerra Fria para vir a ser eficaz no tipo de ambiente de segurança global no qual agora vivemos.

O autor espera que o ponto de vista apresentado neste artigo conte com ampla repercussão.

Os Militares da Força Aérea devem encaixar, com a mesma mestria, as prontas reações (flexíveis, práticas e eficazes) que demonstraram em teatros de operações distantes à arena não testada da terra natal. A contrainsurgência (*COIN*) no Afeganistão comprovou, de forma explícita, como a contribuição essencial da campanha aérea retêm a capacidade de contribuir ao sucesso ou fracasso da missão. Nunca antes a participação aérea sofreu tais efeitos contraditórios. Por conseguinte, quando o General do Exército dos Estados Unidos Stanley McChrystal serviu de Comandante da Força de Assistência de Segurança Internacional [*International Security Assistance Force – ISAF*] ele colocou sérias restrições acerca do uso de equipamento aéreo da *ISAF*. Os Militares da Força Aérea não iniciaram

esta conversão em emprego de força, nem tampouco revisaram sua teoria. Pode ser que tenham reagido bem à mudança de requisitos de campanha. Ainda assim, o engajamento proativo pode melhorar. Devem assimilar com maior energia as inferências doutrinárias do novo ambiente de segurança global, especialmente a preponderância, cada vez maior, de adversários não-Estatais.

Este artigo visa promover o bom emprego de equipamento aéreo e pessoal em conflitos não convencionais. Embora tidos, em geral, como “pequenas guerras” ou uma distração de tarefas militares principais, contam com o potencial de infligir derrota às forças armadas mundiais bem mais avançadas. Vamos considerar a abordagem adotada para aproveitar ao máximo a contribuição aérea em operações *COIN*. Não nos preocuparemos com táticas, técnicas e procedimentos específicos, mas sim com o contexto doutrinário dentro do qual se deve estabelecer os processos operacionais e as atividades táticas. Assim, o enfoque será na base teórica da participação aérea em *COINs*, não no desenvolvimento (táticas, técnicas e procedimentos) estabelecido sobre tal base.

Os Militares da Força contam com três opções genéricas quando encaram novo obstáculo operacional ou requisito que não segue o raciocínio adotado: utilizar a solução prévia, bolar nova solução ao problema ou modificar uma abordagem já existente para fazer face à necessidade emergente. Este artigo considera essas três opções relativas ao emprego aéreo em campanhas *COIN* conjuntas.

### Opção I: O Uso de Soluções Anteriores—O Sucesso Histórico e seu Fascínio

É fácil compreender como a abordagem instintiva sugere a busca de soluções históricas. Os obstáculos apresentados pelos conflitos no Iraque e Afeganistão persuadiram os observadores a examinar os primeiros anos da Força, a fim de verificar se o antigo sucesso do policiamento aéreo britânico oferece dados latentes que solucionariam os problemas operacionais presentes. Tal abordagem possui certo mérito, uma vez que possam existir práticas relevantes. Em geral contudo, é errônea, devido a falta de objetividade em análise histórica e negligência de

contexto. Os riscos principais incluem o entusiasmo com que comparamos os distúrbios internos do Império Britânico à violência no Iraque e Afeganistão, um preconceito em racionalização que destaca características aparentemente comuns (locais geográficos, similaridades étnicas ou táticas inimigas), negligenciando, ao mesmo tempo, os fatores que invalidam a comparação (tais como questões sociais, morais e tecnológicas). Por exemplo, a reação de pânico de muitos “nativos” que faziam parte do Império Britânico às máquinas voadoras que desconheciam e ao uso de força frequentemente imprecisa empregada por aquelas aeronaves. A completa reviravolta abrange as “tribos” atuais, tecnologicamente espertas. Elas notam que o modo preciso, diferenciado e proporcional dos ataques aéreos da coalizão são demonstração de pura impotência.

Além do mais, ao examinar a experiência imperial britânica, devemos manter em mente que um dos fatores importantes que incentivou a ida de destacamentos da *RAF* à partes remotas do império foi pressão econômica, devido a gastos de defesa. A popularidade política do policiamento aéreo da *RAF* durante o período entre as duas grandes guerras foi talvez mais devido aos benefícios econômicos do que à capacidade operacional limitada dos biplanos. As aeronaves substituíam as forças terrestres mais caras. Atualmente, a análise comparativa entre eficácia e custo continua sendo assunto complexo. Sua abrangência inclui fatores, tais como o custo de plataformas e os grupos que as apoiam, bem como a capacidade que oferecem e sua utilidade em conflitos *COIN*. Além do mais o custo de programas de aeronaves projetadas para o século XXI, cada vez mais proibitivo, debilita a noção de que o emprego aéreo é a opção “mais barata”, sem se importar com sua alta capacidade.

Objetivamente, questiona-se a direta relevância entre a experiência do Império e o cenário atual. Quando ignoramos tal realidade colocamos em dúvida as conclusões derivadas daquele capítulo da história aérea. Obviamente, é algo por demais inapropriado comparar a experiência imperial positiva da *RAF* às dificuldades pelas quais as forças terrestres modernas acabaram de passar no Iraque e Afeganistão. Os empreendimentos seguintes que promovem o lema “se for aéreo é superior” são polêmicos. Basta notar que o domínio aéreo total, bem como os níveis sem precedência de capacidade aeroespacial (em inteligência, vigilância, aquisição de alvos e reconhecimento) [*Intelligence – Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance – ISTAR*] não garantem a vitória, não importa o teatro. Do mesmo modo, o argumento de que as “tropas terrestres” correm perigo de ocasionar

maior número de baixas (o que pode acontecer) e que devemos rejeitar tal risco em prol de maior dependência em capacidade aérea, simplifica, por demais, o vínculo entre presença e vulnerabilidade (que podem ser inversamente proporcionais). Além do mais ignora o risco de que o simples cálculo de baixas consegue deturpar a avaliação apropriada de eficácia operacional. O principal é que a experiência recente no Iraque e Afeganistão claramente indica que é improdutivo continuar a seguir uma estratégia *COIN* sem presença terrestre. É necessária para evitar que protagonistas não-Estatais exerçam autoridade sobre a população de dada rua, quadra, vizinhança, vila ou vale.

A luta contra inimigo não-Estatal que utiliza táticas de guerrilha em ambientes habitados exige imperativo militar claro, além de simples campanha aérea devastadora. A experiência calamitosa de Israel no Líbano em 2006, a campanha *COIN* no Iraque e o conflito no Afeganistão demonstraram, sem sombra de dúvida, que a supremacia aérea e a exibição e uso de equipamento aéreo moderno não conseguem manter o terreno seguro, por fim à atividades inimigas, trazer segurança à população, prevenir atos de coerção pessoal e intimidação ou cessar a propagação do terror. A supremacia aérea não consegue detectar ou deter a corrupção. Tampouco consegue distinguir, facilmente, entre amigo e inimigo. As guerras para obter o apoio de certa população exigem engajamento com o povo, um engajamento que o poder aéreo simplesmente não consegue colocar em prática. Durante o período imperial o mérito do policiamento aéreo era aparente na supressão de nativos recalcitrantes. Mas, contra protagonistas não-Estatais modernos e fanáticos que atuam dentre a população civil nesta era de imprensa irrestrita, com maior escrutínio jurídico e em circunstâncias econômicas distintas, o valor da experiência imperial é dúbio.

Apesar do entusiasmo de muitos em perscrutar registros históricos, a fim de obter exemplos da conveniência aérea em difíceis campanhas terrestres, a noção de que as aeronaves conseguem eliminar a necessidade ou a primazia de forças terrestres em campanhas *COIN* modernas é falsa lógica, baseada em interpretação para lá de otimista acerca do valor da experiência histórica. Isso resulta em percepção inadequada da doutrina *COIN* e negligência de contexto. Muito pelo contrário, a fim de aproveitar ao máximo sua contribuição inestimável às operações atuais, os Militares da Força devem ir além de referências ao antigo sucesso durante a “era imperial”.

## Opção 2: Como Chegar a Nova Solução Seria Melhor Iniciar com a Tela em Branco?

Ao refletirmos acerca do uso da capacidade aérea nas atuais campanhas *COIN*, seria aconselhável considerar a vantagem em iniciar com a tela imaginária em branco. Tal método permite aos Militares abordar o problema sem ideias preconcebidas, aplicando sua perspectiva única ao problema, em completa liberdade. Esta técnica é particularmente eficaz, quando se leva em consideração problemas nos quais a capacidade aérea é o componente militar principal, onde o obstáculo apresentado depende, por completo, da esfera aérea, ou caso não exista solução prévia para o mesmo. Infelizmente, não foi o caso no Iraque e, tampouco no Afeganistão. Uma vez que nesses países as guerras breves convencionais converteram-se em insurgências, o componente aéreo não mais podia clamar que era o protagonista principal. O ambiente aéreo, da mesma forma, também não é o enfoque do conflito, especialmente quando se compreende que a essência do sucesso da campanha *COIN* é ganhar a competição com os insurgentes na obtenção e aceite popular, bem como a legitimidade moral.

O dilema é que o maior obstáculo à solução explicitamente aérea na luta *COIN* é a natureza das características essenciais da capacidade. Naturalmente agendada para incluir velocidade, alcance ilimitado e flexibilidade, reflete o uso da atmosfera como domínio operacional e depende em tecnologia. A capacidade aérea do Século XXI chegou a ponto, como nunca antes, de realizar as aspirações de seus proponentes, famosos pelo demasiado otimismo. Contudo, ao expandir os limites tecnológicos a novos horizontes, a participação humana em execução é bem menor. Além disso, a dimensão aérea restringe cada vez mais a participação do elemento humano. Isso significa que em campanhas *COIN* os Militares da Força enfrentam uma dificuldade fundamental, uma vez que o sucesso exige engajamento com o povo, ou seja, o prêmio final pelo qual combatem as forças amigas e os insurgentes.

A verdade continua sendo, admitimos um tanto sem jeito, que a capacidade aérea, apesar de brandida por seres humanos é, em essência, a força de maquinária manifesta através de tecnologia. A contribuição de tal poder à campanha *COIN* pode ser enorme (em compilação de inteligência ou mesmo outorgando às tropas capacidade de manobra decisiva). Contudo, é irrefutavelmente restrita pelas próprias características. As tripulações aéreas raramente veem a fisionomia dos adversários e menos

ainda o branco de seus olhos. Poucos são os Militares da Força que têm a oportunidade de estender a mão a um civil atemorizado. A ubiquidade é a presença sem conteúdo. Pode ser que os entusiastas do poder aéreo percebam a patrulha constante de plataforma aérea que sobrevoa um vilarejo, como “garantia de segurança” em ação, mas pouco faz para prevenir ameaças verbais ou a coerção por detrás dos bastidores. A fim de aproveitar ao máximo sua contribuição à atividade *COIN*, os Militares da Força devem reconhecer e aceitar os limites da capacidade e empregar sua contribuição valiosíssima, de acordo. Esse ponto não deve ser mal entendido. O ser humano é essencial ao emprego bem sucedido dessa capacidade. Contudo, a ideia de que as operações aéreas são, fundamentalmente, uma atividade humana não é uma declaração correta e tampouco consegue definir sua função em *COINs* ou em guerras irregulares contra protagonistas não-Estatais. Apesar de todos os atributos singulares e benefícios inegáveis, tal capacidade *não* pode clamar que satisfaz o imperativo *COIN* referente à interação humana.

Em tais conflitos, a supremacia tecnológica não garante a vitória, porque o sucesso está ancorado a temas socio-políticos, tais como ideologia, legitimidade, determinação individual, interesses pessoais, emoção e percepção—o que a tecnologia não consegue determinar. Assim, as plataformas de reconhecimento, sempre presentes, comandam os céus sobre dada área de conflito, empregando sensores capazes de compilar dados noite e dia sob quase todas as condições climáticas. Com tudo isso não conseguem extrair aquele requisito essencial, ou seja, a inteligência humana manifesta em conversas, acenos de cabeça, inferências, contacto visual e outras interações pessoais. Os requisitos complexos de inteligência gerados por campanhas *COIN* necessitam incluir fontes de inteligência técnicas e não-técnicas. Dessa forma, o equipamento aeroespacial continuará sendo essencial ao desenvolvimento de um quadro de dados eficaz. No entanto, os Militares da Força devem empregar a capacidade tecnológica à disposição e reconhecer, realisticamente, suas limitações em tais ambientes de combate.

Embora a essência do máximo aproveitamento da contribuição do poder aéreo à campanha *COIN* esteja vinculada ao emprego de sua capacidade única, a fim de complementar a assistência de outros protagonistas, isso não exclui a necessidade de fazer máximo uso de seu potencial inerente. Por exemplo, o possível efeito do poder aéreo em percepções (como ferramenta de influência ou método para formatar a arena) é ponto de tomada de

consciência não sofisticado que merece maior enfoque. Uma vez que as tarefas tradicionais, tais como atingir a supremacia aérea possam não ser um problema ao componente aéreo em conflito não-Estatal, sua máxima utilização nesse tipo de campanha requer maior sofisticação em seu emprego. Esse toque elegante deve ser fundamentado em um entendimento do que deve ser feito e por quê. Em seguida, devem então empregar sua perícia profissional para descobrir como utilizá-lo, a fim de obter o melhor efeito possível.

Em suma, a sinergia que os equipamentos aéreo e terrestre claramente produzem, quando utilizados de forma colaborativa, deve ser replicada no relacionamento entre as teorias que apoiam a utilização do poder aero-terrestre. A abordagem que utiliza a tela em branco para desenvolver o conceito em utilização do poder aéreo não facilita tal fusão de raciocínio. Ao contrário, quando fazemos uso de uma abordagem relacionada à teoria *COIN* já existente, promovemos a sinergia intelectual. Em consequência, os Militares da Força Aérea devem manter-se tão familiarizados com as obras relevantes de teóricos dedicados, tais como Sir Gerald Templer, Frank Kitson e David Galula, quanto com as dos expoentes do poder aéreo, ou seja, Giulio Douhet, Marechal da Aeronáutica Hugh Trenchard e o Cel John Warden. Não é questão discricionária. Se formos obrigados a integrar o poder aéreo em campanhas *COIN* para obtermos o melhor efeito possível, esta expansão mental deve ser requisito essencial a incorporar na educação de nossos Militares.

O poder aéreo defende a premissa de que devemos reconhecer que o combate à insurgências, terrorismo ou banditismo requer, de forma básica, o engajamento pessoal com os habitantes. Assim, em área de segurança é, sem qualquer dúvida, a responsabilidade das forças terrestres (tanto militares como civis). Por conseguinte, ao dirigir-nos aos conflitos irregulares, contra adversários não-Estatais, descobrimos que uma solução derivada unicamente de capacidade aerocêntrica é de dúbia utilidade. Ironicamente, aqueles mesmos pontos fortes que tal capacidade porta às áreas de defesa e segurança colocam a mesma em posição secundária durante *COINs* e conflitos irregulares, solapando, em grande parte, o valor da abordagem que utiliza a tela em branco. Além disso, seria ilógico persistir em encontrar uma solução aérea independente para combater protagonistas não-Estatais quando, tanto os Militares dos Estados Unidos, quanto os do Reino Unido despenderam enorme esforço nos últimos anos aperfeiçoando a base teórica das operações *COIN*. Nos Estados Unidos, isso levou à revi-

são de doutrina pelo Exército/Fuzileiros Navais que culminou em publicação de novo manual *COIN*.<sup>2</sup> No Reino Unido, o mesmo tipo de reavaliação produziu nova doutrina terrestre conjunta para a estabilização e operações *COIN*.<sup>3</sup> Instigada pelas contínuas operações no Iraque e Afeganistão, a revisão de raciocínio que ocorreu em ambos os pontos do Atlântico referente à *COIN* e à guerras irregulares foi intensa, extensa e progressiva. Ignorar a combinação de vasta perícia prática e rigor intelectual que os militares ativos e acadêmicos supriram à revisão teórica seria negligência virtual. É essencial que os Militares da Força iniciem com aqueles que, de acordo com a doutrina, possuem a responsabilidade principal pela sua conduta quando forem obrigados a considerar como empregar a capacidade aérea em campanhas *COIN*.

A habilidade do poder aéreo em propiciar poder de fogo irresistível e decisivo a engajamento *COIN* acentua a prudência que os comandantes devem exercer quando fazem uso do mesmo, especialmente quando prioridades *COIN* parecem ser a antítese à considerações tradicionais de combate. Assim, “a prudência com coragem” vem a ser um dos princípios notáveis no Afeganistão, até mesmo quando as forças amigas estiverem sob ataque insurgente. Durante conflitos convencionais entre nações, os Militares da Força Aérea são incentivados a pensar e a agir, em primeiro lugar, como comanda a Força. Durante os conflitos *COIN*, sua responsabilidade principal é compreender tal conflito. Na primeira, a perícia do componente aéreo possui a primazia durante a missão. Na última, a prioridade é invertida. A abordagem lógica para obtermos o nível desejado de integração da capacidade aérea durante campanha *COIN* terrestre é considerar o problema de base teórica comum. Por conseguinte, o segredo para explorar como melhor empregar a capacidade naquela situação é embarcar em exercício tipo tela em branco, a fim de se chegar a processo ou estratégia independente, examinando o raciocínio conjunto entre as forças aero-terrestres, acerca de como levar a cabo tais operações. Se os Militares da Força Aérea adquirirem essa percepção através de “ponto de vista aéreo”, poderão considerar, de maneira inteligente, o tópico de perspectiva aérea informada que abrange, não só uma tomada de consciência completa do que deve ser feito, mas também um entendimento total do potencial e restrições da capacidade aérea.

### Opção 3: Modificar a Abordagem Existente – a Base Adequada para o Desenvolvimento

A extensa análise de contrainsurgências históricas feita pelas muitas autoridades militares e acadêmicas produziu certos princípios operacionais amplamente aceitos como duradouros e, por consequência, relevantes a nossa época. Ao contrário do exame histórico do policiamento aéreo pelo Império, esse escrutínio concentrou-se no que deve ser feito para alcançar o sucesso e não no desempenho de dado protagonista. Como acontece com teorias básicas, tais como com os princípios de guerra, existem diferenças sutis entre as nações a respeito do que são, na verdade, esses credos. Assim, a Publicação da Doutrina Conjunta do Reino Unido, a Segurança e Estabilização: A Contribuição Militar [*Security and Stabilisation: The Military Contribution*], contém nove “Características da Clássica COIN Britânica” [*Characteristics of Classical British COIN*]. O novo Manual de Campo do Exército Britânico [*British Army Field Manual*] volume 1, parte 10, Como Combater a Insurgência [*Countering Insurgency*] contém 10 princípios.<sup>4</sup> Apesar de tais variações, os princípios são amplamente aceitos: a primazia da política durante campanhas COIN e a necessidade de objetivo político; o imperativo de abordagem coordenada pan-governamental; a importância de informação e dados secretos; a separação eficaz dos insurgentes de sua base de apoio; a neutralização do insurgente; a necessidade de considerações pós-insurgência; e a proteção da população.<sup>5</sup>

Apesar da lista empregada, os princípios não são normativos e não devemos aplicá-los de forma dogmática. Sem embargo, formam grande parte do contexto da atividade militar e oferecem estrutura útil que facilita como adaptar, transmitir e restringir o planejamento de diferentes campanhas. Devemos, assim, aplicá-los quando empregamos a capacidade aérea neste tipo de operações, especialmente porque os atributos centrais de tal capacidade ofereceriam aos comandantes opções militares negadas às forças terrestres, tais como a habilidade de alcançar regiões remotas e outras nações participantes. A capacidade do componente aéreo em levar a cabo *sorties* sem se importar com os estratagemas de manobra de comandantes terrestres bem além de suas esferas de ação coloca outra responsabilidade sob a esfera dos Militares da Força Aérea: levar a cabo atividades que contribuem ao sucesso da missão conjunta. Essa obrigação inclui assegurar que a ação aérea autônoma é guiada e limitada pelos princípios relevantes da COIN.

Com respeito a esses princípios, o *ISTAR* da capacidade aérea e as capacidades cinéticas possuem emprego óbvio em compilação de inteligência e de dados, e em como neutralizar os insurgentes. Contudo, os Militares da Força Aérea devem devotar maior raciocínio e disciplina, a fim de explorar como a capacidade seria útil em apoiar os empreendimentos políticos, inter-agenciais e de pós-insurgência. Embora as tentativas para investigar o uso inovador da capacidade (a presença aérea para formatar o ambiente terrestre) sejam bem-vindas, a fim de expandir sua contribuição às operações COIN é importante verificar como as atividade aéreas de rotina (tais como transporte aéreo) seriam utilizadas para maior efeito. Do mesmo modo, os efeitos positivos da restrição do poder aéreo merecem maior atenção. É óbvio que no Afeganistão a campanha COIN, em geral, sofreu com o legítimo emprego do Apoio Aéreo Próximo [*Close Air Support – CAS*] que causou baixas civis e solapou o apoio da população à ISAF. O super controle do poder aéreo é um dos aspectos principais do plano da campanha atual da ISAF.

A fim de aproveitarmos ao máximo a contribuição do poder aéreo em conflitos COIN, os comandantes aéreos devem, não só seguir o guia encontrado nos princípios gerais desses conflitos, mas também assegurar que o emprego tático dos recursos aéreos estão conformes com a abordagem adotada pelo comandante geral, de acordo com o conceito de operações (CONOPS). Assim como ocorre com os princípios COIN, existem variações nacionais e outras à abordagem central. A atividade tática é regida pelo conceito “desocupar-mantém-construir” [*clear-hold-build*] na doutrina do Exército e na dos Fuzileiros Navais dos Estados Unidos.<sup>6</sup> A *JDP 3-40* encapsula o conceito em “moldar-mantém seguro-mantém-desenvolver” [*shape-secure-hold-develop*].<sup>7</sup> A ISAF emprega o modelo “moldar-desocupar-mantém-construir” [*shape-clear-hold-build*].<sup>8</sup> Assim, a capacidade aérea deve estar alinhada à estrutura teórica geral da COIN e à metodologia tática aplicável. Isso significa que o processo de planejamento “estratégia-à-tarefa” do componente aéreo (que assegura que todas as *sorties* levadas a cabo durante a ordem de tarefas diárias contribuem aos objetivos estratégicos) deve refletir, não só o guia de contexto e restrições contidas nos princípios daquela estrutura, mas também os princípios do CONOPS do Comandante da Campanha.

Se a capacidade aérea deve satisfazer seu potencial durante dada campanha COIN é obrigada, assim, a integrar sua capacidade às do estratagema da manobra que a impulsiona “desocupar-mantém-construir”. Embora seja, primariamente, um CO-

NOPS terrestre, este processo de três estágios é de responsabilidade conjunta e interagencial e os comandantes aéreos devem tentar garantir que a maneira como empregam tal capacidade facilita sua execução com êxito. Embora os princípios CPON anotados devam moldar os requisitos de contexto no qual a capacidade aérea opera, certo número de fatores devem guiar, informar ou limitar como empregamos o poder aéreo nessa classe de campanha. Os seguintes fatores devem reger a contribuição do componente aéreo à mesma. O Militar da Força deve transmiti-los aos comandantes terrestres. Pode ser que, de rotina, percebam tal capacidade como dispositivo subserviente:

Em primeiro lugar, *os Militares da Força Aérea devem empregar a capacidade aérea de acordo com o plano geral da campanha, não como componente subordinado ou planos rudimentares.* É natural que as campanhas terra-cêntricas possuem o potencial de transformar os requisitos do componente terrestre a aqueles da campanha conjunta. Contudo, em um conflito que exige reação conjunta e interagencial, a fim de produzir um resultado positivo, plano algum de único-componente deve suplantar a primazia do plano geral de campanha. Em termos práticos, isso quer dizer que os recursos aéreos (e outros) podem ser alocados ao apoio direto de forças terrestres, quando, em termos de campanha, podem ser empregados, de forma mais produtiva, em outra parte. Por exemplo, as aeronaves utilizadas em tarefas de CAS pre-planejadas para a eventualidade de tropas-em-contato [*troops-in-contact*] não podem patricular fronteiras remotas utilizadas pelos insurgentes provenientes de refúgios seguros externos para infiltrar o território.<sup>9</sup> Com isso não queremos menosprezar o valor essencial e a importância da vitória do combate CAS às tropas, mas sim reconhecer que com respeito aos objetivos de *campanha*, outras prioridades podem, da mesma forma, basear-se no emprego de capacidade aérea e, de modo justificado, requerer maior atenção. Onde jazem as prioridades relativas e que ênfase devem receber são da alçada do comandante geral. Entretanto, os Militares da Força Aérea devem estar cientes da possível armadilha de demasiada ênfase em atividades de um só componente. Devem precaver-se, e quando necessário, explicar porque outras tarefas aéreas merecem mais alta prioridade na campanha conjunta. Geralmente, esse argumento assume maior peso, quando baseado em princípios centrais da COIN e no CONOPS do Comandante. Assim, os Militares da Força Aérea devem assimilá-los para que façam parte de seu modo de pensar.

Segundo, *devem assegurar-se de que a contribuição proposta à campanha encontra-se dentro da esfera do pos-*

*sível.* Enquanto buscam aumentar ao máximo seu efeito em potencial, devem compreender que será impossível cumprir com a missão em certas ocasiões, evitando dar garantias super otimizadas acerca da capacidade da atividade aérea. Do mesmo modo, devem evitar que os comandantes terrestres formem expectativas por demais ambiciosas acerca do que a capacidade aérea pode contribuir à causa. A responsabilidade pelo emprego realista de capacidade aérea repousa, por completo, sobre os ombros dos comandantes da aeronáutica, especialmente em cenários nos quais as proporções de força, terreno difícil e isolamento, criam demasiada dificuldade às forças terrestres, bem como expectativas exageradas do poder da capacidade – expectativas essas fortalecidas pela liberdade da ação aérea que, de forma característica, acompanha a campanha COIN contra protagonistas não-Estatais. Em cenário no qual o inimigo mal consegue interferir com as operações aéreas amigas, os planos e aspirações dos Militares da Força Aérea devem permanecer firmemente baseados na esfera da possibilidade e devem claramente explicar as verdadeiras limitações e potencial da capacidade aos outros participantes da campanha.

Terceiro, *devem reconhecer que a capacidade aérea pode ter um efeito desproporcionalmente inverso em campanhas COIN.* Apesar da capacidade de sistemas de armas terrestres em infligir dano colateral considerável durante as operações, as baixas civis de combate terrestre não recebem o mesmo interesse da mídia como aquelas causadas por operações aéreas. Das milhares de *sorties* alocadas a CAS no Afeganistão, somente pequena fração causou baixas civis. Ainda assim, são essas aberrações que definem a percepção política, pública e da mídia referente às atividades da capacidade aérea na região.<sup>10</sup> Não devemos ignorar o dano causado pelos incidentes colaterais. Tais eventos fizeram com que o governo afegão pedisse a revisão da estrutura jurídica para as forças da ISAF e o Senado Afegão fechou as portas durante 24 horas em protesto. A morte de muitos em setembro de 2009 (talvez mais de 100 civis), devido a ataque aéreo no setor alemão do Afeganistão, levou à demissão de atos líderes políticos e militares na Alemanha.<sup>11</sup> A necessidade de restringir a capacidade aérea é óbvia, porque se o governo afegão exigir que as operações cinéticas aéreas cessem, tal ação causaria séria fricção entre o regime soberano em Cabul e a coalizão internacional que o apoia.

Quarto, *devem reconhecer que a primazia tradicional prestada às funções cinéticas aéreas pode ser invertida em campanhas COIN, nas quais “fazer” menos pode alcançar mais.* Entender os princípios duradouros da camp-

nha COIN faria com que reconhecessem quando existe uma clara diferença entre o que o poder aéreo pode e o que deve fazer. O CAS no Afeganistão comprovou ser taticamente crucial e decisivo. Sem dúvida, o resgate e a proteção de centenas de tropas ISAF em posição inferior quando engajadas com os insurgentes. Ainda assim, como previamente mencionado, O CAS possui o potencial de causar grandes problemas. A noção de que a atividade cinética deve ser a contribuição principal da capacidade aérea à dada campanha COIN apoia-se em uma combinação de análise histórica deturpada, bem como em legado de exigências e práticas da Guerra Fria. Tal raciocínio é inútil quando o uso de força letal pode, na verdade, aumentar e não diminuir os números de insurgentes. Enquanto o bombardeio e as rajadas possam ser cruciais em dada hora e situação é imperativo que dediquem o mesmo tipo de prioridade às outras tarefas que possam ter maior impacto benéfico na progressão da campanha.

Por exemplo: atividades tais como assistência à agricultura em vilarejos isolados; o transporte de filhos de chefe de tribo às dependências de emergência médica; ou a monitoria de linhas de comunicação interna de grupo insurgente. Talvez pareçam de menor importância quando comparadas ao CAS, contudo produzem efeitos de maior duração.

Quinto, *ao promover a contribuição de componente aéreo à campanhas, devem colocar ênfase às características do poder aéreo não comumente reconhecidas por outros participantes da campanha.* Com isso os princípios delineados acima guiarão, de maneira útil seu raciocínio, dando substância à sugestões de como os recursos aéreos ofereceriam maior contribuição à campanha. A dimensão cinética do poder aéreo possui certas aplicações óbvias (ajudar a livrar uma área de insurgentes) e a capacidade ISTAR é útil em todo o CONOPS da COIN. Contudo, o emprego principal, em particular durante o processo de “construção” é a menos óbvia e merece atenção específica. A execução da estratégia *desocupar-manter-construir* ou *moldar-manter segura-desenvolver* é tarefa complexa que muito exige e é por demais difícil sem o recurso da capacidade aérea. Quando um Comandante COIN tenta desocupar insurgentes de certa área, as opções de vigilância cinética e de manobra que a capacidade aérea oferece às forças terrestres seriam críticas ao sucesso. Isso é ainda mais óbvio quando aquelas forças terrestres são empregadas em quantidade não esmagadora, destacadas a locais inacessíveis ou combatendo em áreas sem a presença de civis. A contribuição da potência aérea também é importante ao sustento de tais forças durante a fase “manter”, quando o poder baseado em fogo continua a ser um meio de reação para inter-

ditar as forças insurgentes e evitar que voltem a ser-guer-se. Os recursos de transporte aéreo também contribuiriam à fase “construir” da campanha. Entretanto, essa possibilidade não deve ser exagerada porque naquele estágio da luta, a situação de segurança prevalente pode permitir movimento terrestre seguro. Finalmente, deve-se manter em mente que durante todo o processo *desocupar-manter-construir*, os recursos aéreos ofereceriam: benefícios psicológicos de presença aérea; cobertura ISTAR 24 horas ao dia; e capacidade de comando, controle e comunicações que a dependência em digitalização tornaram indispensáveis às operações militares.

Sexto, *não devem subestimar o valor de sua contribuição ao desenvolvimento das forças locais.* Um aspecto essencial ao progresso do conflito é a materialização de forças de segurança locais capazes. A Infantaria e a Polícia recebem treinamento relativamente rápido. Entretanto, a capacitação de forças, como a aérea para permitir operação e manutenção independentes, bem como o sustento dessas atividades, isso sim, leva mais tempo. Esse desequilíbrio faz com que o possível impacto de aperfeiçoamento das forças de segurança locais seja mínimo, limitando sua habilidade em destacar e estabelecer presença crível dentre a própria população, por exemplo. Assim, a alocação de recursos aéreos estrangeiros à tarefas que servem as forças locais poderia possuir efeito desproporcional no fomento de percepções locais referentes àquelas forças. A vantagem é grande quando oferecemos apoio aos oficiais locais (governadores de província) que, de outra forma, enfrentariam dificuldades em alcançar grande parte da área sob sua jurisdição. Sem dúvida, as tentativas para desenvolver parcerias e treinamento de forças de segurança locais devem incluir recursos aéreos. O treinamento de pessoal técnico capacitado, necessário ao estabelecimento de nova força aérea leva bem mais tempo do que o aprestamento de soldados de Infantaria e de membros da Polícia. Assim, tal investimento deve iniciar o quanto antes. Por exemplo, ao mesmo tempo que os grandes empreendimentos da Força de Transição do Poder Aéreo Combinado no Afeganistão contribuem ao desenvolvimento de uma Força Aérea local capaz, solidificam também a importância de alocação inicial de recursos suficientes em cenário COIN mais amplo.<sup>12</sup> Para contribuição eficaz não é necessário que as forças aéreas locais operem aquele equipamento sofisticado utilizado pelos parceiros estrangeiros. O problema é que as forças aéreas modernas não utilizam as aeronaves mais baratas e de menor capacidade, perfeitas em tal situação. Obviamente seria bem mais fácil treinar as tripulações

aéreas e terrestres locais em aeronaves utilizadas e mantidas pelos parceiros militares. A ausência de plataforma aérea básica *ISAF* no Afeganistão com capacidade de reconhecimento e ataque à superfície para satisfazer as demandas da campanha *COIN* contra protagonistas não-Estatais, impede o desenvolvimento oportuno da capacidade aérea afegã. O plano dos Estados Unidos em adquirir aeronave de reconhecimento de leve ataque, armada [*light attack/armed reconnaissance – LAAR*], suficientemente capaz para os tipos de conflito *COIN* é solução sensível que facilitaria o futuro desenvolvimento de forças locais, formulando as diretrizes de aquisição, de acordo com a teoria *COIN*.

### Conclusão

Os atributos principais da capacidade aérea (velocidade, alcance, predominância e flexibilidade) continuam sendo valiosíssimos às operações *COIN*, mas também limitam sua contribuição. Embora os Estados Unidos e o Reino Unido conseguissem excelente progresso no uso prático do apoio aéreo às forças terrestres, maior empreendimento teórico é necessário para aproveitar ao máximo sua contribuição durante os conflitos *COIN* e guerras irregulares. Tal deficiência solapa as tentativas excepcionais que caracterizam sua constante contribuição aos conflitos atuais. Devido ao acúmulo de mais de 13 anos de experiência em combate em dois teatros, a falta de doutrina aérea específica referente ao emprego de capacidade aérea nesse tipo de campanha é surpreendente. Pode-se alegar que o compêndio principal de manuais de doutrina terrestre conjunta contém referências implícitas ao poder aéreo. Entretanto, as referências explícitas ocorrem com menor frequência. Por exemplo, o manual de campo *COIN* do Exército Britânico inclui cinco páginas acerca do assunto. O Manual de Campo do Exército dos Estados Unidos de 200 páginas 3-24 / A Publicação de Combate dos Fuzileiros Navais 3-33.5 acerca de *COINs* também contém somente um anexo de cinco páginas. O volumoso *UK JDP 3-40* refere-se ao tema somente uma vez.<sup>13</sup> Tampouco parece haver uma profusão de doutrina aérea pertinente nesses dois países. Devemos tratar dessa escassez em doutrina aérea relevante. A responsabilidade para tal empreendimento recai sobre os Militares da Força Aérea, tanto em desenvolvimento de doutrina aérea, como também em contribuição às publicações conjuntas. Entretanto, as tentativas para produzir tal doutrina através de uma revisão inapropriada da história reflete o entusiasmo mal direcionado. Do mesmo modo, continuar com essa solução independente, sem referên-

cia explícita aos conceitos que sustentam as operações *COIN* na esfera terrestre é imprudência absurda e miópica. Talvez a necessidade mais premente seja empregar a capacidade, de acordo com o conceito *desocupar-manter-construir*. O importante, contudo, é que tais sugestões bem informadas devem partir dos Militares da Força Aérea.

A inovação essencial que o Gen David Petraeus colocou em vigor no Iraque, através de vários meios (com resultados notáveis) foi transferir o enfoque dedicado aos insurgentes à população iraquiana.<sup>14</sup> Isso levou à adoção de diferentes abordagens pelos comandantes terrestres e suas tropas, muitas delas originais. Já passou da hora de revisões similares para o emprego da capacidade aérea, especialmente quando as baixas colaterais confrontam, de forma dramática, a noção de proteção à população civil. O engajamento com protagonistas não-Estatais em cenários que não se encaixam dentro de estrutura de conflito convencional apresenta novas dificuldades aos Militares da Força. Todas as operações militares, inclusive atividades aéreas, devem reforçar e não solapar a autoridade moral das forças amigas. Com a importância cada vez maior de protagonistas não-Estatais, as linhas demarcatórias entre a guerra convencional, a insurgência, o terrorismo e a criminalidade tornam-se indistintas. Essas ameaças à segurança regularmente sobrepõe-se umas às outras ou, até mesmo, coexistem. Atualmente, os Militares da Força devem enfrentar cenários complexos nos quais a insurgência, conflitos internos virulentos, terrorismo e criminalidade violenta ocorrem simultaneamente, permeando toda a arena de combate. Por exemplo: será que o grupo cruzando ilegalmente a fronteira, detectado pelo recurso aéreo é célula terrorista transportando armas de fogo e explosivos ou bandidos de pequeno porte, fazendo contrabando? Será que os homens marcando hora próximo à torres elétricas estão plantando uma bomba ou roubando cobre? As demais complexidades que essa situação gera para as forças de segurança amigas afetam, não só os Soldados e a Polícia, mas também os Militares da Força, uma vez que as respostas à tais perguntas rotineiras ditam diferente reação militar.

Apesar de todo o progresso em confrontar as dificuldades reais apresentadas pelas operações atuais, os Militares da Força devem assegurar-se de que não negligenciam a base teórica de sua profissão e aquilo que talvez deles se requeira no futuro. As tentativas que merecem elogio, tais como as empreendidas pela Força de Transição do Poder Aéreo Combinado [*Combined Air Power Transition Force*] no Afeganistão devem ser duplicadas nos corredores da Força, nas capitais da coalizão e entre as ins-

tuições, estabelecimentos de treinamento e organizações doutrinárias que cultivam o poder aéreo em suas terras natais. Durante a última década progredimos, constante e eficazmente, no emprego da capacidade em operações *COIN*. Entretanto, talvez isso ocorresse apesar de tentativas teóricas associadas e não por causa delas. A transformação das Forças Armadas pós-Guerra Fria, de era de defesa nacional à de segurança global enfocou-se em levar a cabo a defesa, segundo a estrutura expedicionária, em lugar de adaptar-se às repercussões de ameaça recém-definida. Por vários motivos (como os preparativos para possível conflito inter-Estatal) pode ser que a *RAF* abandone a aquisição de aeronaves *LAAR* básicas. Contudo, é precisamente este tipo de capacidade que produziria grandes dividendos em conflitos *COIN*, rapidamente desenvolvendo a capacidade militar local. Tal aeronave poderia também ser útil em outras operações de estabilidade, de baixa intensidade ou de manutenção de paz. Não podemos evitar as inferências desta mudança de contexto, negligenciando-as. Tanto em operações *COIN* como em possíveis crises que aguardam o emprego de capacidade aérea, os Militares da Força encaram grandes dificuldades *vis a vis* a tradicional ênfase colocada em capacidade cinética, a função principal desta, quando as forças opostas não podem eficazmente disputar o controle aéreo e as possíveis conseqüências de operações dentre a população civil. Devemos explorar e solucionar essas e outras questões relacionadas, porque possuem inferências, não só para o emprego tático de recursos aéreos, mas também para futuros requisitos de aquisição e capacidade.

É difícil categorizar as guerras no Iraque e Afeganistão como tendências temporárias. Sua duração, a ascensão de protagonistas não-Estatais como antagonistas militares, bem como a assimilação quase global de tecnologia que faz com que tais protagonistas ameacem os interesses de nações, sugere que tais conflitos são mais do que transitórios. A fim de cumprir com a missão e sustentar a intensidade das operações de guerra é essencial que as forças aéreas continuem a manter sua capacidade. O poder aéreo deve aproveitar ao máximo sua contribuição à campanha atual no Afeganistão, mantendo completa relevância em campanhas que vão além da arena tradicional. Assim, seus Militares devem assegurar que os conceitos e a doutrina do poder aéreo oferecem a base apropriada para futuro desenvolvimento. □

## Notas

1. A doutrina militar do RU utiliza os termos *moral, teórico e físico*. Ver Joint Doctrine Publication (JDP) 0-01, *British Defence Doctrine*, 3rd ed., August 2008, 4-1, [http://www.mod.uk/NR/rdonlyres/CE5E85\\_F2-DEEB-4694-B8DE-4148A4AEDF91/0/20100114jdp0\\_01\\_bddUDCDCIMAPPS.pdf](http://www.mod.uk/NR/rdonlyres/CE5E85_F2-DEEB-4694-B8DE-4148A4AEDF91/0/20100114jdp0_01_bddUDCDCIMAPPS.pdf).
2. Field Manual (FM) 3-24 / Marine Corps Warfighting Publication (MCWP) 3-33.5, *Counterinsurgency*, December 2006, [http://usacac.army.mil/cac2/coin/repository/FM\\_3-24.pdf](http://usacac.army.mil/cac2/coin/repository/FM_3-24.pdf).
3. JDP 3-40, *Security and Stabilisation: The Military Contribution*, November 2009, [http://www.mod.uk/NR/rdonlyres/C403A6C7-E72C-445E-8246-D11002D7A852/0/20091201jd\\_p\\_40UDCDCIMAPPS.pdf](http://www.mod.uk/NR/rdonlyres/C403A6C7-E72C-445E-8246-D11002D7A852/0/20091201jd_p_40UDCDCIMAPPS.pdf); and British Army Field Manual, vol. 1 (AFM1), pt. 10, *Countering Insurgency*, January 2010, [http://www2.armynet.mod.uk/linkedfilesANOpen/akx/coin\\_afm/20100408\\_afm\\_vol1\\_part10\\_jan2010ac71876-u.pdf](http://www2.armynet.mod.uk/linkedfilesANOpen/akx/coin_afm/20100408_afm_vol1_part10_jan2010ac71876-u.pdf).
4. JDP 3-40, *Security and Stabilisation*, 2-11; e AFM1, *Countering Insurgency*, 1-1.
5. O autor agradece ao Cel Alex Alderson do Exército Britânico pela contribuição a esse e a outros pontos.
6. FM 3-24 / MCWP 3-33.5, *Counterinsurgency*, 5-18.
7. JDP 3-40, *Security and Stabilisation*, 4-20.
8. O autor agradece ao Grupo Capt Dean Andrews, RAF pela contribuição a esse e a outros pontos.
9. *Report on Progress toward Security and Stability in Afghanistan*, Report to Congress, November 2010, 12, [http://www.defense.gov/pubs/November\\_1230\\_Report\\_FINAL.pdf](http://www.defense.gov/pubs/November_1230_Report_FINAL.pdf).
10. "Troops in Contact": *Airstrikes and Civilian Deaths in Afghanistan* (New York: Human Rights Watch, September 2008), 13, [http://www.hrw.org/sites/default/files/reports/afghanistan0908webcover\\_0.pdf](http://www.hrw.org/sites/default/files/reports/afghanistan0908webcover_0.pdf).
11. R. Chuck Mason, *Status of Forces Agreement (SOFA): What Is It, and How Has It Been Utilized?*, CRS Report RL34531 (Washington, DC: Congressional Research Service, 18 June 2009), 9, <http://www.fas.org/sgp/crs/natsec/RL34531.pdf>; "Afghan Senate Protests Civilian Deaths," *PRI's the World*, 16 September 2008, <http://www.pri.org/theWorld/?q=node/21011>; and "Controversial Airstrike in Afghanistan: A Chronology," *Deutsche Welle*, DW-World.DE, 27 November 2009, <http://www.dw-world.de/dw/article/0,,4934122,00.html>.
12. Ver Brig Gen Michael R. Boera, "A Força de Transição da Capacidade Aérea Combinada: Como Estabelecer uma Força Aérea no Afeganistão," *Air and Space Power Journal-Português XXII* (3o. Trimestre 2010): 54-64, [http://www.airpower.au.af.mil/airchronicles/apj/apj10/spr10/aspj\\_en\\_2010\\_1.pdf](http://www.airpower.au.af.mil/airchronicles/apj/apj10/spr10/aspj_en_2010_1.pdf).
13. AFM1, *Countering Insurgency*, cap. 9, sec. 2; FM 3-24 / MCWP 3-33.5, *Counterinsurgency*, anexo E; e JDP 3-40, *Security and Stabilisation*, xxv.
14. Sgto Sarah Wood, American Forces Press Service, "Petraeus Supports Troop Increase in Confirmation Hearing," *Operação New Dawn*, Official Website of United States Forces-Iraq, 24 January 2007, acessado em 15 Dezembro 2010, <http://www.usf-iraq.com/news/headlines/petraeus-supports-troop-increase-in-confirmation-hearing>.

SICOFAA  
LI CONJEFAMER – NATAL, BRASIL, 12-17 JUNHO 2011



[Upper Photo] O ex-Ministro de Defesa do Brasil, Nelson Azevedo Jobim, ladeado pelo TenBrig-do-Ar Juniti Salto e pelos Chefes das Forças Aéreas das Américas (Foto: Cortesia Paulo Rezende (FAB))



[Center Left] Coronel Aviador Julio Sadao Takamura – Secretário da LI CONJEFAMER (Foto: Cortesia Paulo Rezende (FAB))



[Center Right] A delegação da ASPJ à CONJEFAMER: (da esquerda à direita) ASPJ-Espanhol: TenCel Luis Fuentes, Ref: Drina Marmolejo, ASPJ-Português: Iris Moebius; Sílvia Conrad (Foto: Cortesia Margie Briggs)



[Lower Photo] A entrega da placa comemorativa dos 60 anos da ASPJ-Português ao Major Brigadeiro Stefan Egon Gracza, Comandante da UNIFA. Da esquerda à direita: TenCel Christiano Miranda da Silva, Sílvia Conrad, Maj Brig Gracza, Iris Moebius, Profa Andréa Costa da Silva (Foto: Cortesia da UNIFA)



EDIÇÃO EM PORTUGUÊS  
DO PERIÓDICO PROFISSIONAL  
DA FORÇA AÉREA DOS EUA

**AUPRESS**  
<http://aupress.au.af.mil>

